

**4**

**1970-1972**



Bericht über Aufgaben  
und Tätigkeit  
der Landtechnik Weihenstephan  
von 1970-1972

(4)

Herausgegeben von der Landtechnik Weihenstephan

Institut für Landtechnik  
Bayer. Landesanstalt für Landtechnik  
Landtechnischer Verein (LTV)

805 Weihenstephan

1972



## GLIEDERUNG

		Seite
AUSBAU UND ARBEITSRICHTUNGEN DER LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN		I - VI
<u>A) ALLGEMEINE LANDTECHNISCHE PROBLEME</u>		
1.) Prof. Dr. Wenner:	Die zukünftige Entwicklung der Agrarproduktion und ihre Auswirkungen auf die Landtechnik	1 - 27
2.) Dr. Kromer:	Reflektionsmessung an landwirtschaftlichen Produkten.	28 - 30
3.) Dr. Schulz:	Was erwartet die Landwirtschaft von der Kunststoffindustrie?	31 - 34
4.) Dipl. agr. Stanzel:	Zur Automation der Produktionstechnik mit elektronischen Geräten.	35 - 36
<u>B) TECHNIK IN DER PFLANZLICHEN PRODUKTION</u>		
1.) Dr. Estler:	Arbeitsverfahren und praktische Anwendung der Minimalbodenbearbeitung.	37 - 46
2.) LR Krinner:	Welche Vorteile bringt die lose Mineraldüngerkeule?	47 - 48
3.) Prof. Dr. Hupfauer:	Sämaschinen.	49 - 56
4.) Stanzel:	Aussaat einfacher und schneller.	57 - 58
5.) Dr. Estler:	Schlagkräftige Körnermaisverfahren.	59 - 62
6.) Dr. Estler:	Aktuelle Fragen bei der Körnermaisernte und -konservierung.	63 - 66
7.) Strehler:	Kosten der Getreide- und Maistrocknung.	67 - 70
8.) Schürzinger:	Neue Mechanisierungsmöglichkeiten im Futterrübenanbau.	71 - 73
9.) Schürzinger:	Bunkerkopfroder für Futterrüben.	74 - 75
10.) Dr. Grimm - Rödel:	Die automatisierte Elitensämaschine und eine neue Mechanisierungskette in der Getreidezüchtung.	76 - 82
11. Rödel:	Ein Verfahren zu mechanischen Gewinnung von Erdbeerjungpflanzen.	83 - 84
12.) Dr. Zeisig:	Hopfenaufleitdrähte - ein Vorschlag für ihre Normung.	85 - 86
<u>C) TECHNIK IN DER TIERISCHEN PRODUKTION</u>		
1.) Prof. Dr. Wenner - Dr. Schön:	Neuere landtechnische Entwicklungen in der Rindviehhaltung.	87 - 104
2.) Dr. Schön:	Arbeitsverfahren der tierischen Veredelung im Vollerwerbsbetrieb.	105 - 107
3.) Dr. Boxberger - Seufert - Dr. Eichhorn:	Stallsysteme für große Tierbestände.	108 - 113
4.) Dr. Boxberger - Seufert:	Geeignete Aufstallungsformen für die Bullenmast	114 - 116
5.) Dr. Boxberger:	Haltungsverfahren für die Kälbermast:	117 - 118
6.) Dr. Schurig:	Beim Mähen schon ans Trockene denken.	119 - 122
7.) Pirkelmann:	Chemisches Vorwelken in der Halmfütterernte.	213 - 214
8.) Dr. Kromer:	Tendenzen im Exaktfeldhäckslerbau in den USA und der BRD.	123 - 127
9.) Dr. Grimm - Rödel:	Der selbstfahrende Futterpflanzenparzellenhäcksler.	128 - 131
10.) Dr. Schurig:	Häckselleistungen von 10 - 70 t in der Stunde.	132 - 133
11.) Pirkelmann:	Lohnen sich Dosiergeräte beim Einlagern von Ladewagengut?	134 - 135
12.) Dr. Schurig - R. Mayr:	Leistungsfähige Arbeitsverfahren für die Fütterernte.	136 - 137
13.) Dr. Kromer:	Neuere Entwicklungen beim Hochdruckballentransport.	138 - 141

14.) Strehler:	Grünfuttertrocknung und ihre Möglichkeiten.	142 - 145
15.) Dr. Grimm:	Maiskolbenschrotsilage - Verfahren mit Zukunft.	146 - 149
16.) LR Krinner:	Untersuchungen an Laufkrananlagen.	149 - 154
17.) Pirkelmann:	Gärfutterbereitung in Foliensilos.	155 - 157
18.) Dr. Schulz:	Neuere Erkenntnisse und Entwicklungen beim Flachsilobau.	158 - 164
19.) Wißmüller:	Schutzanstriche für Gärfutterbehälter.	165 - 173
20.) Dr. Schön:	Mechanisierte Fütterungsverfahren für Rinder in Laufställen und ihre Auswirkungen auf das Tierverhalten und die Futteraufnahme.	174 - 176
21.) Dr. Weidinger:	Vollmechanische Rindviehfütterung.	182 - 185
22.) Dr. Weidinger:	Fahrbare Mahl- und Mischanlagen für Lohnunternehmer.	180 - 182
23.) Dr. Weidinger - Rödel:	Elektrofütterungswagen für Mastschweine.	186 - 187
24.) Dr. Boxberger:	Einstreulose Stallhaltung - Möglichkeiten und Grenzen.	188 - 193
25.) Stanzel:	Die Messungen der Wärmeleitung auf Tierliegeflächen.	194 - 199
26.) Dr. Grimm:	Entwicklungsrichtung bei der Technik der Entmistung.	200 - 207
27.) Dr. Schulz:	Entmisten und Lagern von Festmist.	208 - 212
28.) Dr. Grimm - Langenegger:	Großbehälter für Flüssigmistanlagen und Silage.	215 - 223
29.) Prof. Dr. Wenner - Dr. Schön:	Optimale Buchten- und Melkzeugzahl beim Fischgrätenmelkstand.	224 - 226
30.) Dr. Schön - Dr. Pen:	Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen bei den Melkarbeiten.	227 - 230
31.) Wißmüller - Schürzinger:	Hohlbetonmantelsteinbauweise.	231 - 232
32.) Dr. Schulz:	Landwirtschaftliche Betriebsgebäude in Starrahmenkonstruktion.	233 - 238
33.) Dr. Weidinger:	Innenwirtschaft - ein Transportproblem.	171 - 180
<u>D) AUSGEWÄHLTE VORLESUNGS-, MUSTER- UND KTBL-BLÄTTER</u>		239 - 251
<u>E) ZUSAMMENSTELLUNG DER DIPLOMARBEITEN UND DISSERTATIONEN</u>		252
<u>F) AUSWAHL VON VERÖFFENTLICHUNGEN ÜBER ARBEITEN DER LANDTECHNIK WEIHEN-STEPHAN</u>		253 - 267
<u>G) AUSWAHL VON VORTRÄGEN ÜBER ARBEITEN DER LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN</u>		267 - 277

Prof. Dr. H. L. Wenner

Freising-Weihenstephan

im Juli 1972

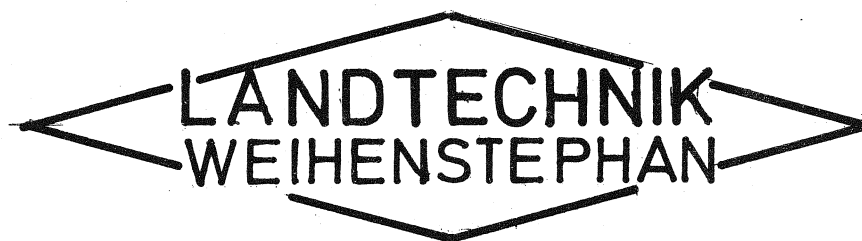
AUSBAU UND ARBEITSRICHTUNGEN DER  
LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN

Seitdem vor nunmehr drei Jahren das letzte Berichtsheft über die Landtechnik Weihenstephan erschien, ist es nun an der Zeit, wiederum die Freunde und alle Kreise, die die Landtechnik Weihenstephan unterstützen und an ihren Arbeiten großes Interesse zeigen, über die Weiterentwicklung und den Fortgang unserer Bemühungen zu informieren. So möge diese Broschüre - wie die vorherigen Hefte - dazu beitragen, die Verbindungen zur Landtechnik Weihenstephan zu festigen und weiter auszubauen.

In Zeiten einer stürmischen Weiterentwicklung des Kenntnisstandes und einer explosionsartigen Ausdehnung der Institutionen auch im Wissenschaftsbereich scheint auf der einen Seite eine individuell geprägte Betätigung und eine mehr einseitige Ausrichtung auf eine Forscherpersönlichkeit mehr und mehr zurückgedrängt zu werden; auf der anderen Seite verlangt jedoch besonders eine Aufbauphase und ein effizientes Einfügen immer neu hinzukommender Mitarbeiter ein grosses Geschick ausgeprägter Persönlichkeiten, um - wie bei der Landtechnik Weihenstephan - ein in sich geschlossenes Ganzes, eine für die Landtechnik bedeutungsvolle Institution mit hoher Ausstrahlungskraft zu erreichen. Besonders zwei hervorragende Persönlichkeiten und Wissenschaftler waren es, die in den letzten beiden Jahrzehnten den Aufbau der Landtechnik Weihenstephan vollzogen und in ihrem Sinne formten, denen für das Errichten dieser Grundmauern höchster Dank gebührt, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Walter Brenner und Prof. Dr.-Ing. Dr. agr. Max Hupfauer. Beiden, die nun den wohlverdienten Ruhestand hoffentlich noch viele Jahre genießen können, was ihnen vom Herzen vergönnt sei, kommt durch ihren Weitblick das große Verdienst zu, die für Forschung, Entwicklung und Praxis auf landtechnischem Gebiet so wichtige Weihenstephaner Institution auf- und ausgebaut zu haben; sie gilt es nun weiter zu festigen und mit zusätzlichen effizienten Arbeitsrichtungen und Forschungsgruppen auszufüllen, weil zweifellos die Anforderungen besonders auch an die Landtechnik Weihenstephan zwangsläufig in Zukunft steigen werden.

Denn der weitere Weg der Landtechnik, worunter sowohl die Mechanisierung der Landwirtschaft als auch das landwirtschaftliche Bauwesen zusammenzufassen sind, scheint klar vorgezeichnet zu sein. Die steigenden Einkommensansprüche auch in der Landwirtschaft zwingen zu einer weiteren starken Abnahme der Arbeitskräfte und gleichlaufend zu einer notwendigen Steigerung des Produktionsumfanges der in der Landwirtschaft auch in Zukunft verbleibenden Personen. Dieser Prozess der erforderlichen Zunahme der Arbeitsproduktivität kann sich nur durch einen vermehrten Einsatz landtechnischer Hilfsmittel vollziehen. Daher ist es kaum verwunderlich, daß in verstärktem Umfang Anregungen an die Landtechnik Weihenstephan herangetragen und landtechnische Verbesserungen erwartet werden, sei es durch Ausarbeitung neuer Arbeitsverfahren oder Durchführung von Arbeitsaufträgen und Forschungsarbeiten, sei es durch technische Neuentwicklungen von Geräten, Maschinen oder baulichen Anlagen, durch Einzelberatungen von Landwirten oder auch von Industriefirmen, oder sei es durch Bereitstellung von Beratungsunterlagen oder durch Veröffentlichungen, Vorträge, Schulungskurse u. a. m. . . Die Beiträge dieses Heftes geben ein Spiegelbild der Arbeiten der Landtechnik Weihenstephan in den letzten Jahren wieder.

Zur Erfüllung dieser vielfältigen Aufgaben stützt sich die Landtechnik Weihenstephan nach wie vor auf drei Säulen ab, die ihre Verankerung in spezieller Ausrichtung ihrer Haupttätigkeit finden, die aber trotzdem durch enge Verbundenheit und gegenseitige Ergänzung miteinander verwoben sind:



INSTITUT  
FÜR LANDTECHNIK

Hochschullehre  
(Vorlesungen, Seminare,  
Praktika)

Vertiefte Forschung  
(Dissertation, Diplom-  
arbeiten etc.)

BAYER. LANDESANSTALT  
FÜR LANDTECHNIK

Angewandte Forschung  
Entwicklung und Erprobung  
technischer Hilfsmittel u.  
Arbeitsverfahren,  
Beratungen

LANDTECHNISCHER  
VEREIN IN BAYERN  
e. V.

Untersuchungen und  
Schnellerprobungen  
in der Praxis,  
Beispielsbetriebe,  
Beratungen



Diese drei Bereiche wuchsen aufgrund auftretender Notwendigkeiten und steigender Anforderungen empor, sie sind aber sowohl in räumlicher als auch in personeller Hinsicht durch einen starken Verbund gekennzeichnet. Es stellt sich mehr und mehr ein Miteinander und weniger ein Nebeneinander heraus, eine sehr erfreuliche Entwicklung!

Im Institut für Landtechnik mußte entsprechend der neuen Studienordnung und der Aufgliederung des Agrarstudiums in verschiedene Studienrichtungen eine vorläufige Einteilung in mehrere Abteilungen erfolgen, um sowohl die starke Zunahme der Lehrverpflichtungen als auch die Betreuung von Forschungsschwerpunkten besser abzugrenzen. Dabei wurde das so wichtige Gebiet der landwirtschaftlichen Arbeitswissenschaft, das ständig zunehmende Bedeutung erlangt, mit einbezogen. Die landwirtschaftliche Bauforschung mußte völlig in die Landesanstalt verlagert werden, wobei dieses Fach in der Lehre als ein integrierter Bestandteil der landtechnischen Produktionsverfahren in der tierischen Veredelung behandelt wird. Als neu hinzugekommener Bereich konnte auf Anregung der Fakultät in einer Abteilung die Technik im Gartenbau und in der Landschaftsgestaltung besonders herausgestellt werden, ein grosses Gebiet, daß zusätzliche Vorlesungen verlangt und besonders in der Forschung tatkräftiger Förderung bedarf.

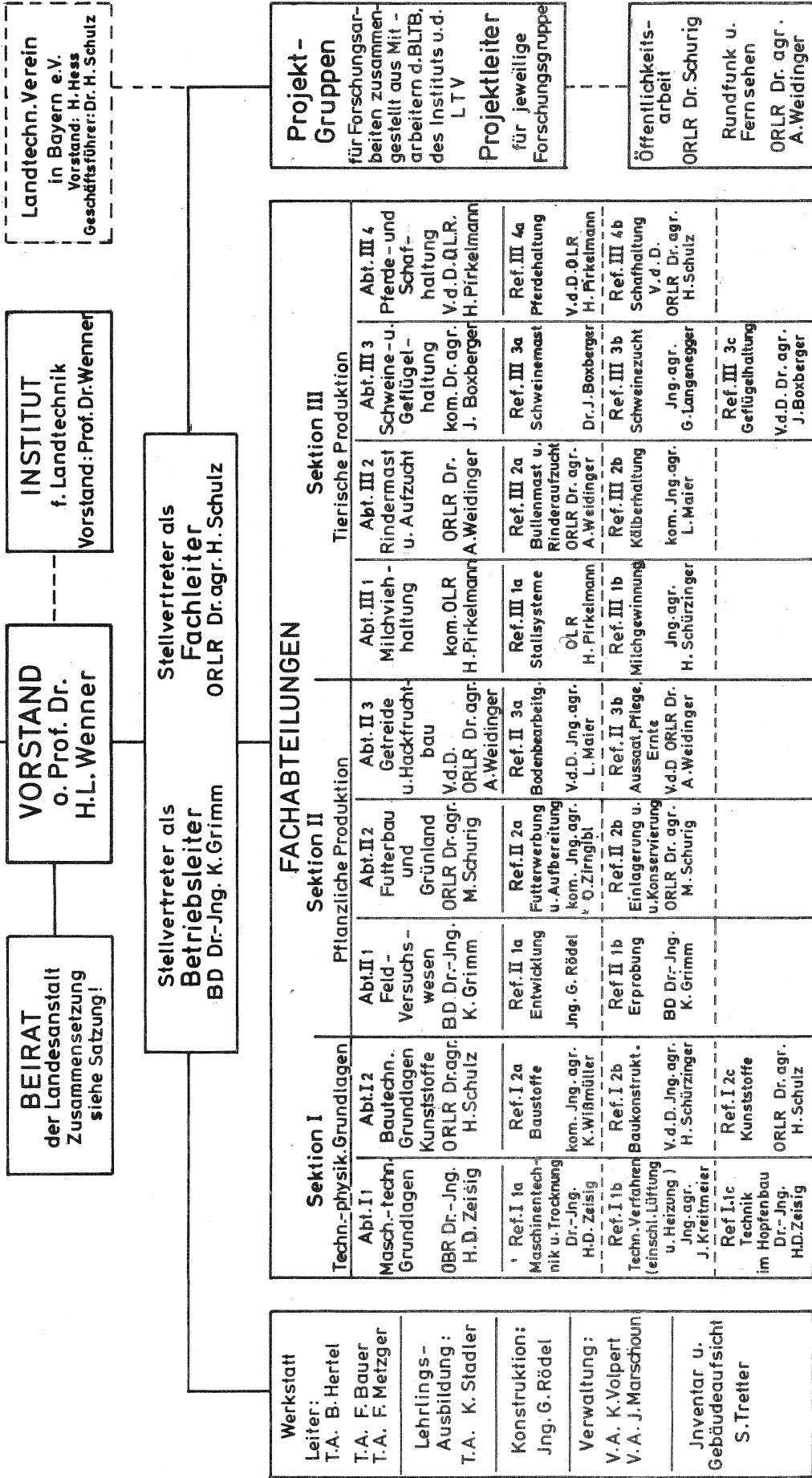


Für die Gliederung der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik ist ein neuer Organisationsplan vorgesehen, der sich einerseits gewissen Entwicklungen anpaßt und andererseits der Forderung nach größerer Spezialisierung der Tätigkeitsbereiche Rechnung trägt. Zunächst erscheint es dringend notwendig zu sein, dem landwirtschaftlichen Bauwesen mehr Gewicht zu verleihen und es in Forschungs- und Entwicklungsarbeiten stärker zu betonen, denn auf diesem Gebiet treten in der Praxis vermehrte Schwierigkeiten auf, besonders in Verbindung mit den stark gestiegenen Gebäudekosten. Aufgrund des notwendigen Ausbaues dieses Forschungszweiges soll das landwirtschaftliche Bauwesen auch im Namen der Landesanstalt Berücksichtigung finden. Als Folge einer wachsenden Spezialisierung der landwirtschaftlichen Betriebe und der Tendenz zu sehr differenzierten Betriebszweigen, die in zunehmendem Umfang Spezialkenntnisse erfordern, muß auch die Landesanstalt für Landtechnik eine stärkere fachliche Aufgliederung erfahren; durch Abgrenzung in verschiedene Fachabteilungen und Referate - soweit es der personelle Ausbau der Landesanstalt erlaubt - soll dieser Entwicklung Rechnung getragen und eine bessere Spezialberatung sowie eine Förderung zielgerechter Entwicklungen erreicht werden. Die vorgesehene neue Organisation der Landesanstalt geht aus der nebenstehenden Aufstellung hervor.

Bei den bisher sehr vielfältigen Forschungsarbeiten der Landtechnik Weihenstephan erscheint in Zukunft eine stärkere Konzentration auf einige wenige Schwerpunkte notwendig zu sein, besonders soweit es die Tätigkeit des Institutes und der Landesanstalt betrifft. Aufgrund der Erkenntnis, daß die erforderliche Weiterentwicklung der Milchviehbetriebe infolge unzureichender technischer Hilfsmittel und Arbeitsverfahren sowie durch zu hohe Anforderungen an Gebäudeinvestitionen bisher auf größte Schwierigkeiten stößt, wird in den Mittelpunkt aller Bemühungen der Landtechnik Weihenstephan die Weiterentwicklung der Produktionstechniken in der Rinderhaltung treten. Wenn auch bereits zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen auf diesem Gebiet seit längerer Zeit durchgeführt werden und gute Ansätze erzielt wurden, wird dieser Forschungsschwerpunkt in den nächsten Jahren jedoch stark ausgebaut und besonders gefördert, da die Deutsche Forschungsgemeinschaft nach unseren langen Bemühungen gemeinsam mit anderen Instituten der Fakultäten in Weihenstephan und in München dieses Gebiet als Sonderforschungsbereich 141 für die Technische Universität München genehmigt und eine baldige großzügige Finanzierung in Aussicht gestellt hat. Zur besseren Organisation dieser und auch anderer Forschungsarbeiten mußten Projektgruppen von wissenschaftlichen Mitarbeitern der gesamten Landtechnik Weihenstephan zusammengestellt werden, die in den einzelnen Teilbereichen eng zusammenarbeiten. So wird - ausgehend von einer Analyse der bisherigen Produktionsverfahren der Rinderhaltung und der Erarbeitung wichtiger Forschungsansätze - auf den Gebieten der Futterlagerung und Fütterung, der Dungbeseitigung, der Milchgewinnung und der Gebäude eine intensive, vertiefte Forschung

**Beabsichtigte Neuorganisation  
der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik u. Landw. Bauwesen (B.L.T.B.)**

( Fakultät f. Landwirtschaft u. Gartenbau in Weihenstephan d. Techn.-Universität München )



**Geb. I** Schreibarbeiten: V. A. M. Regenscheit  
Zeichenarbeiten: T. A. K. Engelbrecht

**Geb. III** Schreibarbeiten: V. A. H. Metzger  
Zeichenarbeiten: V. A. M. Asen

einsetzen können mit dem Ziel, aufbauend auf wichtigen Grundlagen eine baldige Weiterentwicklung und Verbesserung der Produktionsbedingungen bei der Rinderhaltung zu erreichen.

Neben diesem großen Forschungsschwerpunkt, der in den nächsten Jahren sicherlich große Anstrengungen der Landtechnik Weihenstephan verlangt und die meisten Kräfte in Anspruch nehmen wird, müssen einige Untersuchungsgebiete weiterverfolgt werden, die in der Praxis bereits große Bedeutung besitzen oder gewinnen können. Dazu zählen vornehmlich die Bemühungen, die Verfahren zur Gewinnung von Maiskolben-Silage mit dem Feldhäcksler und Mährescher zu verbessern, die Grünfütteretrocknung für Grünlandbetriebe als neue Futterkonservierungsmethode brauchbar und wirtschaftlich zu gestalten, mit Hilfe der modernen Minimal-Bestelltechnik eine Vereinfachung der Bodenbearbeitung und Aussaat zu erreichen, durch Einsatz geeigneter Maschinen in der Gemüseernte und in der Landschaftspflege den bisher hohen Handarbeitsaufwand zu senken, und schließlich durch Entwicklung von Spezialgeräten das Feldversuchswesen entscheidend zu erleichtern. Alle diese landtechnischen Forschungen sowie die bisherigen Untersuchungen auf dem Gebiet Futterbau-Rindviehhaltung konnten nur durch großzügige finanzielle Förderung von verschiedenen Institutionen durchgeführt werden, denen auch an dieser Stelle für ihre wertvolle Hilfe gedankt sei: Dem Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, dem Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, der Landmaschinen und Ackerschlepper-Vereinigung und nicht zuletzt den zahlreichen Landmaschinenfirmen, die uns durch Bereitstellung von Konsignationsmaschinen und Versuchsgeräten unterstützten.

Die Erfolge der Landtechnik Weihenstephan in den letzten Jahren basieren aber in erster Linie auf dem unermüdlichen Einsatz und dem großen Fleiß aller Mitarbeiter; ihnen gebührt abschließend mein besonderer Dank.

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'Werner', is written in black ink on the page.

Vortrag am 30.9.1971 in Baden-Baden Mitglieder-  
versammlung LAV

"Die zukünftige Entwicklung der Agrarproduktion  
und ihre Auswirkung auf die Landtechnik"

Prof. Dr. HEINZ-LOTHAR WENNER, Landtechnik Weihenstephan\*)

Wenn auch in allen Entwicklungsepochen der Menschheit Zukunftsprognosen und futuristische Studien angestellt wurden, so ist es seit einigen Jahren jedoch geradezu modern geworden, über alle Lebensbereiche des Menschen und besonders über sämtliche Wirtschaftsgebiete möglichst fundierte Zukunftsaussagen zu formulieren. Besonders in solchen Zeiten, in denen das Wachstum einzelner Wirtschaftszweige, wie augenblicklich der Landwirtschaft und der mit ihr verketteten Industriegruppen, nicht mehr eine fortlaufende Steigerung erfährt, sondern mehr und mehr stagniert, entsinnt man sich der Notwendigkeit, den Blick in die Zukunft zu richten. Zu solchen Versuchen einer Vorausschau haben zwangsläufig sämtliche Bereiche der gewerblichen Wirtschaft, insbesondere aber auch unsere Forschungsinstitutionen Veranlassung, soll sich ihre Tätigkeit nicht auf das Registrieren des Vorhandenen oder auf historische Betrachtungen einseitig erstrecken. Denn die Forschung, zumal im angewandten Sektor, muß vorwiegend zukunftsorientiert sein, auch im Bereich der Agrarwissenschaften. So soll nachfolgend der Versuch unternommen werden, über das weite Gebiet der Landtechnik einige wichtige Zukunftsaufgaben zu analysieren, und zwar in Abhängigkeit der Entwicklungstendenzen in der Agrarproduktion. Dabei muß eingeschränkt werden, daß nur einige Teilaspekte zu einem umfassenden Zukunftsbild der Landtechnik beigetragen werden können; aber einzelne Bausteine sind notwendig für ein Gesamtgebäude.

#### *Wichtige Fakten der zukünftigen Agrarproduktion*

Um fundierte Aussagen über den weiteren Weg der Landtechnik erarbeiten zu können, müssen zunächst die hierzu erforderlichen Voraussetzungen und Vorbedingungen skizziert werden. Die Landtechnik ist ein integrierter Bestandteil der gesamten Agrarproduktion; es kommt in Zukunft also entscheidend auf die weitere Entwicklung unserer Agrarerzeugung an.

So erscheint es als Ausgangspunkt der späteren landtechnischen Analysen zuerst notwendig, einige wichtige Fakten der zukünftigen Agrarproduktion darzulegen, soweit sich aus ihnen landtechnische Folgerungen ableiten lassen. Dabei sollen agrarpolitische Thesen, die von berufenerer Seite aufgestellt werden können, völlig außer Betracht bleiben; hier soll lediglich auf einige zwingende Zusammenhänge in Verbindung mit der weiteren Entwicklung unserer Landwirtschaft als Grundlage unserer späteren Betrachtungen eingegangen werden.

---

\*) Diese Ausarbeitung entstand unter Mitwirkung von Dr. H. Schön, Dr. Estler und Dr. Weidinger.

Die westdeutsche Agrarproduktion wird in den nächsten zehn Jahren und wahrscheinlich auch noch darüber hinaus durch folgende Tatsachen gekennzeichnet sein, wie die wichtigsten Agrarexperten und inzwischen zahlreiche agrarwissenschaftliche Ausarbeitungen übereinstimmend aussagen.

### 1. Gesamtmenge an Agrarerzeugnissen

Die Gesamtmenge an Agrarerzeugnissen kann zukünftig in Westdeutschland kaum noch eine Expansion erfahren, da infolge der Stagnation der Bevölkerungszunahme die Mengennachfrage weitgehend konstant bleibt. Hinzu kommt, daß die Einfuhren innerhalb der EWG liberalisiert wurden und Exportchancen infolge unseres höheren Agrarpreisniveaus in nur sehr begrenztem Umfang vorhanden sind. Der Spielraum zur Erhöhung der Agrarproduktion bleibt demnach sehr eng begrenzt.

### 2. Art und Weise der Agrarerzeugung

Die Art und Weise unserer Agrarerzeugung wird zunehmend eine Umschichtung von Grundnahrungsmitteln zu veredelten Produkten erfahren, da das Einkommen der Bevölkerung ständig ansteigt und folglich mehr und mehr qualitativ hochwertige Ernährungsgüter verlangt werden. Das bedeutet, daß sich die Landwirtschaft in verstärktem Ausmaß der tierischen Veredelungsproduktion hinwenden muß und daß sich das Hauptgewicht ihrer Investitionen in den Bereich der Tierhaltung verschieben wird. Das bedeutet aber auch, daß höherwertige pflanzliche Produkte, wie Obst und Gemüse, eine Ausweitung erfahren werden, ein Gebiet, um dessen Mechanisierung sich die Landmaschinenindustrie bisher zu wenig bemüht hat. Aber auch die Lebensmittel verarbeitende Industrie wird aufgrund dieser Entwicklung weiter expandieren, da vom Verbraucher weitgehend vorbereitete Nahrungsmittel zunehmend gewünscht werden. Diese Zusammenhänge sollten von der Landmaschinenindustrie sehr ernsthaft überdacht werden, weil sich hier unter Umständen weite, noch nicht genügend ausgeschöpft Gebiete eröffnen.

### 3. Preisniveau für Agrarprodukte

Das Preisniveau für Agrarprodukte wird auf der Basis von Realpreisen auf lange Sicht bestenfalls konstant bleiben. Wenn auch in Agrarprogrammen eine jährliche reale Preiszunahme von 0,5 % unterstellt wurde, so weisen in Wirklichkeit die Realpreise in den vergangenen Jahren jedoch mit etwa 1 % je Jahr eine leicht sinkende Tendenz auf. Es ist zu befürchten, daß von der Preisseite aus in Zukunft kaum eine Verbesserung der Situation der Landwirtschaft zu erwarten ist.

#### 4. Gesamteinkommen der Landwirtschaft

Das Gesamteinkommen unserer heimischen Landwirtschaft kann folglich weiterhin kaum steigen, wenn die Menge an Agrarprodukten und auch die Realpreise nahezu stagnieren. Der Anteil der Landwirtschaft am gesamten Sozialprodukt wird in einer expandierenden Wirtschaft ständig sinken.

#### 5. Pro-Kopf-Einkommen in der Landwirtschaft

Das Pro-Kopf-Einkommen in unserer Landwirtschaft kann aufgrund der vorher geschilderten Zusammenhänge fast ausschließlich nur dadurch erhöht werden, indem mehr und mehr Menschen aus der landwirtschaftlichen Produktion ausscheiden, indem also die Gesamtmenge an Agrarerzeugnissen von weniger Landwirten produziert wird. Hier ergibt sich also der zwingende Zusammenhang, daß die Einkommen der in der Landwirtschaft Tätigen in Zukunft nur in dem Ausmaße steigen können, wie Arbeitskräfte von der Agrarproduktion in andere Wirtschaftsbereiche abgegeben werden können und abwandern. Will man folglich auf dem Land sozial vergleichbare Lebensbedingungen mit den anderen Wirtschaftszweigen erhalten und den Abstand zwischen den Verdienstmöglichkeiten im Agrarsektor und der übrigen Wirtschaft nicht weiter vergrößern, dann müssen zwangsläufig mit weiterer Steigerung der allgemeinen Einkommen parallel verlaufend die Arbeitskräfte in der Landwirtschaft vermindert werden. Da nun bis zum Jahre 1980 ganz allgemein mit einer Verdoppelung der Bruttolöhne und darüber hinaus mit einer Fortsetzung dieses Trends gerechnet wird, müßte sich die Zahl der landwirtschaftlichen Vollarbeitskräfte von augenblicklich etwa 1,6 Millionen in den nächsten zehn Jahren auf annähernd 0,7 Millionen verringern, wenn man die augenblickliche Überalterung auf dem Lande mit berücksichtigt. Diese Maßnahme wird von fast allen Agrarexperten als der zukünftig einzig mögliche Ausweg angesehen, die Landwirtschaft am weiter steigenden Realeinkommen teilhaben zu lassen.

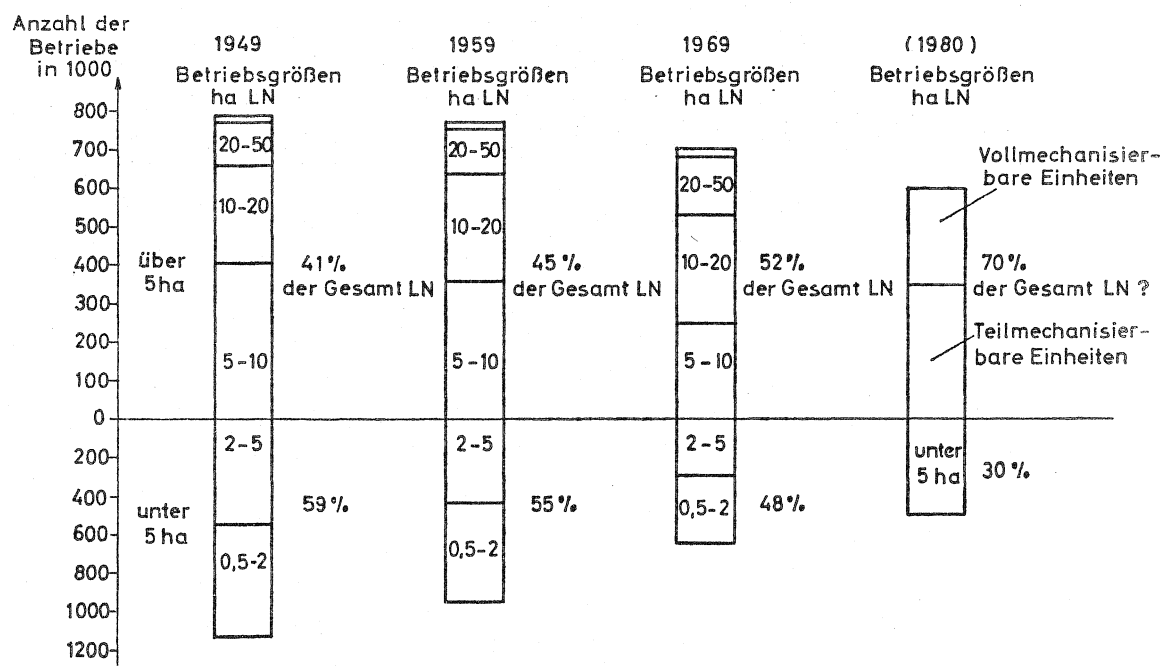
#### 6. Arbeitsproduktivität in der Landwirtschaft

Als Folge dieser zwangsläufigen Entwicklung muß also die Arbeitsproduktivität der in der Landwirtschaft verbleibenden Vollarbeitskräfte weiterhin gewaltig gesteigert werden, sie müßte folglich in zehn Jahren mindestens eine Verdoppelung gegenüber dem heutigen Stand erreichen. Hieraus ergibt sich der zwingende Zusammenhang, das durchschnittliche Arbeitsvolumen je Arbeitskraft — oder genauer gesagt, die jährliche Produktionsmenge je Arbeitskraft — im Verlauf des nächsten Jahrzehntes mehr als zu verdoppeln. Wenn augenblicklich im großen Durchschnitt von einer Vollarbeitskraft etwa 7,5 ha bewirtschaftet werden, müßten es dann bei

gleichbleibenden Hektarerträgen etwa 17 ha sein, ein Wert, der bereits heute von Spitzenbetrieben erreicht wird. Diese Steigerung des Arbeitsumfanges je Arbeitskraft läßt oberflächlich betrachtet den Schluß zu, daß in Zukunft ein erheblicher zusätzlicher Bedarf an technischen Hilfsmitteln erforderlich wird, um dieses hohe Arbeitsvolumen je Arbeitskraft zu realisieren. In der Tat muß auch mit einer weiteren starken Zunahme an Kapitaleinsatz für Maschinen je Arbeitskraft gerechnet werden. Jedoch wird dieser Effekt durch die ständige Verringerung der Zahl der Arbeitskräfte kompensiert, so daß die Gesamtinvestitionen auf lange Sicht nur in begrenztem Ausmaß einer Veränderung unterliegen dürften.

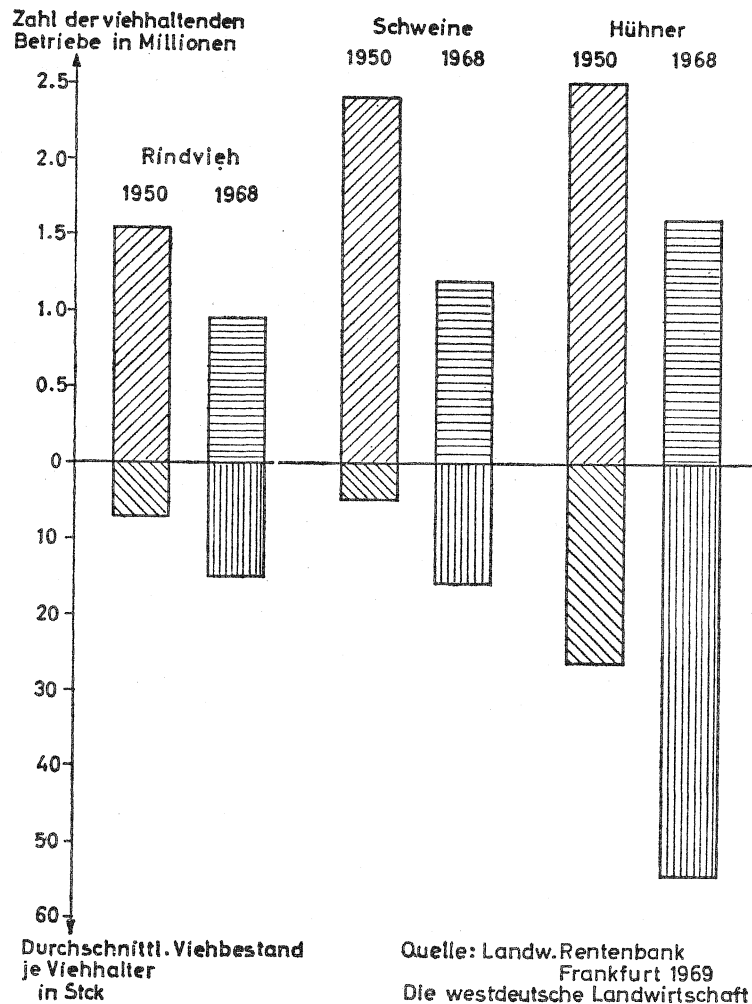
## 7. Übergang zu hoher Arbeitsproduktivität

Der Übergang von der augenblicklich noch niedrigen zur gewünschten hohen Arbeitsproduktivität in der Landwirtschaft wird aber außerordentlich erschwert durch die vorliegenden schlechten Strukturbedingungen. Denn der Strukturwandel der Betriebsgrößen kann sich nur langsam vollziehen, da die Ausgangsposition recht bescheiden ist. Zwar hat sich die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe von 1949 bis 1969 stark vermindert, besonders in den Betriebsgrößen unter 5 ha, so daß der Anteil der größeren Betriebe an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche ständig gestiegen ist (Bild 1). Jedoch schreitet dieser Prozeß der Betriebsvergrößerungen auch in Zukunft nur langsam voran, und man rechnet bis 1980 mit im-



**Bild 1: Entwicklung der Betriebsgrößen in der Bundesrepublik Deutschland**





**Bild 2: Zahl der viehhaltenden Betriebe und Bestandesgrößen**

merhin noch etwa 600 000 Betrieben über 5 ha LN; davon dürfte ein kleinerer Anteil als vollmechanisierbare Zukunftsbetriebe anzusehen sein, ein größerer kommt als teilmechanisierbare Einheiten in Betracht. Auch das zukünftige Verhalten der Zuerwerbs- und Nebenerwerbsbetriebe bringt für eine vorausschauende Planung einige Unsicherheiten mit sich.

Ferner wird eine zügige Vergrößerung der durchschnittlichen Herdenbestände, um in der Veredelungswirtschaft auch hohe Arbeitsproduktivitäten zu erzielen, durch die vorhandenen, sehr begrenzten Stallkapazitäten erheblich verzögert. Denn die durchschnittlichen Viehbestände je Betrieb (Bild 2) weisen augenblicklich noch sehr bescheidene Werte auf, beispielsweise in der Rindvieh- und Schweinehaltung noch unter 20 Tiere je Viehhalter. Aber der Trend zu größeren Bestandseinheiten wird in Zukunft

verstärkt anhalten, wie sich bereits in den vergangenen 20 Jahren bei allen Tierarten mehr als eine Verdoppelung der Durchschnittsbestandesgrößen vollzog.

Die für alle diese gewünschten Umstellungen notwendigen riesigen Kapitalsummen, die nun je Arbeitsplatz aufgebracht werden müssen, wirken sich aber zweifellos als stark bremsender Faktor aus. Trotzdem können diese Einwirkungen die Gesamtentwicklung in der Landwirtschaft nicht aufhalten, lediglich nur verzögern, so daß das Ziel der Verdoppelung der landwirtschaftlichen Einkünfte vielleicht nicht nach zehn Jahren, sondern erst später in 12 oder 15 Jahren erreicht wird. Der allgemeine Trend könnte also eine Verlangsamung erfahren, unter Umständen könnte er aber auch, je nach finanzieller Unterstützung durch den Staat, steiler verlaufen.

#### *Die zukünftigen Notwendigkeiten und Anforderungen an die Landtechnik*

Damit wären für die nachfolgenden Betrachtungen die wichtigsten Fakten der zukünftigen Entwicklung der Agrarproduktion dargelegt. Auf dieser Basis aufbauend soll nun versucht werden, die zukünftigen Notwendigkeiten und die Anforderungen an die Landtechnik zu konkretisieren. Dabei ist die Frage entscheidend, inwieweit die augenblicklich verfügbaren technischen Hilfsmittel und die jetzigen landtechnischen Arbeitsverfahren der vorher skizzierten Steigerung der Arbeitsproduktivität bereits genügen beziehungsweise wo entsprechende Lücken auftreten. Darüber hinaus wäre aber auch interessant zu wissen, ob sich in den verschiedenen Bereichen der Agrarproduktion technische Möglichkeiten anbieten, das Arbeitsvolumen je Arbeitskraft weit über das geforderte Ausmaß anzuheben. Es kann aber nicht Aufgabe dieses Beitrages sein, Aussagen über zukünftige Absatzchancen der einzelnen Maschinengattungen zu machen oder sogar Prognosen über notwendige Maschinenkäufe der westdeutschen Landwirtschaft anzustellen, obwohl die aufgezeigten Entwicklungstendenzen sicherlich einen großen Einfluß ausüben werden. Die Marktforschungsabteilungen der Firmen und die LAV sind zu einzelnen

Absatzprognosen viel besser in der Lage als landtechnische Forschungsinstitute, die hierzu lediglich einige Grundlagen liefern können. Vielmehr soll nachfolgend der Versuch unternommen werden, allein vom Gesichtspunkt der Arbeitserledigung ausgehend die einzelnen Produktionszweige der Landwirtschaft zu durchleuchten und Hinweise zu erarbeiten, welche zukünftigen Entwicklungen in den einzelnen Bereichen der Landtechnik einsetzen müßten. Hierbei kann es sich also lediglich um Anregungen für zukunftsorientierte landtechnische Notwendigkeiten und für Forschungs- und Entwicklungslinien handeln, wobei völlig offen bleiben muß, zu welchem genauen Zeitpunkt eine Realisierung der jeweiligen Maßnahmen möglich wird. Denn landtechnische Entwicklungen werden in ihrem zeitmäßigen Ablauf sehr stark vom Markt her beeinflußt mit allen seinen nicht vorher abwägbaren Einflußfaktoren. Auch sind große Erfindungen, die gewisse Sprünge in einem sonst kontinuierlich verlaufenden Trend auslösen und den technischen Fortschritt beschleunigen können, in keiner Weise vorhersehbar.

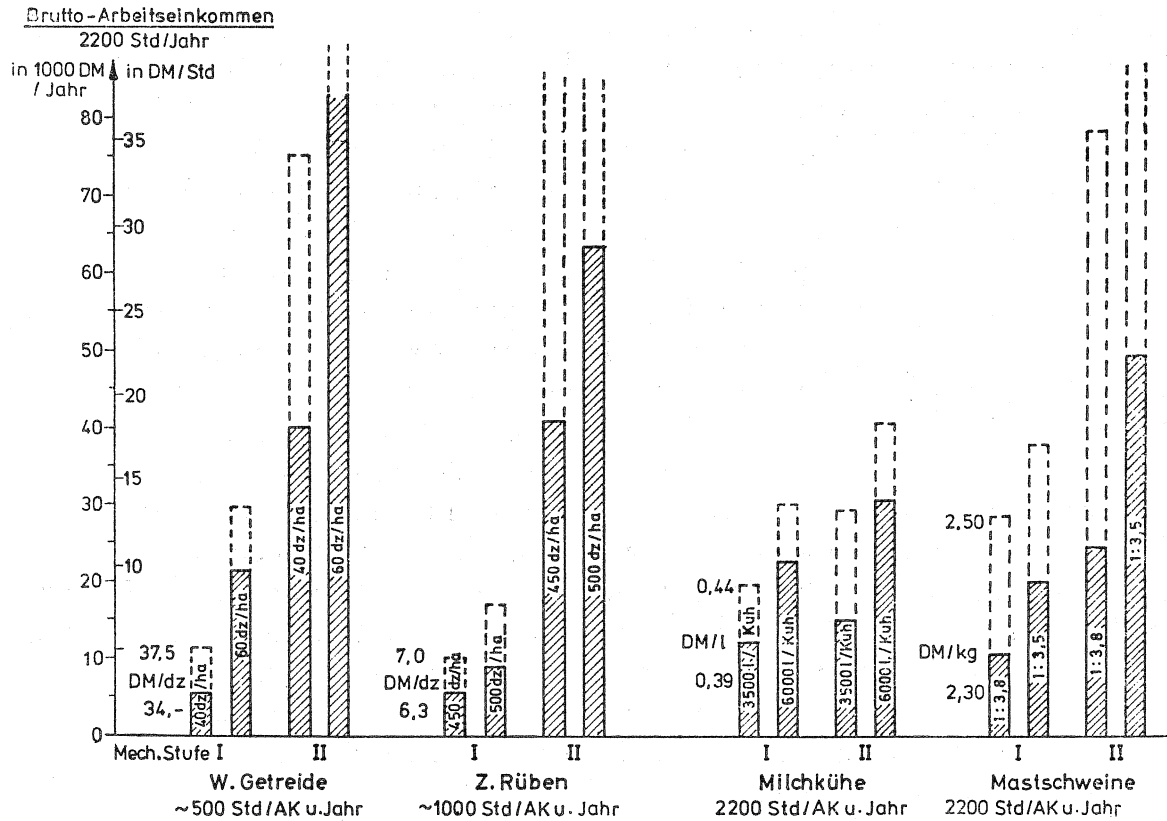
Trotz dieser Einschränkungen können jedoch schon jetzt einige wesentliche landtechnische Entwicklungsnotwendigkeiten genauer definiert werden. Dazu ist es erforderlich, die einzelnen Produktionszweige der Landwirtschaft isoliert zu betrachten und auf ihre Arbeitsproduktivität hin zu untersuchen. Ein solches Vorgehen, einzelne Produktionszweige losgelöst vom existenten Gesamtbetrieb arbeitswirtschaftlich zu analysieren, kann durch die Notwendigkeit gerechtfertigt werden, daß eine hohe Gesamtproduktivität einer Arbeitskraft immer erreicht werden muß, auch wenn in der Praxis eine Aufgliederung, meistens sogar noch eine Aufsplitterung in mehrere Produktionsrichtungen vorliegt. Entscheidend ist letztlich nur die Produktivität der landtechnischen Arbeitsverfahren, gleich ob eine Arbeitskraft beispielsweise anteilmäßig mehr im Getreidebau oder mehr in der Schweinemast oder aufgegliedert in anderen Produktionsrichtungen beschäftigt ist.

Wenn nun ausgewählte, wichtige Zweige der Agrarproduktion auf ihre mögliche Arbeitsproduktivität hin untersucht werden und wenn unterstellt wird, daß ab etwa 1980 mit einem als befriedigend anzusehenden Brutto-Arbeitseinkommen von ungefähr 15 DM/Std. gerechnet werden muß,

dann ergibt sich folgendes Bild (Bild 3): Die pflanzliche Produktion — hier als Beispiele der Winterweizen- und Zuckerrübenanbau — eröffnet beim Übergang von einer mittleren zur heutigen höchstmöglichen Mechanisierungsstufe (Mech. Stufe I zu Mech. Stufe II) grundsätzlich bessere Möglichkeiten, die Arbeitsproduktivität kräftiger zu erhöhen als in der Tierhaltung, besonders als in der Milchviehhaltung. Hinzu kommt, daß bei dieser Berechnung der Jahresarbeitsproduktivität einer Arbeitskraft für die Erzeugung von Winterweizen oder Zuckerrüben nur wesentlich weniger effektive Arbeitsstunden benötigt werden — nur 500 bzw. 1000 Std./AK und Jahr —, wodurch im praktischen Betrieb diese Arbeitskraft durch Tätigkeiten außerhalb der festgelegten Zeitspannen, zum Beispiel für den Sommerweizenanbau, nochmals ihre Arbeitsproduktivität steigern kann.

Als wesentlicher Zusammenhang für landtechnische Betrachtungen muß also festgehalten werden, daß innerhalb der einzelnen Betriebszweige der Übergang von einer augenblicklich bereits guten Mechanisierungsstufe (Mech. Stufe I) zur verfügbar höchsten Technisierung (Mech. Stufe II) ganz besonders in der Pflanzenproduktion eine starke Erhöhung der Arbeitsproduktivität erlaubt; der Einfluß des Mechanisierungsgrades macht sich also gerade hier sehr deutlich bemerkbar, weil die Technik für die pflanzliche Produktion gegenüber der Tierhaltung weit vorausgeeilt ist. Aber auch in der Veredelungsproduktion macht sich der Schritt von augenblicklich guten Mechanisierungsstufen zu bestmöglichen Arbeitsverfahren, die sich bereits anbieten, durch eine kräftige Steigerung des Brutto-Arbeitseinkommens bemerkbar. In allen Bereichen der Agrarproduktion sind also primär die Fortschritte der Landtechnik für ein Anwachsen der Arbeitsproduktivität maßgebend.

Neben diesem Einfluß des Technisierungsgrades spielt aber auch der Ertrag je Erzeugungseinheit (je ha oder Großvieheinheit - GV) eine bedeutungsvolle Rolle. Durch den Übergang zu hohen Flächenerträgen (z. B. von 40 auf 60 dz Getreide/ha) und zu hohen Tierleistungen (z. B. von 3,8 auf 3,5 kg Futtermittelverbrauch für 1 kg Schweinefleischzuwachs) läßt sich bereits bei mittleren Mechanisierungsverfahren eine wesentliche Verbesserung der Arbeitsproduktivität erreichen, ein Effekt, der sich bei höchsten Mechanisierungsstufen noch viel stärker auswirkt. Das bedeutet praktisch, daß mit dem Wechsel zu höchsten Technisierungsgraden gleichzeitig mit Hilfe landtechnischer Maßnahmen die Voraussetzungen für höchstmögliche Erträge und Leistungen geschaffen werden sollten. Hier hat die Landtechnik in allen ihren Bereichen der Maschinen- und Gebäudeentwicklung eine zukünftig immer wichtigere Aufgabe zu lösen.



**Bild 3: Mögliche Arbeitsproduktivität einzelner Betriebszweige bei mittlerer und höchster Mechanisierungsstufe**

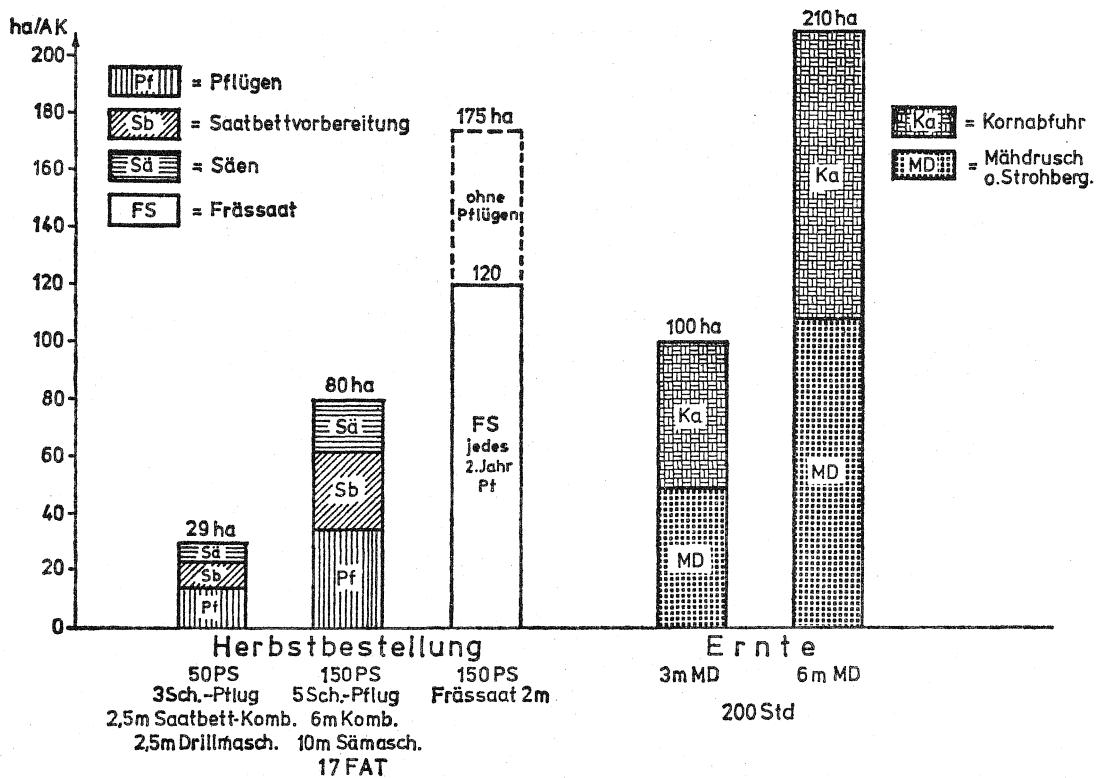
Schließlich sei noch auf die Bedeutung der Erzeugerpreise für hohe Arbeitsproduktivitäten in der Landwirtschaft hingewiesen. Eine Erhöhung der realen Agrarpreise um 10 % — also eine Steigerung um 10 % über die Aufwandskosten hinaus — könnte sich bei pflanzlichen Produkten und in der Schweinehaltung besonders bei hohen Mechanisierungsstufen enorm auf das Arbeitseinkommen auswirken, bei der Milchproduktion jedoch wesentlich bescheidener. Die Landwirtschaft muß also versuchen, jeden sich bietenden Spielraum für Preiserhöhungen auszunutzen, und sie muß dankbar dafür sein, wenn sich die mit ihr verbundenen Industriegruppen für höhere Agrarpreise einsetzen. Infolge der eingangs skizzierten Zusammenhänge muß jedoch mit großen Schwierigkeiten gerechnet werden, das Preisniveau für Agrarprodukte über die allgemeine Preisentwicklung hinaus ausreichend anzuheben.

Detailliertere Aussagen über zukünftige landtechnische Notwendigkeiten lassen sich nun erarbeiten, indem nach dieser allgemeinen Übersicht die einzelnen Produktionszweige genauer analysiert und auf die Leistungsfähigkeit unserer Arbeitsverfahren untersucht werden. Hierbei sollen auf der einen Seite die Arbeitsleistung, also das mögliche Arbeitsvolumen je

Arbeitskraft, auf der anderen Seite aber auch der höchstmöglich erzielbare Ertrag Berücksichtigung finden, um sich letztlich den vorhin geschilderten hohen Brutto-Arbeitseinkommen zu nähern. Wenn aber nachfolgend das auf dem jeweiligen Mechanisierungsgrad basierende, mögliche Arbeitsvolumen je Arbeitskraft, also die zu bearbeitende Fläche je Arbeitskraft oder die Zahl der zu betreuenden Tiere je Arbeitskraft, in den Vordergrund gestellt wird, dann bedeutet dies nicht, daß entsprechend große Einzelbetriebe gefordert würden oder vorhanden sein müßten. Denn erstens sind einseitig auf nur eine Produktionsrichtung spezialisierte Betriebe bei uns sehr selten; in der Regel liegt eine Verflechtung mehrerer Betriebszweige mit unterschiedlichem Anteil vor, deren Addition ein insgesamt hohes Arbeitsvolumen je Arbeitskraft und Jahr ergeben kann. Und zweitens muß der überbetriebliche Maschineneinsatz jedweder Form, also eine Mechanisierung losgelöst vom Einzelbetrieb, immer mehr Berücksichtigung finden, so daß sich das mögliche Arbeitsvolumen einer Arbeitskraft auf mehrere Einzelbetriebe erstrecken kann. Die Leistungsfähigkeit unserer landtechnischen Arbeitsverfahren ist also auch unabhängig von einzelbetrieblicher Betrachtungsweise zu beurteilen. Im übrigen kann dieses methodische Vorgehen nicht dazu dienen, optimale Betriebsorganisationen und -größen zu bestimmen.

### *Wintergetreide-Anbau*

Im Wintergetreide-Anbau (Bild 4) müssen die beiden, durch bestimmte Zeitspannen limitierten Arbeitsblöcke Herbstbestellung und Getreideernte zunächst getrennt betrachtet werden. Denn die möglichen Feldarbeitstage für die *H e r b s t b e s t e l l u n g* und die möglichen Getreideerntestunden grenzen primär die Leistungsfähigkeit der Arbeitsverfahren ein. So kann eine Arbeitskraft mit einer guten augenblicklichen Mechanisierung, das heißt 50-PS-Schlepper mit 3-Schar-Pflug und entsprechend leistungsfähigen Bestell- und Säegeräten, innerhalb der unterstellten 17 Feldarbeitstage im Herbst lediglich eine Fläche von etwa 30 ha fertig bestellen; dieses Arbeitsvolumen reicht jedoch für eine hohe Arbeitsproduktivität keineswegs aus und entspricht auch nicht den viel leistungsfähigeren Ernteverfahren. Erst eine wesentliche Steigerung der Pflugleistungen mit 5-Schar-Pflügen hinter einem 150-PS-Schlepper und sehr breite Bestellkombinationen und Sämaschinen treiben das Arbeitsvolumen je Arbeitskraft auf etwa 80 ha. Wenn auch dieser Wert in größeren Betrieben bereits heute erreicht wird, so kann auch diese Arbeitsleistung in fernerer Zukunft nicht genügen, zumal schon heute normale Ernteverfahren höhere Flächenleistungen erlauben. Erst der Übergang zum teilweisen Verzicht auf die Pflugarbeit oder schließlich nur zur Minimalbodenbearbeitung in Form von Frässaat



**Bild 4: Arbeitsvolumen im Getreidebau (W.-Getreide)  
FAT-Feldarbeitstage**

läßt das Arbeitsvolumen je Arbeitskraft emporschnellen und höchste Arbeitsproduktivitäten erwarten, zumal entsprechend leistungsfähige Ernteverfahren ebenfalls in Sicht sind.

Der Grund für den Engpaß und das Nachhinken der Bodenbearbeitung ist in erster Linie verursacht durch unsere konventionellen Bodenbearbeitungsgeräte, besonders den Pflug, die lediglich von der Gespannstufe übernommen und hinter dem Zugschlepper angeordnet wurden. Eine Steigerung der Arbeitsleistung läßt sich hierbei nur durch Erhöhung der Geschwindigkeit und der Arbeitsbreite sowie durch Koppeln mehrerer Geräte erzielen bei gleichzeitiger Vergrößerung der Schlepperleistung. Die Grenzen der Zugfähigkeit sehr starker Schleppereinheiten werden jedoch immer mehr sichtbar, und es erscheint letztlich sehr fraglich, ob überhaupt durch diese Methode, immer größere Bodenbearbeitungsgeräte über den Acker zu ziehen, das Ziel höchster Arbeitsleistungen erreichbar wird. Der Wirkungsgrad unserer bisherigen Bodenbearbeitungsgeräte scheint offenbar viel zu schlecht zu sein, vielleicht handelt es sich hier um eine Vergeudung von Antriebsenergie.

Als einzig sinnvoller Ausweg bietet sich ein vermehrter Übergang zu angetriebenen Bodenbearbeitungswerkzeugen an, um hohe und höchste

Motorleistungen in Zukunft einsetzen zu können und um die Nachteile des reinen Zugschleppers zu umgehen. Neben einer dann noch weiter zu steigernden Arbeitsleistung in ha/AK liegt die besondere Bedeutung der angetriebenen Werkzeuge aber vor allem auch darin, eine bessere Anpassung an jeweils vorliegende Bodenverhältnisse — trocken oder feucht, verdichtet oder locker, usw. — zu erreichen, indem die Drehzahlen der Werkzeuge variiert werden könnten. Bei unseren starren Werkzeugen kann ein Einfluß auf die Bodenbearbeitung mehr oder weniger nur über die Veränderung der Fahrgeschwindigkeit erzielt werden, wobei für hohe Arbeitsleistungen jedoch immer höchst mögliche Geschwindigkeiten erwünscht wären. Diese bessere Anpassung durch angetriebene Aggregate kann sicherlich zu gesteigerten Bodenbearbeitungsleistungen führen, vielleicht auch dadurch, daß sich dann die Zeitspannen weiter ausdehnen lassen.

Besonders aber auch der Wunsch nach höchsten Ernteerträgen und hierdurch Steigerung der Arbeitsproduktivität wird in Zukunft eine bessere, pflanzenspezifisch optimale Bodenbearbeitung verlangen. Mehr als mit den bisher gezogenen Geräten möglich, muß in Zukunft eine Anpassung an präzise Anforderungen der einzelnen Kulturpflanzen angestrebt werden. Auch das könnte wiederum nur perfekt durch vom Schlepper angetriebene Bodenbearbeitungswerkzeuge erreicht werden, die in den einzelnen Horizonten grobe bis feinste Krümelung und Zerkleinerung, entsprechendes Mischen und Wenden, je nach pflanzenbaulich optimalen Werten erlauben müßten. Hier wäre also ein Übergang von der bisherigen gefühlsmäßigen, dem Zufall unterliegenden Bodenbearbeitung zur exakten, ingenieurmäßigen, vorprogrammierbaren Bearbeitung zu vollziehen. Der Weg führte dann von den bisher vielfältigen Bodenbearbeitungsgeräten zur Bodenbearbeitungsmaschine, die sich auf Standardgrößen für die einzelnen Kulturpflanzen einstellen lassen müßte. Unabdingbare Voraussetzung hierfür wären allerdings genau definierte Anforderungen von Seiten der wissenschaftlichen Disziplin des Acker- und Pflanzenbaues und die Entwicklung von exakten Meßmethoden, die die Wirkung der Bodenbearbeitung auf dem Acker schnell zu überprüfen gestatten.

In diese Betrachtungsweise muß auch das bisherige Säverfahren mit einbezogen werden. Da unsere Drillmaschinen durch ihre Ablage des Saatgutes in Reihen keine exakte Verteilung über die Fläche ermöglichen, und auch die Tiefenablage der Körner ungenau erfolgt, kann ein völliges Ausnutzen der Nährstoffe des Bodens nicht erfolgen und ein optimales gleichmäßiges Pflanzenwachstum kaum erreicht werden. Warum sollten aber gerade auf diesem Gebiet der Sätechnik bei Getreide die noch genauer zu fassenden Anforderungen des Pflanzenbaues in Zukunft nicht zu erfüllen sein, indem gleichzeitig mit der optimalen Bodenbearbeitung auch eine



optimale Körnerablage erfolgt? Ähnliches gilt auch für die Ausbringung von Mineraldünger, wobei allerdings dieser Arbeitsgang nicht so termingebunden, also auch gesondert durchgeführt werden kann. Die Verteilung des Mineraldüngers mit unseren Schleuderstreuern läßt in der Tat viel zu wünschen übrig, zumal dann, wenn höchste Erträge angestrebt und höchste Gaben der stark ertragssteigernden Düngemittel wie Stickstoff gegeben werden sollen. Eine exakte, pflanzenphysiologisch richtige Ablage aller Düngerarten (auch der staubförmigen) bei trotzdem großen Arbeitsbreiten wäre hier das Ziel. Auch flüssige Düngerformen, wie beispielsweise  $\text{NH}_3$  oder Stickstofflösungen, die in Zukunft vielleicht eine Verbilligung der Düngung ermöglichen, sollten auf gleiche Weise berücksichtigt werden. Alle diese gezielten Maßnahmen und maschinentechnischen Verbesserungen würden dem Zweck dienen, eine Steigerung der Arbeitsqualität und damit ein höheres Ertragsniveau zu erreichen, also auch hierdurch eine höhere Arbeitsproduktivität.

Entgegen der Bobenbearbeitung, Bestellung und Aussaat ist die Getreidernte durch eine bereits hochentwickelte Technik gekennzeichnet. Hier kann sich in naher Zukunft der Übergang zur automatischen Steuerung und Regelung einzelner Mähdrescheraggregate vollziehen mit dem Zweck, die Bedienungsperson mit weiterer Vergrößerung der Mähdrescher zu entlasten und eine optimale Verarbeitung des Erntegutes, also eine Verbesserung der Arbeitsqualität zu erzielen. Gleichzeitig mit der optimal gesteuerten Durchsatzmenge läßt sich eine gute Ausschöpfung des Leistungspotentials des Mähdreschers erreichen, obwohl die Steigerung der Arbeitsleistung dieser Maschinen aus der Sicht der Arbeitsproduktivität der Arbeitskraft kaum noch Wünsche offen läßt, wenn zu sehr großen Schnittbreiten übergegangen wird.

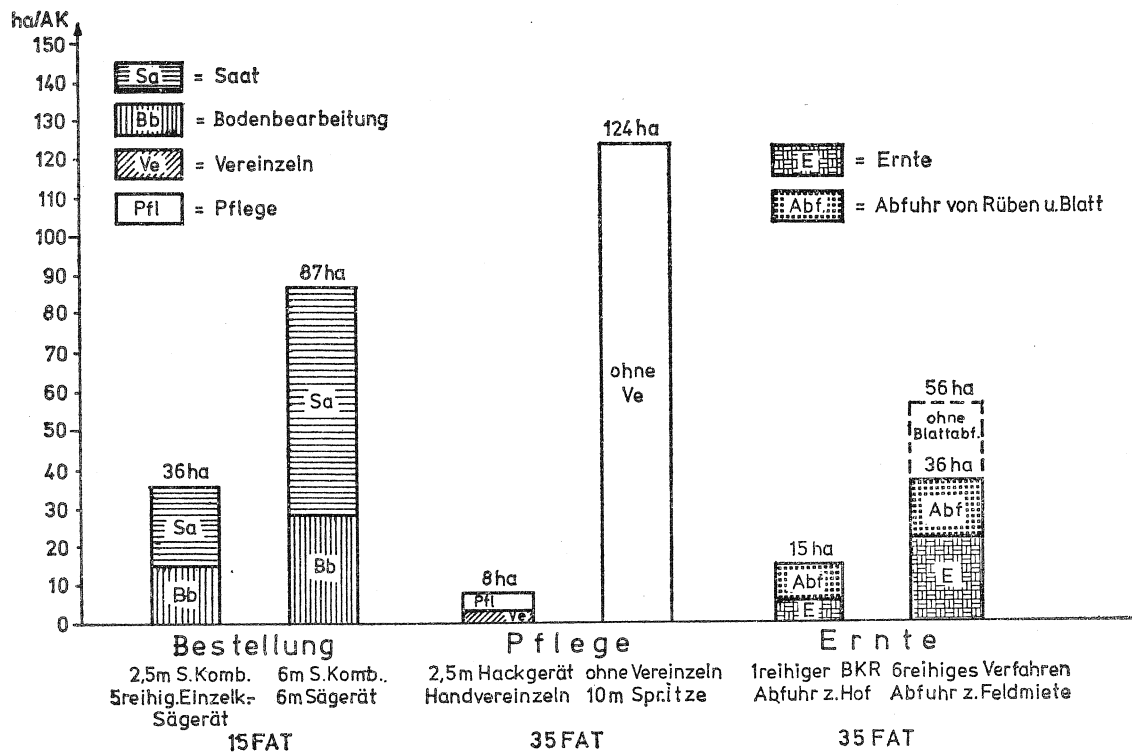
Jedoch bereitet die Körnerabfuhr mit ihrem hohen Anteil an Arbeitszeit, der mehr als die Hälfte der gesamten Erntearbeiten ausmacht, immer größere Schwierigkeiten. Die bisherigen landwirtschaftlichen Transportsysteme dürften schon in naher Zukunft die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit erreicht haben. Abhilfe könnten nur Transporteinheiten von 6 bis 10 t Tragfähigkeit und höhere Geschwindigkeiten sowie Schnellentleerungsvorrichtungen bringen. Oder aber Lagerhäuser und andere Weiterverarbeitungsbetriebe müssen den Abtransport übernehmen mit allerdings dem Nachteil zum sofortigen Verkauf des Erntegutes in Zeiten des höchsten Angebotes.

Daher wird in Zukunft sicherlich auch die eigenbetriebliche Lagerung, Trocknung und Aufbereitung ihre Bedeutung erhalten. Infolge der hohen Leistungsanforderungen an die Annahme und Verarbeitung des Erntegutes können hier Kleinanlagen nicht mehr befriedigen, größere Kapazitäten werden in den Vordergrund treten. Allerdings wird die bisher

einzigste Konservierungsmethode, die Körnertrocknung, immer ein Engpaß bleiben, so daß Ausweichmöglichkeiten einer Zwischenkonservierung durch Kühlung oder bei Futtergetreide mit Hilfe organischer Säuren oder durch andere Technologien großes Interesse verdienen. Gleich, ob entsprechende landwirtschaftliche Großbetriebe oder ein Zusammenschluß mehrerer Einzelbetriebe solch größere Lagerkapazitäten vorsehen werden, erforderlich werden dann exakte Gesamtplanungen, die zweckmäßig von industriellen Planungs- und Entwicklungsbüros ausgearbeitet werden können. Spezielle Einzelbetriebe aus den Sparten der Fördertechnik, der Trocknungsanlagen, des Silobaues, der Reinigungsanlagen, der gesamten Installations- und Automationstechnik sollten sich in solchen Planungsbüros vereinigen, um auch in Verbindung mit Projekten im Ausland genügend schlagkräftig auftreten zu können.

### *Zuckerrüben-Anbau*

Bei der Mechanisierung im Zuckerrüben-Anbau sind wiederum anders gelagerte landtechnische Probleme in Zukunft zu lösen (Bild 5). Hier bringt die Bodenbearbeitung im Herbst keine arbeitswirtschaftlichen Schwierigkeiten mit sich, da im Zuckerrübenanbau infolge dieser Intensivfrucht nicht solch große Flächen für hohe Arbeitseinkommen notwendig sind wie bei Getreide. Auch die *F r ü h j a h r s b e s t e l l u n g* kann innerhalb der unterstellten Zeitspanne von 15 Feldarbeitstagen durch den Übergang von guten zu höchsten Mechanisierungsstufen in ihrer Arbeitsleistung vollauf befriedigen, da nahezu 90 ha von einer Arbeitskraft bewältigt werden könnten. Hier kommt es also weniger auf eine extreme Steigerung des Arbeitsvolumens an, dafür aber um so mehr auf eine exakte und gezielte Bodenvorbereitung und Aussaat, um die Vorbedingungen für die hohen Anforderungen an eine vereinfachte Pflege der Zuckerrüben zu erfüllen. Die Zuckerrübenbestellung ist also mehr durch höchste Ansprüche an die Qualität der Saatbettgestaltung und der Einzelkornablage gekennzeichnet, wofür wiederum wie im Getreidebau ein schlagkräftiges, exakt gesteuertes Minimalverfahren mit angetriebenen und regelbaren Bodenbearbeitungswerkzeugen bei gleichzeitiger genauer Kornablage im optimalen Bereich prädestiniert erscheint. Diese Maßnahmen gewinnen mit vermehrtem Übergang zu genetisch einkeimigem Saatgut und einer Ablage auf Endabstand sehr an Bedeutung, um dann mit höchsten Feldaufgangszahlen den vereinzlungslosen Rübenanbau letztlich überall verwirklichen zu können. Denn im Arbeitsblock der *P f l e g e a r b e i t e n* ist es entscheidend, ob das Arbeitsvolumen je Arbeitskraft durch das Vereinzeln mit langer Hacke auf 8 ha begrenzt bleibt und damit der gesamte Rübenanbau keine hohen Arbeitsproduktivitäten erreicht, oder aber ob durch



**Bild 5: Arbeitsvolumen im Zuckerrübenbau**

den vereinzelnungslosen Anbau hier keinerlei Engpaß mehr auftritt. Die Praxis vollzieht augenblicklich sehr vorsichtig diesen Übergang, der durch gezielte landtechnische Verbesserungen bei der Bestellung erleichtert werden sollte.

Im Rahmen der Zuckerrübenpflege wird man mehr und mehr auch auf die Arbeitsgänge des Hackens verzichten wollen und in dem Ausmaß auch können, wie chemische Mittel eine perfekte Unkrautvernichtung erreichen. Zweckmäßig würde die gezielte Ablage der chemischen Unkrautvernichtungsmittel gleich mit in das Kombinationsgerät zur Saatbettbereitung und Kornablage einbezogen. Durch den Fortfall der Hackarbeiten, nicht nur bei Rüben, sondern auch beim Mais- und Kartoffelanbau, wären die Schwierigkeiten der Unterbereifung unserer immer leistungsfähigeren Schlepper beseitigt. Es ergäbe sich aber auch die Konsequenz, daß unsere Schlepperbauarten auf die Anforderungen der Hackrahmen und entsprechende Freiräume keine Rücksicht mehr nehmen müßten, daß also Hackschlepperbauarten an Bedeutung verlieren könnten.

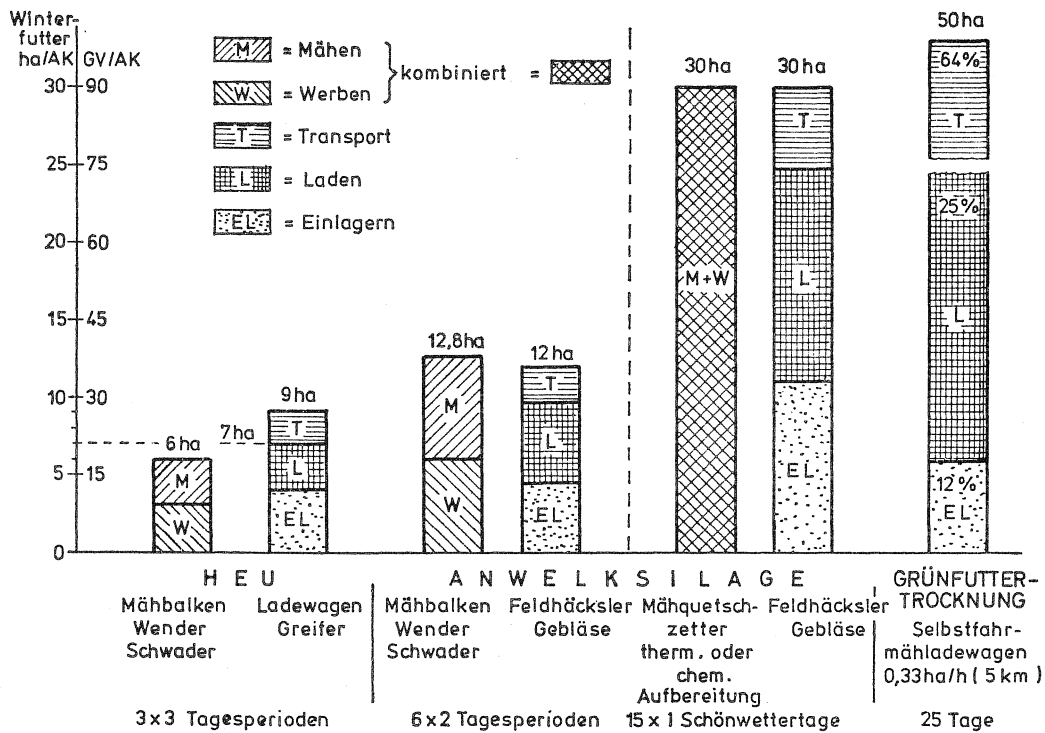
Im Gegensatz zu den Bestell- und Pflegearbeiten ist die Situation in der Zuckerrüben-ernte gekennzeichnet durch bisher völlig unzureichende Arbeitsverfahren, die den zukünftigen Anforderungen nach hoher Arbeitsproduktivität nicht gerecht werden können. Denn ein einreihiger

Bunkerköpfröder läßt einschließlich der Abfuhr von Rüben und Blatt lediglich ein Arbeitsvolumen von etwa 15 ha je Arbeitskraft zu. Selbst der Übergang zu zweireihigen Bunkerköpfrödem, die infolge des schon sehr großen Bunkers hiermit ihre Grenze erfahren dürften, und zu selbstfahrenden Aggregaten kann in der Ernte nur eine bescheidene Verbesserung auf lange Sicht mit sich bringen, zumal die Abfuhr des Erntegutes mehr als die Hälfte der Erntezeit beansprucht. Für höchste Ernteleistungen werden zukünftig vielreihige Geräte mit großen Arbeitsbreiten erforderlich, da sich durch den exakten Köpfvorgang und ein ordnungsgemäßes Roden die Geschwindigkeit nur in bescheidenem Umfang steigern läßt. Trotzdem können immer noch nicht gleichwertige Arbeitsleistungen mit den Frühjahrsarbeiten erzielt werden, hier bleibt immer noch eine Lücke offen. Mehrreihige Köpf- und Rodegeräte können aber Blatt und Rüben nur in Schwaden ablegen, weil eine gleichzeitige Abfuhr infolge gewaltiger Transportanforderungen illusorisch wird.

Die Rübenabfuhr stellt in der Tat selbst dann, wenn auf die Ernte der Rübenblätter sogar verzichtet wird, den größten Engpaß in der Zuckerrübenenernte der Zukunft dar. Hier ergeben sich für die eigenbetriebliche Rübenabfuhr praktisch nur zwei Auswege: Weitere Transportentfernungen bis zur Rübenfabrik sind nur durch große Lastwagen zu überbrücken, die dann auf dem Acker von gesonderten Ladegeräten im Parallelverfahren oder aber am Feldende durch Ladegeräte mit nachlaufendem Hochkipper beschickt werden. Bei kürzeren Entfernungen, zum Beispiel zur Bahnstation, scheint ein selbstfahrender Ladewagen, wie er aus der Futterernte bekannt ist, mit allen seinen Vorteilen des schnellen Aufladens, der Geländegängigkeit, der höheren Transportgeschwindigkeiten, der geringen Rüstzeit usw. durchaus interessant zu sein. Die Probleme der zukünftigen Gestaltung der Rübenabfuhr müssen aber auch von Seiten der Zuckerrübenfabriken durchdacht werden; sie können vielleicht den gesamten Abtransport — wie teils bei unseren westlichen Nachbarn verwirklicht — übernehmen.

### *Futterernte*

Bevor nun weiterhin zum Produktionszweig der Milchviehhaltung übergegangen werden kann, muß zunächst ein Blick auf die landtechnischen Lösungen der Futterernte geworfen werden (Bild 6). Denn die notwendige Leistungsfähigkeit in der Futterernte wird vorläufig noch eindeutig bestimmt durch die Art und den Umfang der einzelbetrieblichen Rindviehhaltung. In dem Ausmaß aber, wie das Arbeitsvolumen je Arbeitskraft in der Innenwirtschaft durch Verbesserungen der Haltungsverfahren



**Bild 6: Leistungen und Arbeitsvolumen in der Futterernte**

und durch moderne Stall-Lösungen gesteigert wird, spitzt sich die jetzt schon schlechte Situation unserer Futtererntemechanisierung weiter zu. Wenn von augenblicklichen Kuhzahlen ausgehend von 20 bis 30 Kühen je Arbeitskraft bei durchschnittlicher innerbetrieblicher Mechanisierung später 50 bis 70 Kühe je Arbeitskraft bei zukünftigen Lösungen angestrebt werden müssen, dann wird nach dem augenblicklichen Stand der Technisierung die Futterernte zu einem unüberwindlichen Hindernis. Hinzu kommt die Notwendigkeit, daß die mit einer hohen Tierzahl in der Innenwirtschaft arbeitszeitmäßig ausgelastete Arbeitskraft eigentlich zusätzlich die Futterernte durchführen müßte; in den nachfolgenden Berechnungen wurde jedoch unterstellt, daß für die Futterernte eine zusätzliche Arbeitskraft hilfsweise eingesetzt werden kann.

Die Ursachen für diese völlig unbefriedigende Situation in der Futterernte sind jedoch nicht in erster Linie in den zu leistungsschwachen Mechanisierungsverfahren zu sehen, sondern vielmehr in den bisherigen Schwächen der Futterkonservierungsmethoden, die die Erntezeiten entsprechend scharf eingrenzen. So kann eine Arbeitskraft in der H e u e r n t e bei durchschnittlich nur 3 mal 3 Tagesperioden lediglich das Winterfutter von 7 ha Wiesen für etwa 20 Kühe bereitstellen; die Gewinnung von A n w e l k s i l a g e selbst mit sehr leistungsfähigen Geräten findet in den sechs Zweitages-

perioden-Erntezeiten ihre Begrenzung bei etwa 12 ha, entsprechend Winterfutter für nicht einmal 40 Kühe. Diese geringen Bergeleistungen finden primär ihren Grund in den zu niedrigen Zeitspannen je nach Konservierungsmethode. Um so mehr muß zumindest kurzfristig eine starke Erhöhung der Schlagkraft unserer Mechanisierungslösungen angestrebt werden; hier gilt es vor allem, die Leistung der Mähwerke und ganz besonders der Einlagerungsverfahren bei Heu und Silofutter erheblich zu steigern. Aber selbst der Einsatz selbstfahrender Feldhäcksler und Ladewagen und neuartige Einlagerungsverfahren mit Verdichtungseinrichtungen können uns dem Ziel höchster Arbeitsproduktivität alleine nicht näher bringen.

Erst die Umstellung auf neue Technologien der Aufbereitung des Futters und auf bessere Konservierungsmethoden können langfristig betrachtet einen entsprechenden Erfolg auslösen. Wenn es beispielsweise gelingen würde, gleichzeitig mit dem Mähen ein mechanisches, thermisches oder chemisches Aufbereiten des Grünland-Futters zu erreichen mit dem Ziel, in einem Arbeitsgang ein starkes Vorwelken des Futters von morgens bis mittags innerhalb weniger Stunden zu erreichen, dann hätte dies zur Folge, daß an vielleicht 15 Schönwettertagen Silofutter mit schlagkräftiger Mechanisierung geborgen werden könnte. Die Bergeleistung würde dadurch auf etwa 30 ha je Arbeitskraft gesteigert und somit für zukünftige Bestandesgrößen ausreichen. Für ein solches Kombinationsgerät zum Mähen und Aufbereiten — also wie bei der Minimalbodenbearbeitung verschiedene Arbeitsgänge in einem Gerät vereinigt — würde sich wiederum ein selbstfahrendes Aggregat mit den Vorteilen der besseren Wendigkeit bei großen Schnittbreiten, des direkten Anschnittes des Futters und der geringeren Rüstzeiten anbieten. Besonders auch für den überbetrieblichen Einsatz — wie Siliergemeinschaften, Lohnunternehmer, Maschinenringe und Genossenschaftstrocknungsanlagen — erscheint eine solche Lösung in ferner Zukunft Interesse zu verdienen.

Noch bessere Erfolge könnten aber völlig andere Futterkonservierungsmethoden mit sich bringen, die das Grüngut ohne jegliche Vorbehandlung entsprechend zu konservieren gestatten, so daß eine noch größere Zahl an Erntetagen auszunutzen wäre. Nicht umsonst ist beispielsweise die Grünfuttertrocknung sehr stark im Gespräch, wobei allerdings infolge ihrer hohen Energiekosten und des beträchtlichen Kapitalaufwandes die Wirtschaftlichkeit noch etwas umstritten ist. Jedenfalls könnte aber mit Hilfe der Grünfuttertrocknung oder vielleicht in Zukunft auch noch anderer Konservierungsmethoden erreicht werden, das Grüngut fortlaufend mit Ausnahme der Regentage zu bergen, und mit großen selbstfahrenden Mähladewagen das Erntegut außerordentlich schlagkräftig den Konservierungsanlagen zuzuführen. Selbst bei einer durchschnittlichen Transport-

entfernung von 5 km und Durchschnittsgeschwindigkeiten von nur 20 km/ Stunde wäre eine Arbeitskraft in der Lage, 50 ha und noch mehr abzuernten.

Wäre dieser Weg ökonomisch vertretbar zu gestalten, könnte sich auf längere Sicht sogar infolge der gut transportierfähigen Trockengutpreßlinge eine räumliche Trennung von Futtererzeugung und Veredelungsproduktion anbahnen, also ein langsames Abwandern der Milchproduktion in die günstigsten Marktstandorte. Zumindest wäre aber erreicht, daß in unseren ertragsschwierigen Grünlandgebieten nicht mehr jeder kleine Betrieb an der Rindviehhaltung festhalten müßte. In Verbindung mit dem sich dann vollziehenden Übergang zu größeren Herdenbeständen und zur Massentierhaltung auch bei Milchvieh treten dann aber die nur schwierig zu lösenden Probleme der Kotbeseitigung und der Immissionen auf, ein Gebiet, mit dem sich auch die Industrie — wie jetzt schon bei der Schweinehaltung aktuell — intensiv beschäftigen sollte.

### Milchviehhaltung

In der Milchviehhaltung steht zweifellos zunächst noch eine dringend notwendige Steigerung der Arbeitsproduktivität im Vordergrund, also die Verringerung des Arbeitszeitaufwandes (Bild 7). Während im Anbindestall eine Arbeitskraft zwischen 20 und maximal 30 Kühe allein betreuen

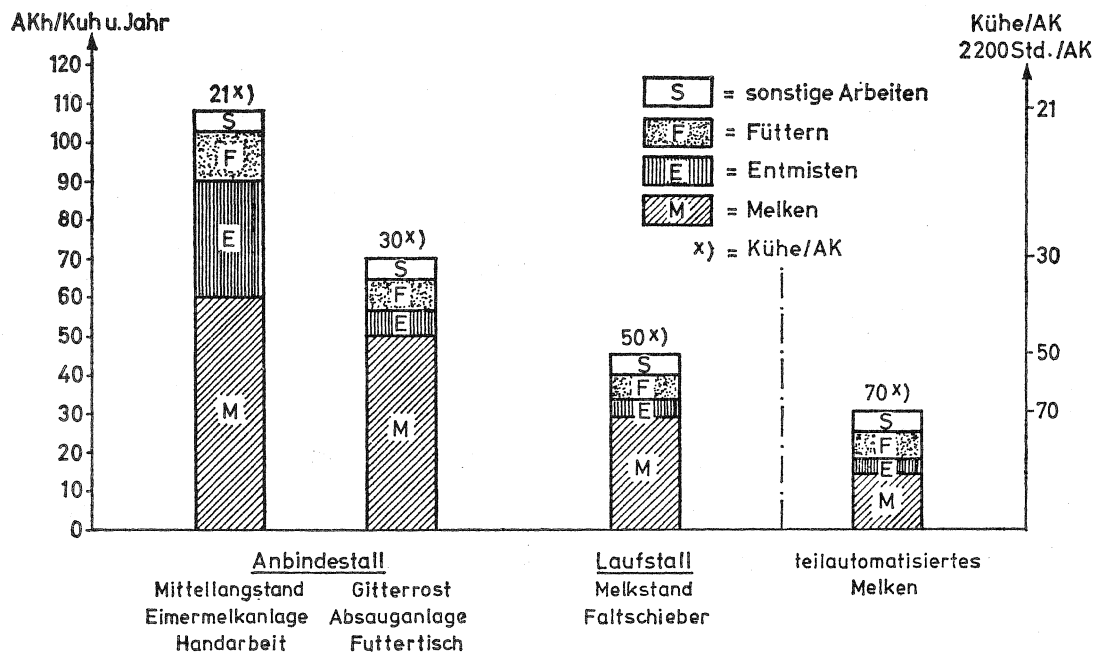
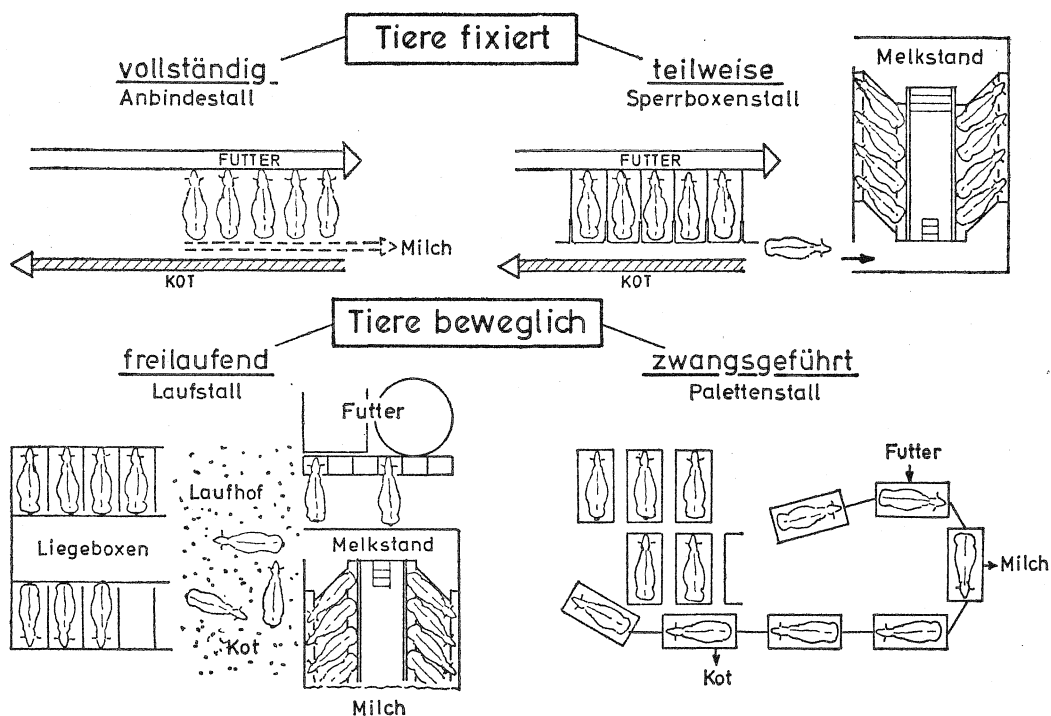


Bild 7: Arbeitszeitbedarf und Arbeitsvolumen in der Milchviehhaltung (ohne Nachzucht und Futterbergung)

kann, bringt ein modernes Laufstallsystem eine Steigerung des Arbeitsvolumens auf etwa 50 Kühe mit sich. Diese Grenze einer noch niedrigen Arbeitsproduktivität muß in Zukunft überschritten werden, soll die Milchviehhaltung nicht noch weiter ins Hintertreffen gelangen. In besonderem Maße sind es die umfangreichen Melkarbeiten, die den noch zu hohen Arbeitsaufwand entscheidend verursachen. Mit der Entwicklung teilautomatisierter Melkzeuge, an denen weltweit intensiv gearbeitet wird und die sich auch in der Landtechnik Weihenstephan im Versuchsstadium befinden, kann es gelingen, die bisherigen Barrieren zu überspringen und die Arbeitsleistung nochmals wesentlich zu erhöhen.

Besonders in der Milchviehhaltung darf aber auf lange Sicht die Steigerung der Milchleistung je Kuh nicht vernachlässigt werden. Wenn auch augenblicklich unsere Milchkühe mit ihrem durchschnittlich noch niedrigen Leistungsniveau auf die verschiedenen Haltungsformen noch wenig reagieren, so unterliegt es jedoch keinem Zweifel, daß mit dem weiteren langsamen Fortschritt in der Rindviehzüchtung wesentlich höhere Tierleistungen möglich werden und dann völlig kontrollierte, optimale Umweltbedingungen erreicht werden müssen. Ob hierfür unsere modernen Laufstallsysteme noch geeignet sein werden, oder ob zu anderen Verfahren einer Art Fließbandproduktion übergegangen werden sollte, muß sich noch zeigen. Denn die Haltung der Kühe (Bild 8) im Anbindestall

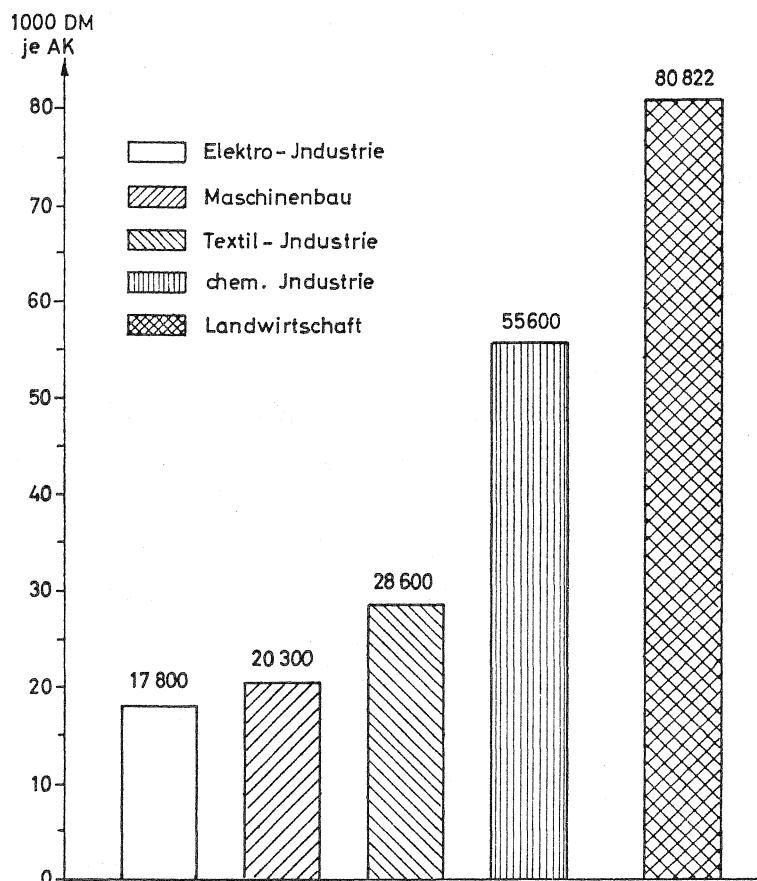


**Bild 8:** Prinzipien verschiedener Stallsysteme in der Milchviehhaltung



oder im verbesserten Sperrboxenstall ermöglicht infolge der Fixierung der Tiere eine individuelle Betreuung des Einzeltieres, während in unseren bisherigen Laufställen die Tiere beweglich und freilaufend sind, sich also einer Einzelbetreuung entziehen. Arbeitswirtschaftliche Vorteile infolge Beweglichkeit der Tiere und genaue Behandlungen jedes einzelnen Tieres gemäß seiner Leistungen läßt sich vielleicht durch ein Palettensystem in Zukunft verwirklichen, wobei ökonomische Gesichtspunkte allerdings vorläufig einer Verwirklichung entgegenstehen. Jedenfalls sind mit steigender Milchleistung die Ansprüche der Tiere an ihren Bewegungsraum, an die Futterzusammenstellung, die Fütterungs- und Melkzeiten, an die Klimatisierung und so weiter, immer mehr zu berücksichtigen.

Dieser Prozeß der Umstellung auf größere Kuhbestände wird jedoch sehr stark verlangsamt durch die enormen Kapitalaufwendungen, die dieser Übergang verlangt. Schon jetzt übertrifft der Kapitaleinsatz je Arbeitskraft im Durchschnitt aller Betriebe der Landwirtschaft andere Industriezweige bei weitem (Bild 9). Zukünftig wird der Kapital-

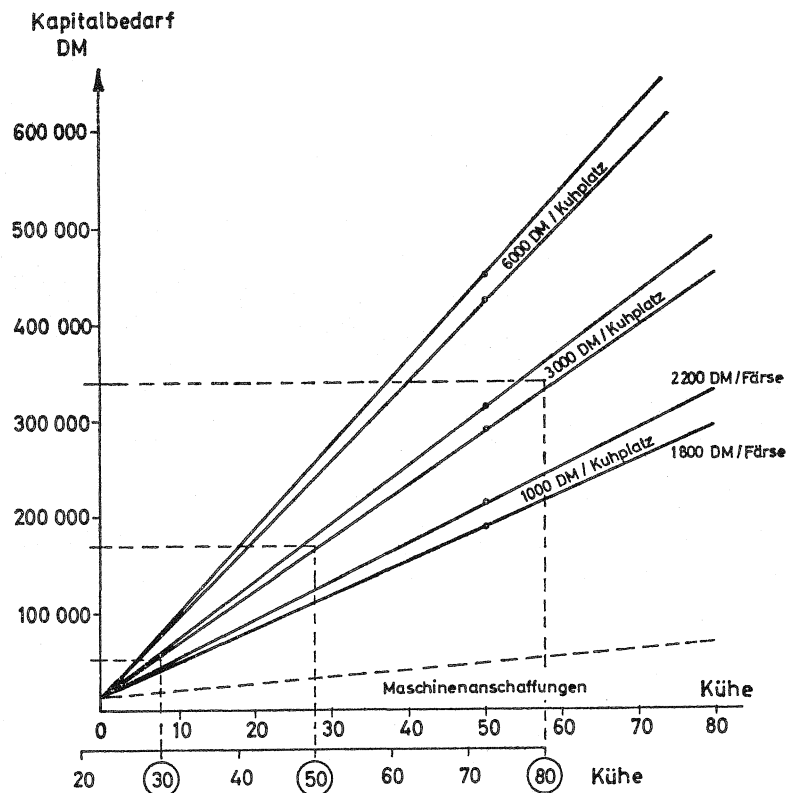


Quelle: Unterlagen nach BBV z. Agrarpol. Diskussion  
Okt. 70

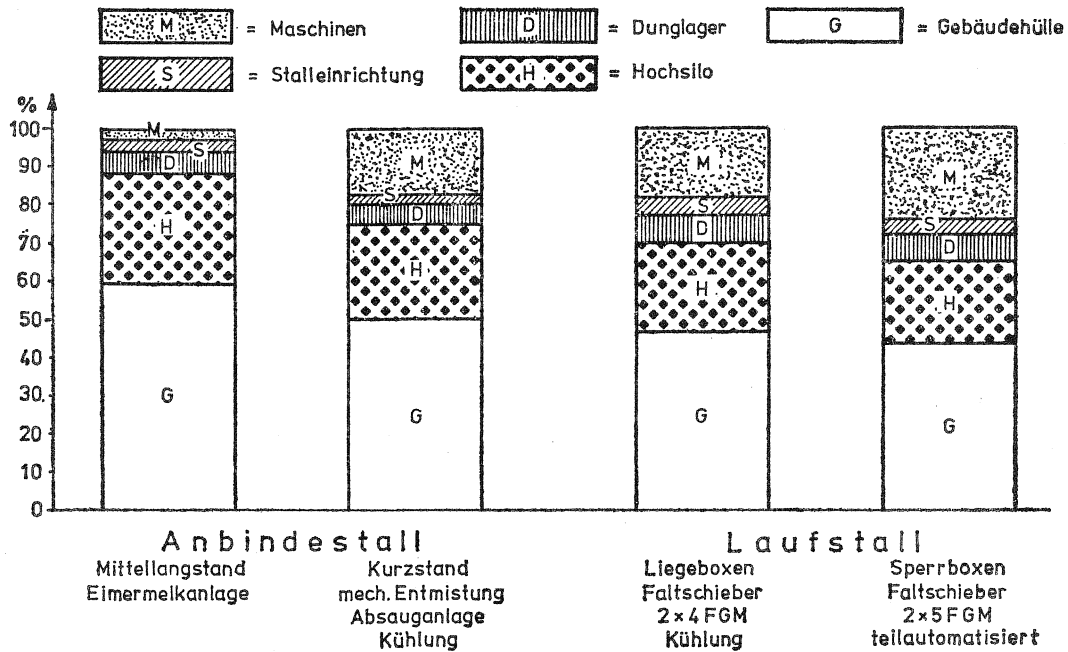
**Bild 9: Kapitaleinsatz je Arbeitskraft (Stand 1968/69)**

bedarf in der Kuhhaltung jedoch schwindelerregende Höhen erreichen; denn neben einer optimalen Mechanisierung und dem inzwischen sehr teureren Gebäude sind beträchtliche Summen für die zusätzlichen Tiere erforderlich (Bild 10). So müssen dann, wenn eine neue Milchviehhaltung mit 50 bis 60 Kühen eingerichtet werden soll, bei heutigen Baukosten von etwa 6000 DM je Kuhplatz insgesamt etwa 500 000 DM investiert werden! Eine Milderung ergibt sich nur dadurch, wenn ein Betrieb bereits einen Ausgangskuhbestand von 20 Kühen aufweist, und infolge von einfachen Erweiterungsbauten nur 3000 DM/Kuhplatz anfallen; dann würden für einen Bestand von 50 bis 60 Kühen eine Investitionshöhe von „nur“ 200 000 DM erforderlich. Einsparungsmöglichkeiten an Investitionshöhen wären also vordringlich auswendig zu machen.

Aufgrund der steil verlaufenden Preisindexentwicklung im landwirtschaftlichen Bauwesen gegenüber der langsameren Erhöhung für Maschinen und Geräte kann man nur zu dem Schluß kommen, überall dort, wo ein Austauschereffekt Maschine gegen Gebäude besteht, der maschinentechnischen Einrichtung den Vorzug zu geben. Als Beispiel sei nur der Ersatz des Spaltenbodens durch Faltschieberanlagen, oder tragende Decken durch



**Bild 10: Erforderlicher Kapitalbedarf zur Herdenaufstockung in der Milchviehhaltung (für Kühe, Gebäude und Maschinen)**



**Bild 11: Aufteilung der baulichen und technischen Investitionen bei verschiedenen Stallsystemen**

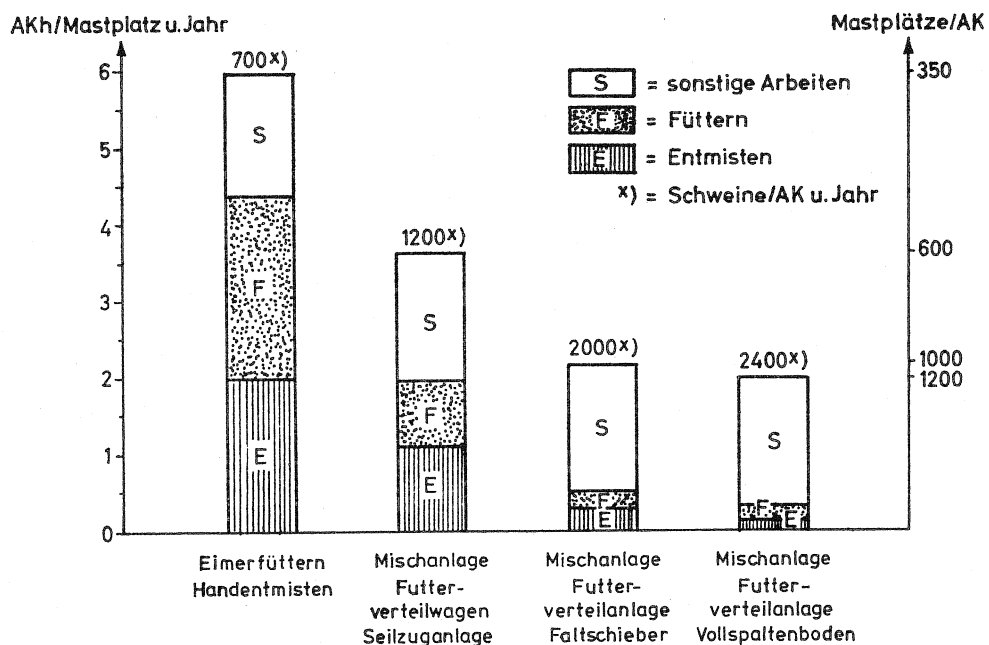
Fördergeräte, oder Güllelagerung in Hochbehältern erwähnt. Der Gebäudeanteil an den Gesamtinvestitionen muß sich auf lange Sicht ständig verringern, ein Vorgang, der sich bereits in allen Bereichen der Tierhaltung anbahnt. Ein Beispiel hierfür liefert der Übergang vom Mittellangsstand zu moderneren Laufstallsystemen in der Kuhhaltung (Bild 11).

Schließlich muß in Verbindung mit der Milchviehhaltung wie überhaupt auch bei allen anderen tierischen Veredelungszweigen auf eine dringende zukünftige Aufgabe für die Industrie hingewiesen werden, die bisher völlig vernachlässigt wurde. Da sich augenblicklich eine Vielfalt von kleinen Einzelunternehmen mit der Herstellung von Geräten der Innenwirtschaft beschäftigt und Entwicklungsaufgaben von ihnen nur in bescheidenem Umfang bewältigt werden können, kann die zwangsläufig steigende Nachfrage nach technischen Hilfsmitteln für die Veredelungsproduktion und nach ganzen Produktionssystemen in Zukunft nicht mehr befriedigend gelöst werden. Auf diesem Gebiet müßten sich jeweils mehrere Einzelunternehmen einschließlich Gebäudeherstellern zu Planungsbüros und Vertriebsgemeinschaften zusammenschließen, um nicht nur aus ihrer Vielfalt heraus schlagkräftiger anbieten zu können, sondern um auch dem Landwirt das bisher mühsame Planen seiner notwendigen Einrichtungen mit vielen Einzelunternehmen abzunehmen und komplette Systeme, also vollständige, moderne Produktionsverfahren bereitzustellen. Dieser Weg ist auch dann notwendig, wenn

unsere Firmen für die Innenwirtschaft in nennenswertem Umfang später auch exportieren möchten, und wenn dieser Technisierungsbereich der Agrarproduktion auch von westdeutscher Seite aus international Bedeutung erhalten soll.

### Schweinemast

Gegenüber der Milchviehhaltung kann aber schon heute in der Schweinemast ein hohes Arbeitsvolumen je Arbeitskraft, also auch eine beträchtliche Arbeitsproduktivität erzielt werden (Bild 12). Denn die bereits in der Praxis angewandten Mechanisierungslösungen für die Fütterung und Entmistung im Mastschweinestall gestatten es, den Arbeitszeitbedarf je Mastplatz auf ein solch niedriges Niveau zu reduzieren, daß ohne Schwierigkeiten ein Produktionsumfang von über 2000 Mastschweinen je Arbeitskraft und Jahr erreicht werden kann. Im übrigen besitzt dann der Anteil der Arbeiten für die Tierpflege und Vermarktung bereits ein großes Übergewicht. Jedenfalls kann dieses mögliche, enorme Arbeitsvolumen in der Schweinemast auch noch für die ferne Zukunft als ausreichend angesehen werden. Um so mehr Bedeutung kommt aber schon jetzt im Rahmen der Schweinemast einer optimalen Haltung der Tiere, besonders einer höchstmöglichen Futtermittelverwertung zu; die richtige Umweltgestaltung



**Bild 12: Arbeitszeitbedarf und Arbeitsvolumen in der Schweinemast (Ferkel- und Futterzukauf)**

für das Tier, also die Fragen der Stallklimatisierung, die Ausgestaltung der Buchten, die Gruppengrößen usw., besitzt einen entscheidenden Einfluß auf die Tierleistung. Hierüber werden bald genaue Parameter vorliegen. Die optimale Tierleistung wird also in Zukunft der Schlüssel für das Erreichen einer hohen Arbeitsproduktivität in der Schweinemast sein.

Die Nutzung des technologischen Fortschrittes in diesem Produktionszweig wird zwangsläufig zu Großherdenbeständen führen und damit teilweise auch zur bodenunabhängigen Erzeugung. Hier treten dann aber die schwierigen Probleme der Geruchs- und Kotbeseitigung auf, die heute als noch völlig ungelöst betrachtet werden müssen, will man den wirtschaftlichen Rahmen der Produktion nicht überschreiten. Sowohl die Erarbeitung von Grundlagen über diese Gebiete als auch die Entwicklung neuer Technologien zur Geruchs- und Kotbeseitigung sind wichtige zukünftige Aufgaben von Forschung und Industrie.

### *Ackerschlepper*

Schließlich muß bei einer Betrachtung der zukünftigen Landtechnik die Hauptantriebsquelle unserer Geräte, der Ackerschlepper, eine entsprechende Berücksichtigung erfahren, und es mag verwunderlich erscheinen, daß in diesem Beitrag der Schlepper als Mittelpunkt der Motorisierung nicht vorangestellt und bisher nicht ausführlich behandelt wurde. Der Schlepper ist jedoch aus dem Blickwinkel der Arbeitserledigung innerhalb der landwirtschaftlichen Produktionszweige lediglich als Antriebsquelle für Geräte zu sehen, er selber kann praktisch keine Arbeit verrichten. Der Schlepper kann letztlich nur ein Hilfsmittel und Voraussetzung für unsere Arbeits- und Transportgeräte sein. Aus dieser Sicht und unter Berücksichtigung der Ausführungen über die einzelnen Abschnitte der Produktionsverfahren ergeben sich aber für die langfristige Schlepperentwicklung einige Konsequenzen.

Die durchschnittliche Antriebsleistung unserer Schlepper muß schon in naher Zukunft wesentlich steigen, um höchste Arbeitsleistungen mit den Schleppergeräten und um eine hohe Arbeitsproduktivität je Arbeitskraft zu erreichen. Der Einsatz von Motorarbeit wird eine ständige Zunahme auch bei der Agrarproduktion erfahren, wie der Trend der vergangenen Jahrzehnte bereits eindeutig zeigt (Bild 13). Denn durch Umrechnung der verbrauchten Treibstoffe und der verbrauchten Elektroenergie läßt sich die stürmische Entwicklung des Verbrauches an Motorarbeit leicht nachweisen. Schlepperleistungsklassen weit über 100 PS werden folglich in Zukunft keine Seltenheit mehr sein. Die in den Schlepper installierten höheren Motorleistungen müssen aber in Zukunft vermehrt über Zapfwellenantriebe und hydraulische Leistungsabzweigungen abgenommen werden und weniger über die Zugleistung, wie Beispiele auch aus dem Gebiet

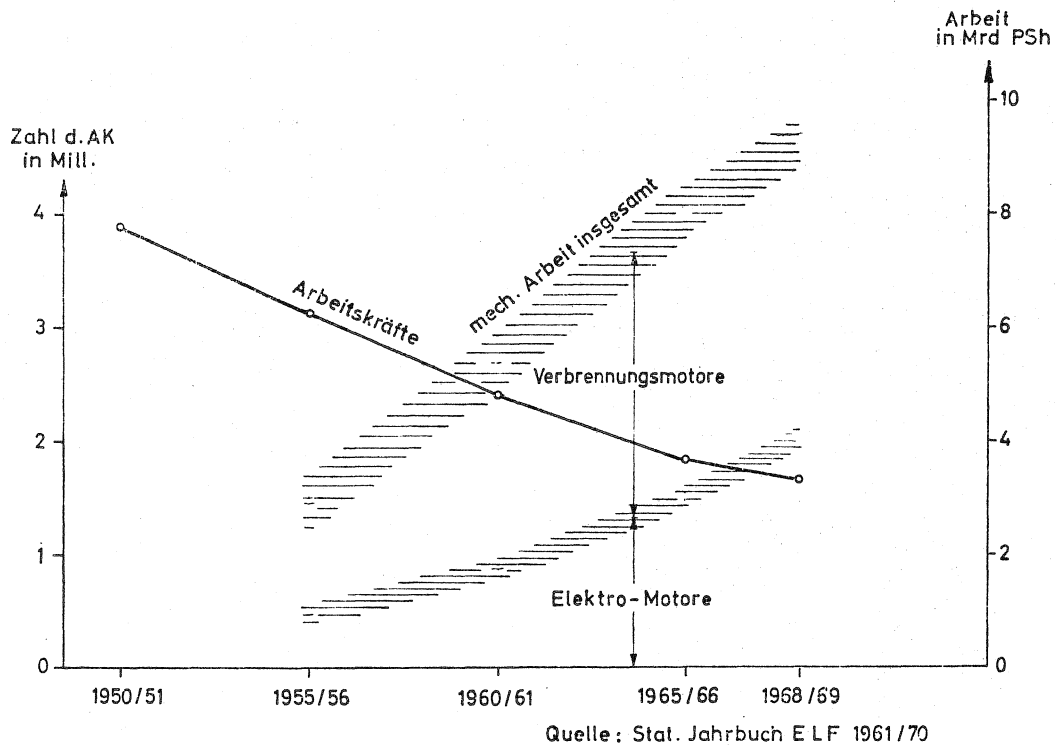


Bild 13:

Entwicklung der Zahl der Arbeitskräfte und der geleisteten Arbeit (PSh) in der Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland

der Bodenbearbeitung zeigten. Damit würden auch teilweise die Schwierigkeiten der Bereifung sehr starker Schlepper für Ackerarbeiten gemildert. In dem Umfang aber, wie sich für größere Erntegeräte der Selbstfahrer durchsetzt — wie jetzt schon in der Getreideernte — und je mehr andere große, spezialisierte Arbeitsgeräte zum Prinzip der selbstfahrenden Maschine übergehen, wird sich die jährliche Einsatzstundenzahl der Schlepper vermindern und ihre Lebensdauer erhöhen. Sollte — wie es für die fernere Zukunft durchaus denkbar ist — auch für die Bodenbearbeitung und Bestellung, für die Futterwerbung, für die Futterernte sowie für die Hackfruchternte der Selbstfahrer sehr an Bedeutung gewinnen, und wenn die vielfältigen Transportarbeiten vom Lastkraftwagen oder anderen selbstfahrenden Wagen erledigt würden, dann bliebe für den konventionellen Schlepper in größeren landwirtschaftlichen Betrieben nicht mehr viel Spielraum. Der Schlepper würde dann umgewandelt als Antriebsaggregat in alle selbstfahrenden Maschinen wandern, und zwar spezialisiert auf die jeweiligen Arbeitsmaschinen ausgerichtet. Das würde nicht bedeuten, daß die Schlepperhersteller keinen Markt mehr vorfinden würden; im Gegenteil, durch die sehr speziellen und festgelegten Aufgaben leistungsstarker Antriebsaggregate für die jeweiligen Maschinengruppen würde sich gegenüber der bisher universellen Einsatzmöglichkeit des Schleppers nun eine

Vervielfachung der Motoraggregate einschließlich der Fahrtriebe ergeben. Für eine solche Entwicklung käme aber nur eine sehr verzahnte Zusammenarbeit von Schlepper- und Geräteherstellern in Frage. Daneben wird es aber in fernster Zukunft immer ausreichend kleinere landwirtschaftliche Betriebe geben, die einen universellen Schlepper bisheriger Bauart benötigen.

### *Schlußbemerkungen*

Alle diese Gedanken über die zukünftige Entwicklung der Landtechnik hatten ihren Ausgangspunkt in den augenblicklichen Realitäten der Agrarproduktion. Der Höhenflug, in den diese Ausführungen vielleicht geführt haben, muß folglich abschließend wieder zur Landung auf der Erde ansetzen. Die teils vagen, teils konkreten Zielvorstellungen dürfen nämlich nicht über die Notwendigkeit eines sehr behutsamen Vorgehens in der Praxis hinwegtäuschen. Denn zunächst müssen die augenblicklichen und näherliegenden Wünsche der Landwirtschaft maßgebend sein. Vielleicht kann aber vor allem der skizzierte methodische Weg, differenzierte Analysen anzustellen, die noch wesentlich weiter ausgebaut werden können, und auch die eine oder andere Folgerung von Nutzen sein.

Wenn wir in Westdeutschland angesichts der skizzierten enormen Anforderungen an die zukünftige Entwicklung in der Landtechnik — auf unsere Heimat abgestimmt — im immer schärfer werdenden Konkurrenzkampf mit dem Ausland bestehen wollen, müssen größte Anstrengungen gemacht werden, nicht nur von Seiten der Industriefirmen, sondern besonders auch von Seiten der landtechnischen Forschung. Nur durch ein gemeinsames, verstärktes Bemühen und ein Zusammenarbeiten zwischen Industrie und Forschung kann es gelingen, den hohen zukünftigen Anforderungen an die Landtechnik gerecht zu werden.



Herr HAUSER dankt Herrn Professor WENNER im Namen aller Anwesenden sehr herzlich für seine Ausführungen. Es sei ihm überzeugend gelungen, die Blicke der Landmaschinen-Industriellen auf die Zukunft zu lenken, wobei eine Vielzahl von Themen und Problemen angesprochen worden sei. Vermessen wäre jetzt im Augenblick, über dieses ausführliche Referat zu diskutieren. Er schlage deshalb vor, dieses Thema in einer Mitgliederversammlung ohne andere Tagesordnungspunkte einmal ausführlich zu diskutieren. Herr Professor WENNER wird unter dem Beifall aller Anwesenden verabschiedet.

KROMER, K.-H.: Reflexionsmessung an landwirtschaftlichen Produkten

Bei landwirtschaftlichen Produkten, deren Farbe ein wesentliches Qualitätsmerkmal darstellt, hat sich in den letzten Jahren die Messung der optischen Eigenschaften (z.B. der "typischen Farbkurven") allgemein eingeführt. Ebenso werden transmissions- und remissions-spektralphoto-metrische Analysen zur Bestimmung einzelner Stoffe bzw. ihrer Konzentration herangezogen.

Die meisten Forschungsarbeiten liegen aus der Lebensmitteltechnologie und über die Qualitätskontrolle vor. Zunehmend werden die optischen Stoffeigenschaften auch zur Produktsortierung benützt und haben hierin in den USA die landtechnisch größte Bedeutung erlangt. Durchgesetzt hat sich in den letzten Jahren die Verwendung des trichromatischen Systems, wobei aber allgemein nur die Helligkeit  $Y$  und der Remissionsgrad  $\beta_\lambda$  ermittelt werden. Für die zu bestimmende diffuse Reflexion gilt die KUBELKA-MUNK-Funktion, auch als Remissionsfunktion bezeichnet.

$$F(R) = \frac{(1 - \beta_\lambda)}{2\beta_\lambda} = \frac{k}{s} = \frac{\epsilon \cdot c}{s} \triangleq E$$

hierbei bedeuten:

- $k$  = Absorptionskoeffizient
- $s$  = Streukoeffizient
- $\epsilon$  = molarer Extinktionskoeffizient
- $c$  = molare Konzentration
- $E$  = Extinktionskoeffizient

Der Remissionsgrad  $\beta_\lambda$  errechnet sich aus dem Verhältnis der Strahlungsdichte einer diffusen Probe zu der eines Weißstandards. Unter diffuser Reflexion wird bekanntlich isotrope Strahlung und existierendes Lambert'sches Gesetz verstanden. Die Grundlagen der Reflexionsspektroskopie sollen in diesem Zusammenhang nicht weiter ausgeführt werden.

Die in Deutschland an landwirtschaftliche Produkten bzw. im landwirtschaftlichen Bereich durchgeführten "Farbmessungen" lassen sich in 4 Gruppen unterteilen:

1. Tierische Produkte (u.a. Fleisch, Eidotter, Eipulver, Haare)
2. Pflanzliche Produkte (u.a. Mehl, Brot, Zucker, Kartoffeln, Tomaten)
3. Getränke
4. Mineralstoffe

Hierbei wurde die Messung bei Eipulver und Zucker zusätzlich zum trichromatischen System auch nach dem monochromatischen System durchgeführt.

All diesen Untersuchungen sind unvergleichlich größere Fehlerquellen gemeinsam: bereits bei geringen Abweichungen von der vorausgesetzten diffusen Remission sowie durch Streulicht, Probenauswahl etc. können die Meßwerte erheblich verzerrt werden. Daher kommt einer geeigneten Auswertung und statistischen Sicherung der Versuchsergebnisse insbesondere bei Reflexionsmessungen erhöhte Bedeutung zu.

Reflexionsmessungen an Tomaten

Am Beispiel der Tomatensortierung kann die Problematik erläutert werden. Wie bei einer Reihe von landwirtschaftlichen Produkten kann auch hier mit Einschränkungen eine diffuse Reflexion des Lichtes an der Frucht erwartet werden, die die charakteristische Farbe derselben enthält. Wie bereits von YEATMAN, BITTNER, POWER, BIRTH und GAFFNEY ausgeführt, sind für die Farbsortierung von landwirtschaftlichen Produkten reflektroskopische Messungen geeigneter als in Durchsicht (Transmission). Die besten praktischen Ergebnisse wurden mit Reflexionsmessungen (Quasiremision) erzielt. Bei Tomaten ergeben sich jedoch als zusätzliche Fehlerquellen u.a. Erdaufgabe, ungleichmäßige Form und Reife, Farbschwankungen und infolgedessen evtl. ungenügende Meßgrößen und damit Steuersignale. Daher ist die Kenntnis der Reflexion bzw. typ. Farbkurven über der Frucht und innerhalb der Reifeklassen unerläßliche Voraussetzung um diese Fehlereinflüsse abzuschätzen und z.T. auszuschalten. Mit der in Abb. 1 schematisch dargestellten Meßeinrichtung kann die Reflexion jedes kugelförmigen Produktes über verschiedenen Drehachsen gemessen werden.

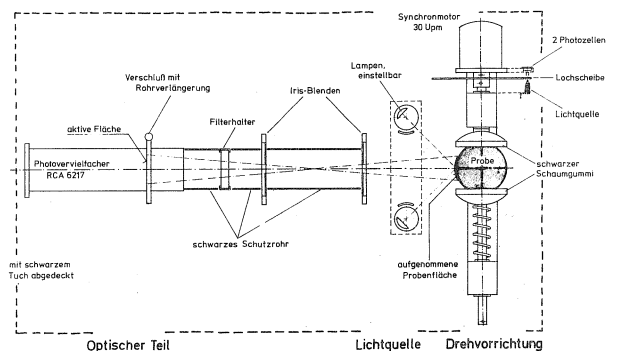


Abb. 1: Versuchsanordnung für Reflexionsmessungen an kugelförmigen Proben

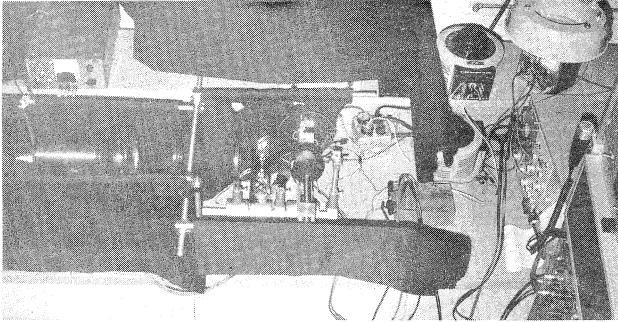
Bei der Reflexionsmessung von Tomaten (durchschn. Durchmesser 5 cm) wurde die zu messende Oberfläche in 48 Meßpunkte (24 Punkte/Drehachse)



mit einem aufgenommenem Bereich von ca. 25 mm  $\phi$  aufgeteilt. Nach BITTNER/STEPHENSON existieren für die Tomatensortierung bevorzugte Wellenlängen um 530, 670 und 730 nm und es konnten unquantifiziert die Schwankung der Reflexion über dem Probenumfang ermittelt werden.

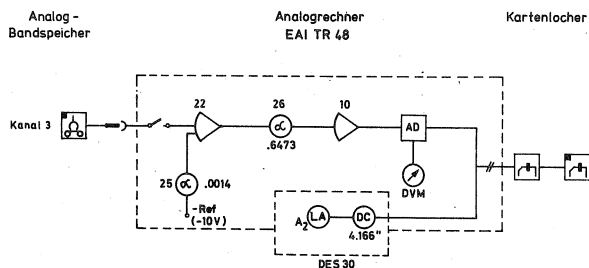
#### V e r s u c h s a n s t e l l u n g

Die Lichtführung erfolgte wahlweise durch einen geschwärzten Lichtkanal zum Sekundär emissionsvervielfacher (Abb. 2) oder über Lichtleitfasern zu Fotozellen bei vorheriger Filterung.



**Abb. 2:** Reflexionsmessungen an Tomaten (Heinz 1370) mit analoger Registrierung der Meßwerte (Versuche Purdue 1970)

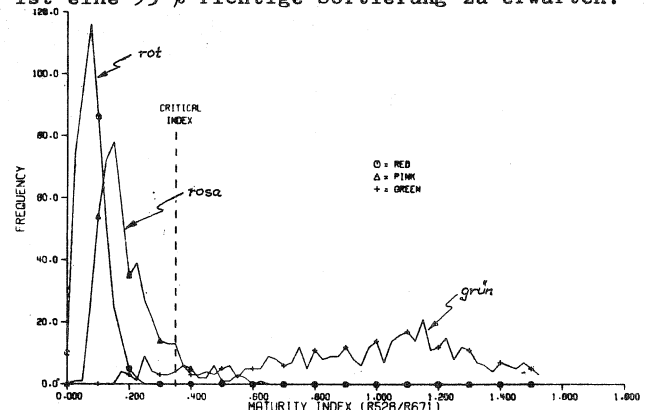
Als Weißstandard wurde ein 63 %  $BaSO_4$ -Reflexionswert gewählt. Ein Vergleich der Spektralkurven von Lampen, Filtern und Fotozellen ergab, daß kein zusätzlicher Absorptionsfilter zum Ausschneiden der Maximas 3. und 4. Ordnung erforderlich war. Die Registrierung der Meßwerte erfolgte wahlweise analog mit notwendiger Umformung (Abb. 3) oder sofort digital.



**Abb. 3:** Meßwertumwandlung zur Auflösung des kontinuierlichen Meßsignals und Digitalisierung

Als gebräuchliches Verfahren zur Erzielung höherer Meßwerte und Ausschaltung von Fehlereinflüssen wurde die Differenzmethode angewandt und die Reflexionswerte verschiedener Wellenlänge zueinander ins Verhältnis gesetzt und als Reifeindex definiert. Dieses Verfahren wurde bereits als Differenzmetermethode von BIRTH/NORRIS, als Reflexionsverhältnis von BITTNER/STEPHENSON, als IVR von POWER/GUN und JACOB, als Gelbwert von SCHWEIGHART/BALLSCHMIETER und HEINEN, als Weißheitsgrad von KAMODA/YAMANE und als Reflexionsfarbwert bzw. achromatischer Farbgrad von OIKAWA/KATTO angewendet.

Die mittels Varianzanalyse ausgewerteten und in Abb. 4 dargestellten Meßwerte zeigen eine größere Reflexionsschwankung in der Reifeklasse grün und ein signifikant flachen Verlauf der Frequenzverteilung des Reifeindex R 528 nm/R 671 nm (Abb. 4) derselben, jedoch ausreichend für die Aussortierung der roten Tomaten. Bei Verwendung des Reflexionswertes der gesamten Oberfläche wurden alle Proben richtig klassifiziert, bei Vergleich der einzelnen Meßpunkte ist eine 95 % richtige Sortierung zu erwarten.



**Abb. 4:** Häufigkeitsverteilung des Reifeindex R 528/R 671 für 3 Reifeklassen von 30 Tomaten Heinz 1370 (48 Meßpunkte/Tomate, Reifeindex für jeden Meßpunkt ermittelt)

Eine statistische Auswertung nach relativer Wahrscheinlichkeit ergab für 2 Klassen eine 95,7 % richtige Trennung. Somit konnte mit Hilfe der Lichtreflexion eine rund 95 % richtige Sortierung erzielt werden. Unter Vergrößerung der Probenzahl von 30 auf 200 verbesserte sich dieser Wert nur um 2 %. Wird nur ein Betrachtungspunkt zur Sortierung herangezogen, so erfolgt diese zu 93 % richtig.

#### Zusammenfassung

1. Reflektroskopische Messungen an landwirtschaftlichen Produkten eignen sich vielseitig zur Qualitätsbestimmung und Analyse. Bisherige Untersuchungen haben sich auf die Produkte der tierischen und pflanzlichen Produktion, der Getränke und Mineralien konzentriert.
2. Die Reflexionseigenschaften von Tomaten ermöglichen bei Verwendung der bevorzugten Wellenlängen von 528, 671 und 720 nm eine signifikante Trennung zwischen den Reifeklassen. Die Schwankung über der gesamten Oberfläche von Tomaten ist vernachlässigbar gering. Bei Trennungen in die Reifeklassen reif - unreif und Verwendung nur eines Betrachtungspunktes kann eine 93 % richtige Sortierung erreicht werden. Dies ist in den meisten Fällen ausreichend und ein höherer meßtechnischer Aufwand selten vertretbar.

Schrifttum:

- 1) Ballschmieter, H.B.M.: Der Einfluß des Wassergehaltes auf die Haltbarkeit von Maismehl unter Berücksichtigung der Mehlfarbe  
Getreide und Mehl 14 (1964) S. 101-3
- 2) Birth, G.S.; Karl H. Norris, John N. Yeatman: "Non-destructive Measurement of Internal Color of Tomatoes by Spectral Transmission"  
Food Technology 1957, Vol XL, Nr. 11, pp. 552 - 557
- 3) Birth, G.S.: Spectrophotometry of Biological Materials  
Ph.D. thesis, Purdue University, 1971, 166 pp.
- 4) Birth, G.S.; Zachariah, G.L.: Spectrophotometry of Agricultural Products  
ASAE-Paper Nr. 71-328
- 5) Bittner, D.R.; Stephenson, K.Q.: Reflectance and Transmittance Properties of Tomatoes versus Maturity  
ASAE-Paper Nr. 68-329
- 6) Brückner, G.; Angermann, A.: Zur Kenntlichmachung der Helligkeit von Mehl und Brot durch photoelektrische Meßgeräte  
Die Mühle Jg. 95 (1958) H. 11 S. 137-9
- 7) Cernicki, B.; Weiser, H.: Zur Beeinflussung der Dotterfarbe durch einige reine Carotine sowie durch Paprika  
Zbl. Veterinär Medizin 9 (1962) S.899-904
- 8) Desrosier, N.W.: Color Grading Foods with the Purdue Color Ratio Meter  
Journal Paper Nr. 732, Purdue University Agricultural Experiment Station, Lafayette, Indiana, 1953, 4 pages, published
- 9) Hamed, M.G.E.: Spektrophotometrische Methode zur Bestimmung des  $\beta$ -Carotine- und Lycopin-gehaltes in Tomaten und Tomatenerzeugnissen  
Z. Lebensmittel-Untersuchungen Bd. 120 (1965)
- 10) Hanssen, A.: Photoelektrische Messung der Farbe von Getreideerzeugnissen  
Die Mühle H. 13 (1956) S. 178 - 80
- 11) Hartfield, W.; Schmitten, F.: Die Bestimmung der Eidotterfarbe  
Archiv f. Geflügelkunde 29 (1965) S.367-86
- 12) Hartfield, W.; Schmitten, F.: Untersuchungen über die vom Verbraucher bevorzugten Eidotterfarben  
Archiv f. Geflügelkunde 30 (1966) S.228 -42
- 13) Hartfield, W.; Schulze-Messing, H.: Verfahren zur schnellen Bestimmung der Dotterfarbe bei Hühnereiern  
Archiv f. Geflügelkunde 27 (1963) S.317-24
- 14) Jacob, H.: Remissions-Photometrie an Kohle und Torf  
Brennstoff-Chemie 48 (1967) S. 106 - 10
- 15) Kling, O.: Optische Analysenmethoden in der Lebensmittelchemie  
Zucker- u.Süßwarenwirtschaft 20 (1967) s. 108
- 16) Kortuem, G.; Oelkrug, D.: Reflexionsspektren fester Stoffe  
Naturwissenschaften Jg. 53 H. 23 (1966) S. 600
- 17) Kortuem, G.: Reflexions-Spektroskopie  
Springer-Verlag Berlin, New York 1969
- 18) Kromer, K.-H.; Zachariah, G.L.; Heron, J.R.: Variation of Tomato Reflectance Properties in Maturity Evaluation  
ASAE-Paper No. 71 - 329
- 19) Lubnow, E.: Die Haarfarbe der Säugetiere  
Biolog. Zentralblatt 82 H. 4 (1963) S. 465 - 76
- 20) Nilsson, N.J.: Learning Machines  
McGraw-Hill, 1965
- 21) Pataky, B.: Überprüfung der Farbmessungen an Weinen  
Jahrbuch des Weinbau-Forschungsinstituts Budapest Bd XII (1962)
- 22) Pfau, A.: Reguläre und diffuse Reflexion bei Fleisch  
Die Naturwissenschaften Jg. 53 H. 21 (1966) S. 553
- 23) Pfau, A.; Lohse, B.; Schroeder, J.: Photometrische Bestimmung von Fleischbeschaffenheitsmerkmalen  
Z. Lebensmittel-Untersuchung Bd. 120 (1965) S. 145
- 24) Pelsheke, P.F.; Bolling, H.; Zwingelberg, H.: Über die Relation der Korneigenschaften zum Mahlergebnis  
Getreide und Mehl 16 (1966) S. 9 - 12
- 25) Power, J.B.; Gunn, J.T.; Jacob, F.C.: Electronic Color Sorting of Fruit and Vegetables  
Agric. Eng. 34 No. 3 (1953) pp.149 - 54, 58
- 26) Roschach, H.: Experimentelle Ergebnisse und Erfahrungen bei der Remissionsmessung verschiedenartig gedüngter Ackerböden  
Z.F. Pflanzenernährung ....92 H. 137 (1961) S. 207-19
- 27) Schweighart, F.; Ballschmieter, H.M.B.; Heinen, E.H.A.: Ein Beitrag zur Verbesserung der Farbe von Volleipulver  
Milchwissenschaft Jg. 19 H. 7 (1964) S. 363 - 67
- 28) Tommsdorff, H.: Zur Bestimmung der Farbe in Würze und Bier  
Monatsschrift f. Brauerei 18 (1965) S. 159 - 64
- 29) Vletter, R. de; Friele, L.F.C.: Weißgrad und Farbtype von Raffinaden  
Zucker 17 (1964) S. 35-41
- 30) Vogel, J.: Einsatz des Leukometers in der Kartoffelzüchtung  
Jena Rev. 12 (1967) S. 228 - 31
- 31) Zabeltitz, C. von: Über die Trennung von Kartoffeln und Steinen durch Lichtreflexion  
Grundl. Landtechn. Bd. 17 (1967) Nr. 2 S. 52 - 58
- 32) Zimmermann, W.: Beiträge zur Farbmessung an Roh- und Fertigprodukten der Öl- und Fettverarbeitung  
Fette, Seifen, Anstrichmittel 59 (1957) S. 338 - 40

Wenn man die vielfältigen Beziehungen zwischen Landwirtschaft und Kunststoffindustrie erkennt, die sich sicherlich in Zukunft immer stärker noch vertiefen werden, kann man die kurze und doch weitgespannte Frage des Themas „Was erwartet die Landwirtschaft von der Kunststoffindustrie?“ mit einer ebenso knappen und inhaltsreichen Formulierung beantworten: „Sie erwartet viel!“ Und zwar erwartet sie auf vielen Gebieten eine wichtige Hilfestellung auf dem Weg in die moderne Industriegesellschaft. Wie kein anderer Zweig der Volkswirtschaft steht nämlich gerade die Landwirtschaft vor großen Umstellungsproblemen und muß ihre Produktion in immer stärkerem Maße nach industriellen Gesichtspunkten ausrichten. Die Kunststoffindustrie kann hier helfen, indem sie der Landwirtschaft Materialien liefert, die Arbeit und Verluste und somit Kosten sparen.

H. Schulz, Weihenstephan

# Was erwartet die Landwirtschaft von der Kunststoffindustrie

Nach einem Vortrag, gehalten auf der Gründungstagung der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft in Geisenheim

Viele Materialien, die früher im landwirtschaftlichen Betrieb selbst erzeugt wurden, oder als Abfall- und Nebenprodukte anfielen, müssen durch arbeitssparende Kunststoffe abgelöst werden. Als Beispiel sei hier nur der Ersatz der bisherigen Mietenabdeckungen mit Erde und Stroh durch Kunststoff-Folien genannt, oder auch der Übergang von eingestreuten Liegeflächen zu geeigneten Stallbodenbelägen.

Für diese Hilfestellung hat die Landwirtschaft entsprechende Gegenleistungen zu bieten, nämlich eine relativ sichere Zuwachsrate im Kunststoffverbrauch von jährlich etwa 10 Prozent. Diese Zuwachsrate wird sich durch weitere Einsatzmöglichkeiten für Kunststoffe eher noch erhöhen. Es dürfte sich daher für die Kunststoffindustrie durchaus lohnen, die Absatzmöglichkeiten in der Landwirtschaft zu berücksichtigen. Dazu sollte sie natürlich die Wünsche der Agrarier genau kennen. Der besseren Übersicht wegen sollen diese unterteilt werden in die allgemeinen Wünsche, die für Kunststoffprodukte gelten und in die speziellen, die sich nur auf bestimmte Kunststoffe beziehen oder neue Anwendungsmöglichkeiten beinhalten.

## Allgemeine Wünsche

Zunächst einmal wäre es wünschenswert, daß die Kunststoffindustrie stärkeres Interesse an den Problemen der Landwirtschaft zeigt und sich genaue Kenntnis der Einsatzbedingungen verschafft. Sehr fruchtbar hat sich in diesem Zusammenhang die Arbeit der landwirtschaftlichen Abteilungen der Grundstoffhersteller erwiesen, die aber leider vorerst nur bei wenigen Firmen vorhanden sind und nicht immer die notwendige Unterstützung aus dem eigenen Hause finden. In Zukunft werden aber immer mehr Leute benötigt, die sowohl vom Kunststoff, wie auch von der Landwirtschaft etwas verstehen. Aus diesen Gründen erscheinen auch gemeinsame Fachgespräche dringend notwendig und es wäre zu hoffen, daß hier die Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft auf breiter Basis die vom AKL (Arbeitskreis Kunststoffe in der Landwirtschaft) begonnene fruchtbare Arbeit fortführen kann.

Weiterhin besteht der Wunsch, daß Neuentwicklungen nicht nur auf dem Prüfstand oder im Laborversuch, sondern auch in der landwirtschaftlichen Praxis erprobt werden. Denn gerade hier sind Kunststoffe zahlreichen Ein-

flüssen ausgesetzt, die im Labor nicht immer hinreichend nachgeahmt werden können. So sei nur an aggressive Medien wie Stalldunst, Silosäuren, Mineraldünger oder Gülle erinnert. Aber auch die Freibewitterung läßt sich offenbar auf dem Prüfstand noch nicht hinreichend durchführen, denn sonst könnte es beispielsweise nicht vorkommen, daß ein neuentwickeltes Folienmaterial ohne Beanstandung eine Materialprüfung durchläuft, aber dann in der Praxis völlig versagt. Nur wenige Kunststoffhersteller können derartige Versuche durchführen, aber es gibt ja gerade in der Landwirtschaft zahlreiche Versuchs- und Forschungsstellen, die hier mit-helfen könnten.

Mehr als bisher sollte sich die Kunststoffindustrie auch im landwirtschaftlichen Bereich um „Verbraucherschulung“ bemühen und einen Beitrag zur Ausbildung und Information der Landwirte leisten. Von staatlicher Seite wird nämlich die Ausbildung über Kunststoffe vielfach vernachlässigt und zwar angefangen von den landwirtschaftlichen Berufsschulen bis hin zu den Hochschulen. Das liegt einmal daran, daß materialorientierte Lehrkräfte fast völlig fehlen, und zum zweiten davon, daß die verantwortlichen staatlichen Stellen die zunehmende Bedeutung der Kunststoffe noch nicht erkennen. Teilweise hört man dort immer wieder das Argument: „Der Kunststoff ist ja nur ein Werkstoff unter vielen und wenn wir uns verstärkt um ihn bemühen sollen, dann müßten wir dies gerechterweise bei den anderen Materialien wie Holz, Metallen u. ä. auch tun.“

Man verkennt dabei aber, daß gerade beim Wissen um Kunststoffe noch sehr viel nachzuholen ist und daß die Landwirtschaft den Weg ins „Kunststoffzeitalter“ nur schlecht antreten kann, wenn der breiten Praxis die wichtigsten

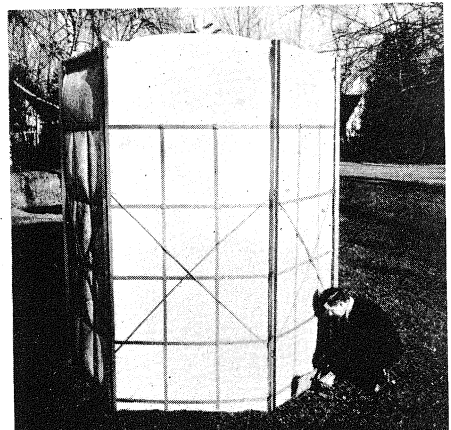


Abb. 1: Flexibler Behälter aus PVC-beschichtetem Chemiefasergewebe und baukastenartig zusammensetzbar. Derartige Behälter werden für die Lagerung von Schüttgütern eingesetzt

Grundbegriffe über Aufbau, Eigenschaften, Verarbeitung, Einsatzmöglichkeiten und vor allem auch Behandlung fehlen. Die Industrie könnte hier durch speziell abgestimmte Lehrmittelsammlungen, Kurse oder breitgestreute Schriftenreihen helfen. Diese müßten aber auf neutraler Basis zusammengestellt und nicht nur auf die Produkte einer einzigen Firma bezogen sein.

Darüberhinaus wäre eine Förderung der Forschungsarbeiten zu wünschen. Ähnlich wie die Ausbildung krank nämlich auch die unabhängige Forschung daran, daß man die zunehmende Bedeutung der Kunststoffe im landwirtschaftlichen Bereich zu wenig berücksichtigt. Hier könne durch Bereitstellung von Versuchsmaterial und Geldmitteln gezielt und wirksam die praxisnahe und angewandte Forschung gefördert und dabei nicht zuletzt auch neue Anwendungsmöglichkeiten erschlossen werden.

Viele Kunststoffe sind für den Masseneinsatz, vor allem im landwirtschaftlichen Bauwesen, einfach noch nicht billig genug. Hier wäre es außerordentlich wichtig, Zahlenmaterial über die zu erwartenden Preisentwicklungen der wichtigsten Kunststoffe zu bekommen, um die Entwicklungsarbeiten in erfolgversprechende Bahnen zu lenken. Hätte man beispielsweise vor 10 Jahren vorausgesagt, daß Polyäthylenfolien innerhalb dieses Zeitraums um mehr als das 5-fache im Preis fallen würden, während PVC-Folien einen derartigen Preisrückgang nicht mitmachten, dann wären die Entwicklungen auf dem Gebiet der Foliensilos viel früher anders gesteuert worden.

Sicherlich sind die Preisentwicklungen in der Kunststoffindustrie ein heißes Eisen und niemand möchte es gern sehen, daß die Preise noch weiter fallen. Aber in vielen Fällen ergeben sich

durch niedrigere Preise erst wirtschaftlich interessante Anwendungsmöglichkeiten, die wiederum die Kunststoffproduktion fördern. Oftmals reicht es auch aus, zu wissen, ob bestimmte Kunststoffe in Zukunft preisstabil bleiben und damit konkurrenzfähig zu den ständig teurer werdenden Stoffen wie Holz, Holzwerkstoffe, Metalle und Baumaterialien der verschiedensten Art werden.

### Spezielle Wünsche

Hier können natürlich nicht alle Bereiche der Landwirtschaft erfaßt werden, sondern es soll eine Beschränkung auf wenige Beispiele erfolgen und zwar vor allem auf dem Gebiet des landwirtschaftlichen Bauwesens, weil hier zukünftig besonders zahlreiche Möglichkeiten für den Masseneinsatz von Kunststoffen zu erwarten sind.

Dies gilt zunächst einmal für den Behälterbau, ein Gebiet, in dem Kunststoffe besondere Chancen haben. Die Landwirtschaft ist nämlich immer mehr gezwungen, den Umschlag und die Lagerung der Massengüter zu mechanisieren. Hierzu werden feste oder flexible Behälter benötigt, die leicht zu installieren, vielseitig zu verwenden und in hohem Maße korrosionsbeständig sein sollten. Behälter für Gärfutter, Gülle, Kraftfutter und Düngemittel haben hier besondere Erfolgsaussichten. Allerdings müssen die Vorteile des Kunststoffbehälters vielfach noch mit einem zu hohen Preis bezahlt werden.

Für den Behälterbau haben sich bisher nur verstärkte Kunststoffe durchsetzen können und zwar glasfaserverstärkte Polyester und beschichtete Gewebe (Abb. 1), die es schon mit Festigkeitswerten bis zu 3000 kp je 5 cm Streifenbreite gibt. Alle Bemühungen, auch unverstärkte Thermoplaste einzusetzen, sind bisher an den Problemen der Statik gescheitert.

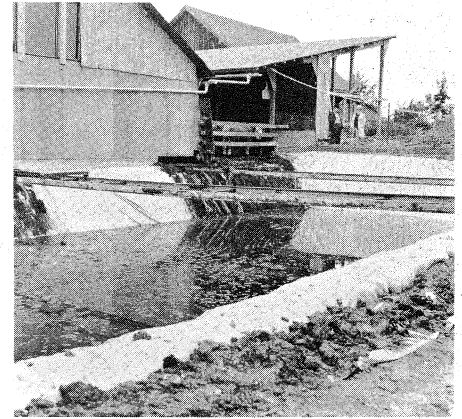


Abb. 4: Erste Versuche mit der Lagerung von Flüssigmist in folienverkleideten Erdgruben verliefen bei sachgemäßer Ausführung recht positiv. Hier kommen vor allem stärkere PVC-Folien ab 0,4 mm Dicke in Frage

Neben den Behälterformen, die komplett von der Industrie geliefert und auch montiert werden, dürfte noch ein Markt für Universalelemente offen sein, die von der Industrie in günstigen Rastermaßen vorgefertigt und vom Landwirt selbst montiert werden können (Abb. 2). Bei zweckmäßiger Ausbildung derartiger Elemente kann man die verschiedensten Behälterformen damit erfassen. Für den Hersteller ergibt sich dadurch der Vorteil, daß er nur ein Element für die verschiedensten Behälter fertigen braucht, während der Landwirt die Elemente vielseitig einsetzen und später jederzeit einen nicht mehr benötigten Behälter zerlegen und in einen anderen umbauen kann.

Allerdings erhält der Behälterbau auf gewissen Teilgebieten immer stärkere Konkurrenz durch die Möglichkeiten der Folienverwendung. Viele Landwirte scheuen sich, zuviel Kapital langfristig in feste Behälter zu investieren und ziehen die jährliche Anschaffung einer preiswerten Folie vor. Dies geschieht zur Zeit stark in der Gärfutterbereitung, wo man mit Hilfe von Folienfahrtilos,

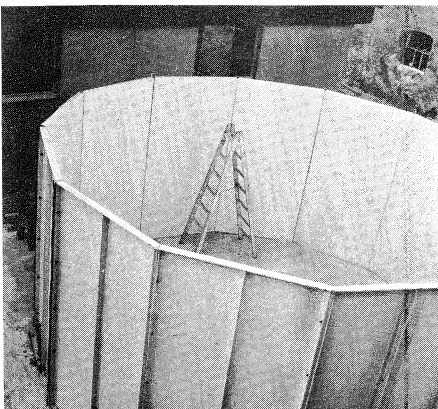


Abb. 2: Ebenerdiger, oben offener Güllebehälter aus GFK-Universalelementen, die zu den verschiedensten Behälterformen zusammengesetzt werden können

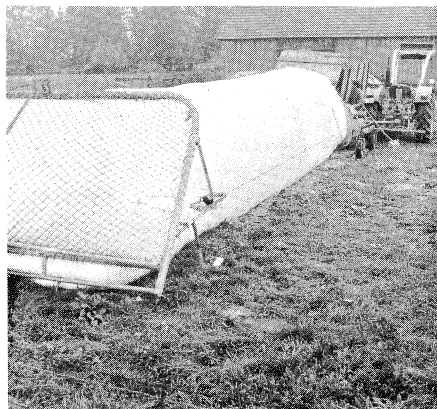


Abb. 3: Mit der neuentwickelten Silopresse können Foliensilos vollmechanisch befüllt werden. Dabei wird der Bau massiver Gärfutterbehälter durch die jährliche Anschaffung einer Folie ersetzt

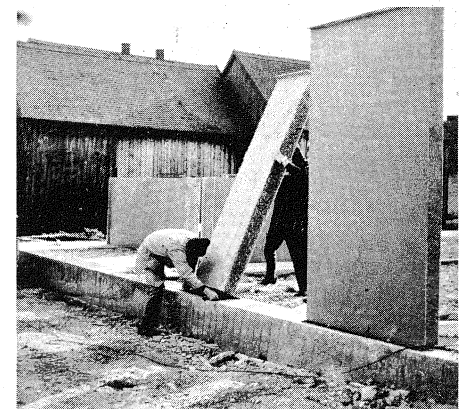


Abb. 5: Montage von Kunststoff-Wandelementen, die mit dem Fundament verschraubt werden. Zwei Mann können die 125 x 250 cm großen Elemente ohne technische Hilfsmittel bewegen und aufstellen

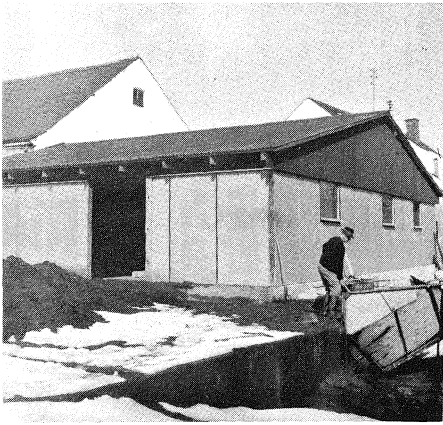


Abb. 6: Versuchsstall aus tragenden Kunststoffelementen. Die Dachkonstruktion (Gang-nail-Binder mit Bitumenwellplatteneindeckung und Kunststoffzwischendecke) wird direkt von den Wandelementen getragen

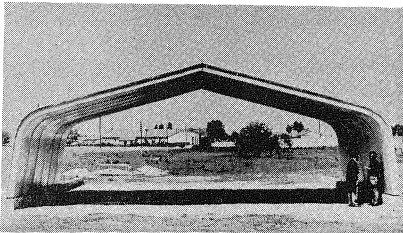


Abb. 7: Ein ungarischer Versuch mit wärmedämmten Flächentragwerk-Elementen für den Stallbau aus glasfaserverstärktem Polyester und Polyurethanschaum

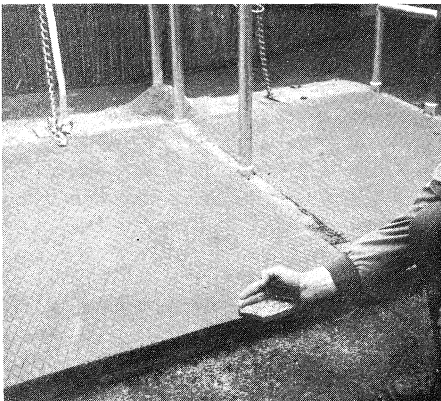


Abb. 8: Verbesserter und inzwischen weitgehend praxisreifer Stallbodenbelag aus Weich-PVC mit angeformter hinterer Abschlußkante, der durch ein eingearbeitetes Drahtgewebe mit dem Unterbeton verbunden wird

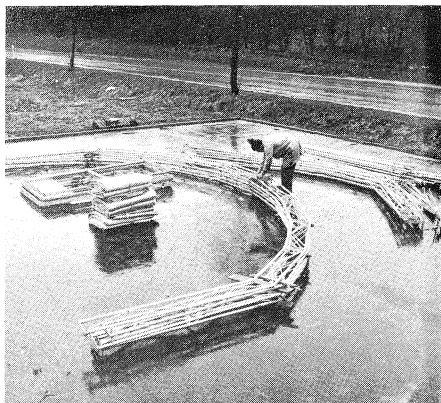


Abb. 9: Kompletter Baukasten für eine folienüber-spannte Leichtbauhalle in 8,6 x 22 m Größe, bestehend aus verzinkten Gitterträgern, Toren und Lüftungsöffnungen sowie der Folienbespannung

Folienpreßballensilos oder dem Folien-sch'auchsilo-Verfahren das Futter nur mit Hilfe von Folien konserviert (Abb. 3). Durch das DLG-Gütezeichen für Silo-abdeckfolien hat sich die Landwirtschaft eine Qualitätskontrolle geschaffen, der sich bisher 6 Hersteller mit insgesamt 18 Folienarten unterworfen haben. Leider wird dieses Gütezeichen immer wieder von der Herstellerseite mißbraucht und in Mißkredit gebracht. Völlig unbrauchbare, schon bei der Herstellung und nicht erst beim Transport durchlöchertere Ware mit DLG-Gütezeichen oder Folienstärken unter 0,15 mm, für die das Gütezeichen gar nicht geführt werden darf, wünscht sich die Landwirtschaft verständlicherweise nicht.

Aber auch Erfreuliches hat sich auf dem Foliensektor ereignet: Die vor etwa 4 Jahren als „Wunsch der Landwirtschaft an die Kunststoffindustrie“ angemeldete Forderung nach deckend weiß eingefärbten und UV-stabilisierten PE-Folien speziell für Silierzwecke ist inzwischen erfüllt worden. Auch im Blasextrudieren von PVC-Folien größerer Breite ist man weiter gekommen, allerdings leider immer noch nicht bis zur Serienproduktion.

Neben der Gärfutterbereitung dürfte sich auch die Güllelagerung für den Einsatz von Folienbehältern eignen (Abb. 4). Ähnliche Zukunftschancen wie im Behälterbau könnten im Stallbau liegen, vor allem, wenn man hier nicht einfach wie bisher die althergebrachten Materialien durch Kunststoffe zu ersetzen versucht, sondern neue und kunststoffgerechte Lösungen findet.

Im Stallbau sind folgende Einsatzmöglichkeiten interessant: Wärmedämmte, leicht zu transportierende und zu montierende, tragende Wandelemente (Abb. 5 u. 6). Hier kommt vor allem die Sandwichbauweise mit GFK-Deckschichten und Schaumstofffüllung infrage. Im Ausland ist man uns auf diesem Gebiet schon um einiges voraus, so laufen in Ungarn Versuche mit durchgehenden schalenförmigen Flächentragwerk-Elementen, bei denen man mit nur einem Bauteil einen stützenfreien, hallenartigen Stall zusammenstellen kann (Abb. 7).

Aber auch für die Sanierung alter Stallgebäude oder für die zusätzliche Ausstattung von Neubauten werden Kunststoffe immer interessanter. Dies gilt besonders für Stalldecken, bei denen man mit Schaumstoffplatten oder auch verstärkten Folien mit aufliegender Wärmedämmschicht zu zweckmäßigen und preislich durchaus konkurrenzfähigen Lösungen kommt. Es fehlt aber immer noch ein selbsttragendes

Deckenelement, mit dem man die üblichen Binderspannweiten von 4 bis 5 m ohne zusätzliche Unterkonstruktion überbrücken kann. Eventuell liegt hier eine Möglichkeit für Integralschaum, bei dem man durch die verdichteten Außenschichten wesentlich höhere Festigkeitswerte erreicht.

Ein ebenfalls nicht leicht zu lösendes Problem stellen die Stallbodenbeläge auf Kunststoffbasis dar, die durch den Übergang zu strohsparenden oder gar strohlosen Aufstallungsformen notwendig werden (Abb. 8). Die sich teilweise widersprechenden Anforderungen an derartige Beläge wie Wärmedämmung, Elastizität, Abriebfestigkeit, Rutschsicherheit, Reinigungsmöglichkeit und feste Verbindung mit dem Unterboden konnten bisher nur wenige Ausführungen erfüllen. Die Kunststoffindustrie sollte jedoch gerade auch auf diesem Gebiet sich nicht entmutigen lassen, sondern weiterarbeiten, da sich zukünftig ein großer Bedarf für Stallbodenbeläge entwickeln dürfte, die allerdings auch wirklich haltbar und sicher in der Befestigung mit dem Unterboden sein müssen.

Aber nicht nur wärmedämmte Ställe, sondern auch Leichtbauhallen für Lager- und Unterstellzwecke werden zukünftig in größerem Umfang in der Landwirtschaft benötigt. Mit Folien oder beschichteten Geweben überspannte Bogenbinderkonstruktionen kommen dem Wunsch der Landwirtschaft nach preiswerter Erstellung in Selbstmontage und leichter Wandelbarkeit sowie eventuell auch Versetzbarkeit entgegen (Abb. 9 und 10). Allerdings kann man für landwirtschaftliche Zwecke nicht einfach die im Gewächshausbau bewährten Hallentypen übernehmen, sondern muß folgende Gesichtspunkte beachten: Es werden Spannweiten von etwa 12 m benötigt, um eine derartige Halle auch mit landwirtschaftlichen Geräten befahren zu können. Weiterhin muß die im Gewächshausbau relativ unproblematische Feuchtigkeitskondensation verhindert werden. Es hilft nämlich nichts, wenn Geräte oder Maschinen zwar gegen Witterungseinflüsse geschützt sind, aber in feuchtwarmer Atmosphäre dennoch rosten oder wenn Getreide oder Mineraldünger durch Kondenswasser tropfen naß werden.

Der Einfärbung der Folie kommt in diesem Zusammenhang besondere Bedeutung zu. Während Gewächshausfolien optimal lichtdurchlässig sein müssen, sollten Folien für Leichtbauhallen möglichst viel Licht- und Wärmestrahlen reflektieren und nur soviel Transluzenz besitzen, daß man in der Halle ausreichend sehen kann.



Abb. 10: Die versetzbare Leichtbauhalle eignet sich vor allem für die Unterbringung kleinerer Geräte und Maschinen. An der Entwicklung mit Spannweiten von 12 m und mehr wird gearbeitet

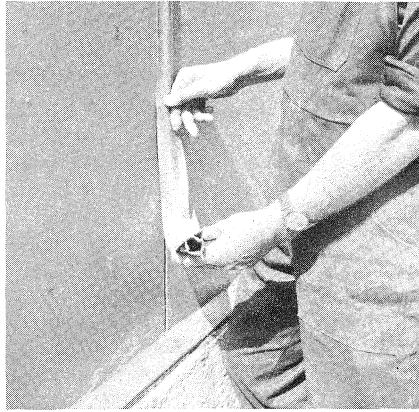


Abb. 11: Profile, Streifen und Spritzmassen auf Kunststoffbasis bekommen für die Fugendichtung im Fertigteilbau eine ständig wachsende Bedeutung

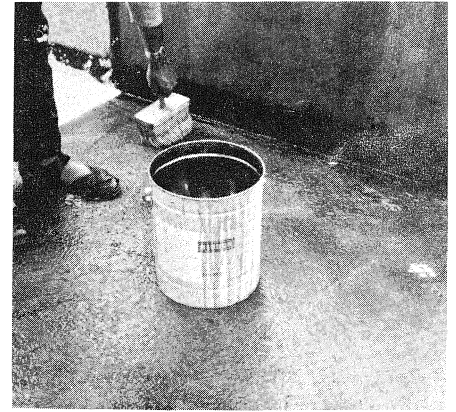


Abb. 12: Neben den Dispersionsanstrichen setzen sich nunmehr auch leicht zu verarbeitende Einkomponenten-Reaktionsanstriche für den Schutz von Gärfutterbehältern durch

Ob extreme Leichtbauhallen, wie Traglufthallen für die Landwirtschaft in Frage kommen, kann im gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht beurteilt werden. Den vielen Vorteilen dieser Konstruktionen stehen für derartige Einsatzzwecke auch Nachteile gegenüber, so die notwendige Größe der Schleusen, das Notstromaggregat sowie Kondenswasserprobleme. Man sollte aber auf jeden Fall versuchen, mit diesen Leichtbauhallen landwirtschaftliche Lagerprobleme zu lösen und evtl. sogar in den Stallbaubereich vorzudringen.

Leichtbauhallen werfen im übrigen einen neuen landwirtschaftlichen Wunsch auf, nämlich die Bodenbefestigung ohne Beton oder Asphalt. Es widerspricht dem Prinzip einer mobilen Leichtbauhalle, wenn man den Boden betonieren oder sonstwie aufwendig befestigen muß, um zu einer hinreichend befahrbaren und verschleißfesten Fläche zu kommen. Neuartige Bodenfestiger auf Dispersions- oder sonstiger

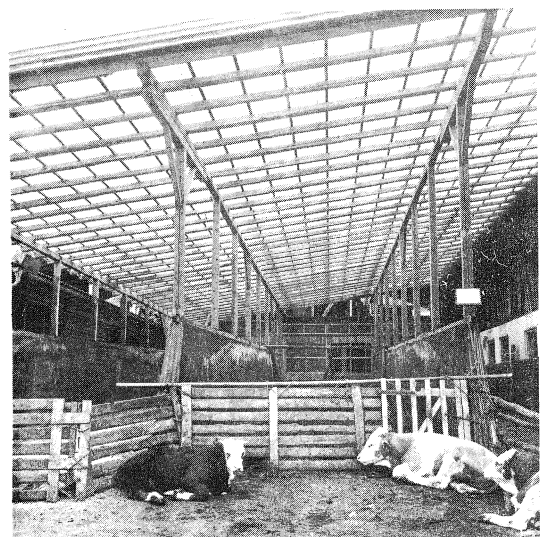
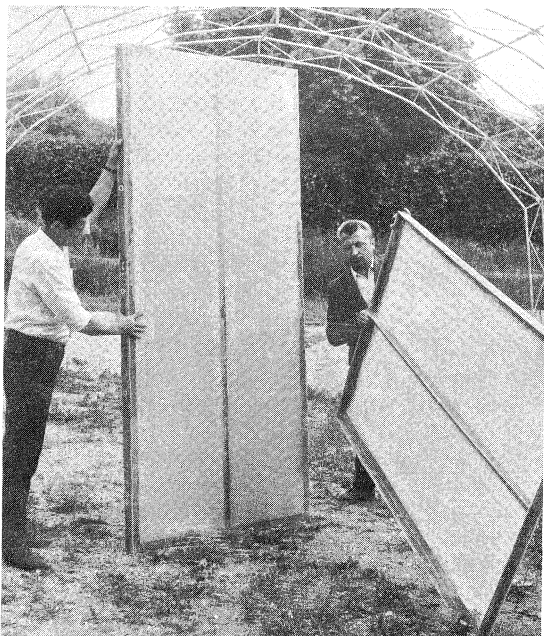
Basis könnten hier weiterhelfen. Allerdings fehlen noch Erfahrungen für solche Einsatzzwecke, die in Versuchen gesammelt werden müssen.

Zunehmende Bedeutung erlangen im landwirtschaftlichen Bauwesen weiterhin Anstriche, Kleber und Dichtungsmaterialien auf Kunststoffbasis (Abb. 11). Der Landwirt hat nämlich immer weniger Interesse daran, jährlich die Gär-futtersilos oder den Stall zu streichen. Hochwertige 2-Komponentenmaterialien wie sie beispielsweise als Silo- oder Milchkammeranstrich angeboten werden, bieten jedoch zahlreiche Verarbeitungsprobleme. Da man aber auf die ausgezeichneten Festigkeitseigenschaften chemisch härtender Materialien nicht gerne verzichten will, gewinnen neben den leicht zu verarbeitenden Dispersionsmaterialien solche auf Einkomponenten-Reaktionsbasis an Bedeutung (Abb. 12).

Anstriche und Beschichtungen sowie Dichtungsmittel, die durch Aufnahme

von Wasserdampf, Kohlendioxid oder Sauerstoff aus der Luft chemisch reagieren und härten, haben sich gerade in der Landwirtschaft gut bewährt. Es fehlen jedoch noch Baukleber auf Einkomponenten-Reaktionsbasis, die ähnlich leicht zu verarbeiten sind wie Dispersionskleber, aber sich darüber hinaus frostbeständig und feuchtigkeitsfest erweisen. Die neuen Cyanoacrylat-Kleber deuten in diese Richtung, sind aber für die Verklebung größerer Bauteile noch viel zu teuer.

Damit sind zwar noch längst nicht alle Wünsche der Landwirtschaft an die Kunststoffindustrie formuliert und ausgesprochen, aber doch wohl einige besonders typische und vordringliche. Außerdem besteht wohl die Aussicht, daß in der neu gegründeten GKL hinreichend Gelegenheit sein wird, derartige Wünsche in vermehrtem Umfang an die Industrie heranzutragen und diese zu noch stärkerer Zusammenarbeit aufzurufen. ■



# Zur Automation der Produktionstechnik mit elektronischen Geräten

Diplomlandwirt Hans Stanzel, Weihenstephan<sup>1)</sup>

Die Landarbeit schien eine Insel der Handarbeit im Meer der allgemeinen Automation zu sein. Bis die AK knapp und die „handlichen Einheiten“ überwunden wurden. Seitdem setzten sich auch in der Landwirtschaft hochmechanisierte, ja, automatisierte Arbeitsverfahren durch. Mit dem Einsatz elektronischer Steuerelemente öffnen sich neue Möglichkeiten — auch in der Landtechnik. Erste Einsatzmöglichkeiten werden bereits erprobt: darüber wird im folgenden Beitrag berichtet.

Die Agrarproduktion verlangt eine ständige Änderung der Produktionstechnik, um die Produkte verbessern und die Rentabilität steigern zu können. Im Zuge der gleichzeitig notwendigen Rationalisierung muß die menschliche Arbeitskraft durch Maschinen ersetzt werden.

Diese Entwicklung, die schon bisher überaus schnell voranschritt, wird auch in den nächsten Jahren anhalten. Der Schwerpunkt wird sich allerdings von der Mechanisierung, die die menschliche Muskelkraft ersetzt hat, zur Automation verlagern. Dabei werden auch verschiedene Steuer- und Regelfunktionen, die bisher noch dem Menschen zufallen, von Maschinen übernommen werden.

Dieser Weg wird ganz klar von anderen Zweigen der Wirtschaft vorgezeichnet, die wegen hoher Lohnkostenbelastung auf automatische Systeme übergehen mußten: automatische Textverarbeitung in den Büros, numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen in der Fertigung, rechnergesteuerte Prozesse in der Chemie-, Textil- und Metallindustrie.

## Automaten ...

... gehören auch in der landwirtschaftlichen Erzeugung schon lange zur Standardausrüstung. Man denke nur an vertraute Dinge, wie Bindevorrichtungen an Mähbindern und Pressen, an Schlepperregelhydraulik oder Selbsttränkebecken für Ställe und Weiden. Elektrische Steuerungen, wie Leerlauf- und Überlastschutz an Mühlen und Motoren, zeitgesteuerte Futterdämpfer, Fütterungs- und Entmistungsanlagen, sind heute weit verbreitet und haben einen hohen Grad von Vollkommenheit erreicht. Die Technik drängt aber weiter zur Lösung immer komplexerer Probleme. Wegweiser ist die Industrie, wo heute selbst die verwickeltesten Aufgaben mit elektronischen Mitteln gelöst werden.

Die meisten Möglichkeiten wurden erst in den letzten zehn Jahren mit der Entwicklung einer vielseitig verwendbaren Elektronik erschlossen, die ihre Anregung durch die große Nachfrage nach Elektronikrechnern erhielt.

## Elektronik ...

... das ist die Welt der Transistoren, Widerstände, Dioden, Thyristoren und integrierten Schaltungen, also ein Bereich, der sich durch totale Unanschaulichkeit auszeichnet. Deshalb ist es sinnvoller, gleich die Leistungsfähigkeit der Elektronik zu betrachten, die nahezu unbegrenzt erscheint. Elektronische Geräte sind auf dem besten Weg, sich in allen menschlichen Lebensbereichen nützlich zu machen. Jedem sind heute Fernseher und Radios geläufige Gebrauchsgegenstände, und von den Leistungen elektro-

nischer Rechenanlagen hat er zumindest schon gehört.

Für den Bereich der Produktion ist bedeutungsvoll, daß es elektronische Schaltungen gibt, die verschiedene Größen messen, also Informationen gewinnen und speichern können und die in der Lage sind, logische Entscheidungen zu treffen und auszuführen.

Dabei zeichnen sich die elektronischen Lösungen gegenüber den herkömmlichen durch einige Punkte aus:

- ▶ kleines Gewicht und geringe Raumgröße;
- ▶ hohe Zuverlässigkeit in rauher Umwelt;
- ▶ Verwirklichung komplexer Funktionen;
- ▶ völlig neue Geräteeigenschaften.

## Drei Bereiche in der Landwirtschaft

Schon heute zeichnen sich drei Einsatzbereiche für die Elektronik im landwirtschaftlichen Betrieb ab, die hier mit einigen Beispielen angesprochen werden sollen.

**1** Wegen mancher besonderen Eigenschaften kann sie konventionelle Elemente dort ersetzen, wo diese ihre Aufgabe nur mangelhaft oder zu teuer erfüllen. Zum Beispiel müssen Endschalter in Fütterungs- und Entmistungsanlagen unter derart widrigen Bedingungen arbeiten, daß sie oft schon nach kurzer Zeit versagen. Elektronische Näherungsschalter können hier mechanische Schalter ersetzen, weil sie gegen Er-schütterungen und aggressive Gase und Flüssigkeiten unempfindlich sind.

Die Leistungs- und Drehzahlverstellung von Heizungen, Ventilatoren und Förderanlagen mußte bisher über schwere Trafos und Widerstände vorgenommen werden. Thyristor- oder Triac-Stellgeräte bieten hier einen wesentlich billigeren Ersatz, der bei geeigneter Ausführung auch betriebssicherer ist.

**2** Hilfsgeräte zur Lösung einfacher Aufgaben — sie bestehen in der Regel aus dem Geber, der Informationen über eine gewünschte Größe liefert, und der elektronischen Schaltung, die danach Entscheidungen fällt und Signale ausgibt.

Zu dieser Gruppe gehört die elektronisch gesteuerte Vereinzelungsmaschine für den Rübenbau, die die einzelnen Pflanzen erfaßt und den Befehl an die Messer gibt, eine bestimmte Fläche freizuhacken. Erst vor wenigen Jahren wurde ein Gerät zur Anzeige der Körnerverluste beim Mähdreschen entwickelt. Es zeigt die Körnerverluste an, die über Schüttler und Siebe ins Freie fallen. Damit hat der Mähdrescherfahrer zwei Maßstäbe an der Hand, nach denen er die Maschine optimal einstellen und fahren kann.

Etwas mehr leistet ein Endfeuchteregler bei der Getreidetrocknung. Dieses Gerät mißt ständig die Feuchte des Getreides am Ende der Trocknungszone und regelt beim Durchlauf Trockner über Stellglieder den Durchsatz. Beim Satz Trockner

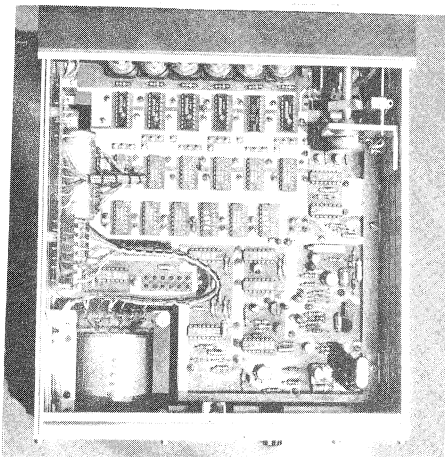


Abb. 2: Im Gegensatz zum früheren Drahtdickicht besteht das typische Elektronik-Gerät heute aus einer geordneten Ansammlung von integrierten Schaltungen.

schaltet es beim Erreichen der einstellbaren Endfeuchte die Heizung ab und läßt solange belüften, bis die Ausgangstemperatur erreicht ist. Damit ist immer eine ausreichende Trocknung bei geringsten Trocknungszeiten gewährleistet. Die Gefahr von Nährstoffverlusten bei zu geringer Trocknung bzw. von Heizenergieverschwendung bei Übertrocknung kann entscheidend verringert werden.

Das Zusammenspiel von Geber, Regler und Stellglied ist hier beispielhaft; es kann immer dann eingesetzt werden, wenn es gilt, die Leistungsfähigkeit einer Maschine voll auszuschöpfen oder eine gleichmäßige Produktqualität einzuhalten. Geber sind für alle interessanten

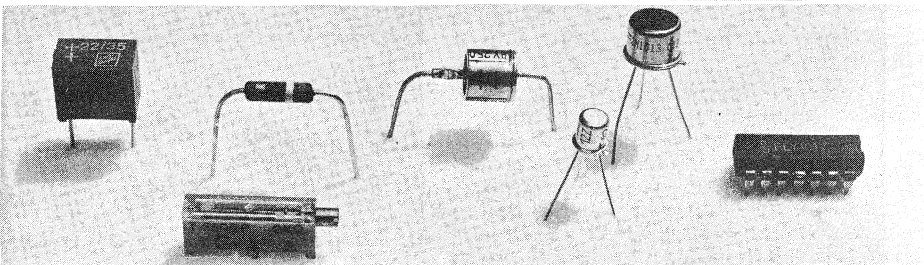


Abb. 1: Die winzigen Bausteine der Elektronik. Von links nach rechts — Kondensator, Trimmer, Widerstand, Diode, zwei Transistoren, integrierte Schaltung. Aufnahmen: Verfasser (4)

<sup>1)</sup> Institut für Landtechnik der TH München

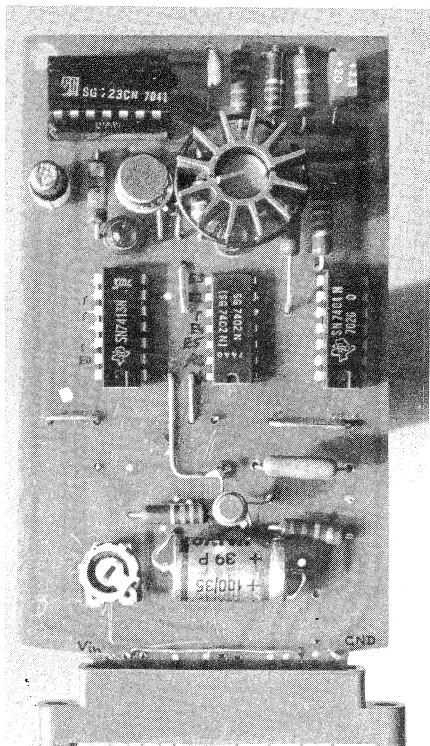


Abb. 3: Schaltung des Endfeuchtereigers für die Getreidetrocknung.

Größen — Temperatur, Druck, Menge, Durchfluß usw. — zu haben.

**3** Systeme mit komplexer Aufgabenstellung haben einen komplizierten Funktionsablauf: es müssen viele Informationen gewonnen und ausgewertet und viele Entscheidungen in kurzer Zeit getroffen werden. Gegenüber der menschlichen Arbeitskraft, die solche Funktionen als ihr ureigenes Aufgabengebiet natürlich sicher beherrscht, haben elektronische Anlagen den Vorteil, daß sie genauer und schneller arbeiten.

Das läßt sich am Beispiel der Kraftfüttergabe im Milchviehlaufstall erläutern. Der Automat mißt und speichert die Milchleistung der einzelnen Tiere im Melkstand. An einem im Laufstall montierten Kraftfutterstand kann sich jede Kuh täglich nur die Futtermenge holen, die ihr nach der Milchleistung zusteht. Zum Erkennen der Tiere im Melk- und Futterstand tragen die Kühe Marken, die elektronisch gelesen werden.

Die Vorteile des Systems liegen auf der Hand: Die Milchmenge wird täglich automatisch gemessen und kann zu Kontrollzwecken festgehalten werden. Das Kraftfutter wird genau nach Leistung zugemessen. Es wird außerhalb des Melkstands verabreicht und führt damit nicht zu Störungen des Melkbetriebs. Schließlich können sich die Tiere tagsüber einzeln bedienen.

Ein ähnliches System gibt es für die Schweinefütterung. An einem selbstfahrenden Fütterungswagen läßt sich die Futtermenge in kg je Bucht vorprogrammieren. Beim Vorbeifahren liest die Automatik die Buchtnummer und die eingestellte Sollmenge und verteilt entsprechend viel gleichmäßig über die Troglänge. Das ausgeworfene Futter wird in kg angezeigt. Zur Verteilung können

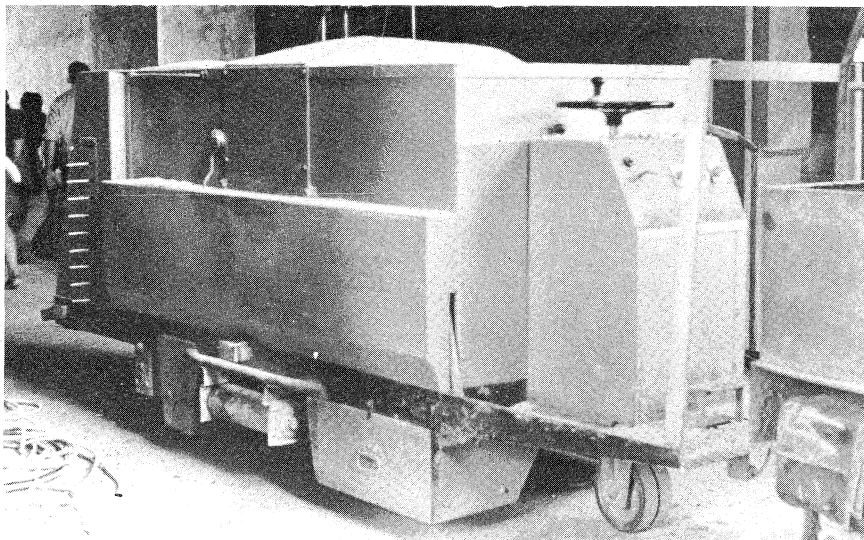


Abb. 4: Programmierbarer Fütterungswagen für die automatische Fütterung von Mastschweinen.

wahlweise zwei Behälter mit verschiedenen Futtermischungen herangezogen werden.

Mit diesem System läßt sich bei geringstem Arbeitsaufwand auch von Unkundigen Futter genau zuteilen. Die Arbeit einer ausgebildeten Person beschränkt sich auf Änderungen des Programms und gelegentliche Kontrollen. Es hat sich jedoch als vorteilhaft erwiesen, wenn diese Person den Wagen fährt, weil sie dann in Muße die Tiere beobachten und daraus wichtige Entscheidungshilfen gewinnen kann.

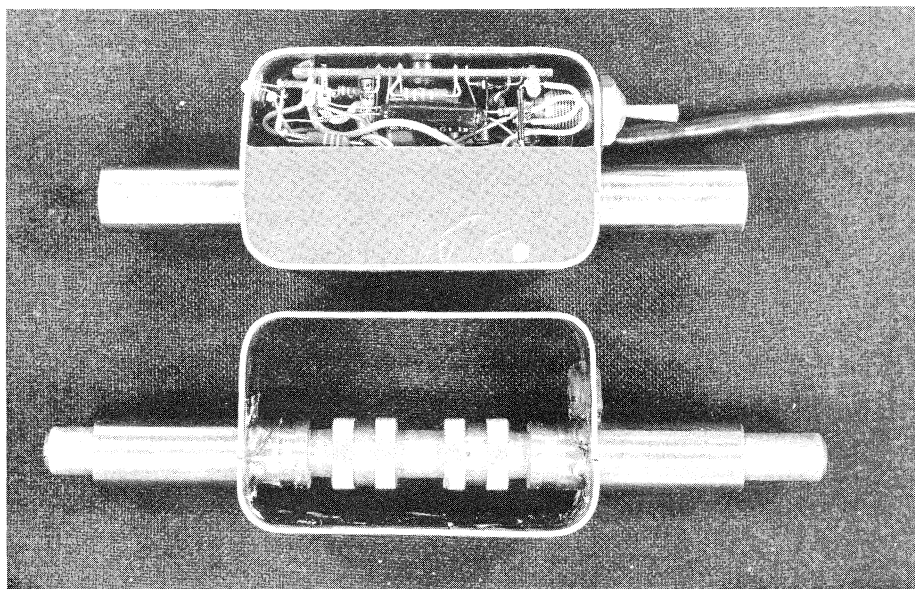
#### Diese zwei Beispiele zeigen...

... wie sich Wünsche der Praxis nach einer Verbesserung der Produktionstechnik in der Massentierhaltung mit elektronischen Mitteln erfüllen lassen. Freilich gibt es soche Sachen nicht aus Serien zu kaufen, weil sich eine Nachfrage danach überhaupt noch nicht angemeldet

hat. Solche Anlagen sind auch sehr teuer. Sie werden sich daher nur dort rentabel einsetzen lassen, wo sie teure Arbeitskräfte ersetzen, für fehlende einspringen oder die Qualität und Menge der Erzeugnisse steigern können.

Die große Mehrheit der landwirtschaftlichen Produktionseinheiten wird dafür heute noch zu klein sein. Für diese Mehrheit kommen jedoch jetzt schon die Geräte aus der zweiten Gruppe in Betracht, die ebenfalls geeignet sind, die Zeit des Landwirts für unternehmerische Überlegungen freizumachen.

Die Ausbreitung der Elektronik wird rasche Fortschritte machen; so wie sie jetzt dabei ist, die Haushaltsgeräte zu erobern — elektronische Drehzahlregelung in Bohr- und Küchenmaschinen, Steuerungen für Waschmaschinen und Speicherheizungen —, so wird sie sich bald in allen landwirtschaftlichen Produktionsrichtungen nützlich machen.



Elektronischer Geber für den Milchfluß zur Steuerung teilautomatisierter Melkzeuge. Oben: mit Schaltung, unten: Elektrodenanordnung.



# DER FÖRDERUNGSDIENST

Herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien

Schriftleitung: Sektionschef Dipl.-Ing. Hans Schratt

19. Jahrgang

Oktober 1971

Heft 10

## Arbeitsverfahren und praktische Anwendung der Minimalbodenbearbeitung\*)

Von Dr. M. Estler, Institut für Landtechnik der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan

Der Wunsch nach einer Verringerung der mechanischen Bodenbearbeitung und hier im besonderen nach pfluglosen Bestellverfahren dürfte wohl so alt sein, wie die Verwendung des Pfluges als Primär-Bearbeitungswerkzeug selbst. Wenn sich heute unter neuen ackerbaulichen, pflanzenbaulichen, technischen und ökonomischen Aspekten hierfür Lösungsmöglichkeiten abzeichnen, so sind doch sehr sorgfältig die zu erwartenden oder bereits bekannten Auswirkungen in vielerlei Bereichen zu beachten. Wenn deshalb über die Möglichkeiten und Grenzen einer Verwendung der Minimalbodenbearbeitung (nachfolgend mit „MB“ bezeichnet) berichtet werden soll, erscheint folgende Unterteilung zweckmäßig:

1. Bedeutung und Ziele der MB
2. Technische Lösungen und Arbeitsverfahren
3. Einfluß der Verfahren auf Boden, Pflanzenwachstum, Ertrag, Düngeraufnahme und Entwicklung der Unkrautflora
4. Arbeitswirtschaftliche Aspekte und Kosten der Verfahren.

In der Reihenfolge dieser Punkte soll das Thema dargestellt werden.

### Bedeutung und Ziele der Minimalbodenbearbeitung

Um die Aufgaben einer neuen Bestelltechnik abzugrenzen ist eine Betrachtung der derzeitigen Situation in der Feldbestellung unerlässlich. Sie ist gekennzeichnet durch die Verwendung von Geräten, die dem Landwirt seit langem bekannt und in ihrer zweckmäßigen Anwendung und Wirkung erprobt sind. Es sind aber im wesentlichen Einzelgeräte, die in nacheinander ablaufenden Arbeitsgängen, mitunter mehrmals nacheinander, eingesetzt werden. Die das gesamte Wurzelbett erfassende Primärbearbeitung obliegt in der Regel dem Pflug, dessen vielseitigen Effekte bislang von keinem anderen Gerät gleichwertig erreicht werden. Für die Sekundärbearbeitung, also die Bearbeitung des Saatbettes, werden heute neuentwickelte, leistungsfähige, leicht wandelbare und dadurch an unterschiedliche Einsatzbedingungen und fruchtspezifische Ansprüche anpassungsfähige Gerätekombinationen verwendet. Geeignete Konstruktionen und vielfache Kombinationsmöglichkeiten gewährleisten eine zufriedenstellende Erfüllung der wesentlichen Ziele, nämlich der flachen Lockerung, Krümelung und Verdichtung des Saatbettes (Abb. 1). Für die Einsaat selbst hat der verstärkte Schleppereinsatz eindeutige Auswirkungen auf die Konstruktion der Drillmaschinen genommen, die in schleppergerechter Bauweise eine einfache Bedienung, hohe Arbeitsgeschwindigkeiten, große Arbeitsbreiten und dadurch hohe Flächenleistungen verbinden.

An diesem Ist-Zustand haben sich die Lösungsmöglichkeiten und deren Auswirkungen beim Übergang zu einer neuen Bestelltechnik mit vermindertem Aufwand zu orientieren. Dabei gilt es, Prioritäten in der Zielsetzung zu erstellen, nämlich ob es vorrangig ist

1. eine Einsparung an Zeit, Arbeitsgängen und Kosten zu erzielen oder
2. eine geringere Bodenbewegung anzustreben, also den erforderlichen Eingriff in das Bodengefüge und die Bodenstruktur auf das geringst zulässige Maß zu reduzieren.

Tatsache ist, daß moderne Betriebsorganisationen und spezialisierte Fruchtfolgen bewirken, daß einerseits Anforderungen an termingerechte und ordnungsgemäße, den fruchtspezifischen Anforder-

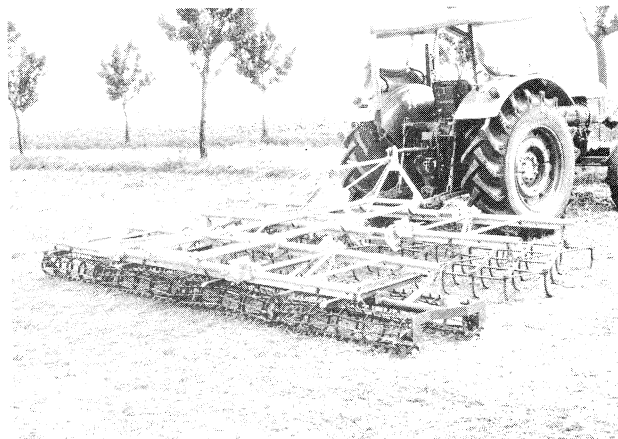


Abb. 1: Neuzzeitliche Gerätekombination für die gezielte flache Saatbettvorbereitung

rungen entsprechende Bodenbearbeitung und Bestellung ständig ansteigen. Andererseits stehen nur begrenzte und durch eine moderne Bewirtschaftungsweise immer knapper werdende Einsatzzeitspannen für die Arbeiterledigung zur Verfügung. Es gilt nun, die sich hieraus ergebenden Arbeitsspitzen durch gezielte Maßnahmen und eine hohe Schlagkraft der verwendeten Arbeitsverfahren abzubauen. Die Lösung dieser betriebsorganisatorischen und landtechnischen Probleme darf jedoch keinesfalls durch Ertragsminderung, eine nachhaltige Beeinträchtigung der physikalischen Bodeneigenschaften und der Bodenfruchtbarkeit sowie stärkere Unkrautwüchsigkeit und Zunahme von Pflanzenkrankheiten erkauft werden. Die limitierenden Faktoren liegen also eindeutig auf acker- und pflanzenbaulichem Gebiet.

Während im amerikanischen Raum die Entwicklung von Minimal-Bodenbearbeitungsgeräten vorwiegend das Ziel verfolgte, eine vereinfachte Bestellung der Maisfelder zu erreichen, steht im europäischen Raum eindeutig die Bestellung von Getreide im Vordergrund. Daneben sind Sonderlösungen für Mais und Rüben entwickelt worden.

\*) Vortrag, gehalten auf der Wintertagung 1971 der Österreichischen Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik.

Konsequent wird angestrebt und verfolgt, den erforderlichen Eingriff in den Boden auf die Bearbeitung der Felder in Saatbettiefe zu beschränken.

**Derzeitige technische Lösungen und Arbeitsverfahren**

Die Bezeichnung „Minimal-Bodenbearbeitung“ kennzeichnet dabei nicht ein einzelnes Verfahren, sondern stellt den Oberbegriff dar für verschiedene Formen der Bestelltechnik mit verringertem Aufwand:

1. Eine Verringerung der bisher üblichen Bearbeitungsintensität durch gewisse Abkehr von der traditionellen Form der Bodenbearbeitung unter dem Motto „ein Saatbett so fein wie nötig, so rauh wie möglich“, wobei herkömmliche Bearbeitungswerkzeuge durch neue, vor allem zapfwellenbetriebene Geräte ersetzt werden.

2. Ein Reduzieren der Bearbeitungshäufigkeit durch das Koppeln bislang nacheinander ablaufender Arbeitsgänge. Hierzu zählen nicht allein zum Beispiel das Koppeln von Pflug mit Nachbearbeitungsgerät oder Saatbettvorbereitung mit Aussaat, sondern auch das Beschränken des Pflügens auf größere Zeitabstände.

3. Ein Beschränken der Bearbeitung auf Teilflächen in Form einer streifenförmigen Lockerung und Krümelung für Reihenfrüchte.

4. Ein Verzicht auf jegliche Lockerung und Krümelung, so wie es in der extremsten Form bei der Direktsaat geschieht, wo nach vorheriger chemischer Abtötung des Pflanzenbewuchses das Saatgut in den unbearbeiteten Boden abgelegt wird.

Diesen Zielvorstellungen verschiedener Alternativen von Bestelltechniken lassen sich die in der folgenden Übersicht dargestellten Mechanisierungslösungen zuordnen (Abb. 2).

Das Hauptinteresse gilt heute zweifelsohne denjenigen Mechanisierungslösungen, bei denen in einem Gerät, und das bedeutet auch in einem Arbeitsgang, die Saatbettbereitung und Aussaat zusammengefaßt sind.

Die Einordnung erfolgt nach Verfahren:

1. die nach einer Pflugfurche, gemeinsam mit einer Pflugfurche oder ohne Pflugfurche angewandt werden können,

2. für Getreide, Reihenfrüchte und die Zwischenfruchtbestellung.

Darüber hinaus ist rein schematisch die durch den Geräteeinsatz bedingte Verflachung des Bearbeitungshorizontes angedeutet. Gleichzeitig soll im Vorgriff

auf die späteren Ausführungen aufgezeigt werden, daß mit abnehmender Bearbeitungstiefe der Aufwand an Dünger und Herbiziden gesteigert werden muß, wenn ein gleichbleibendes Ertragsniveau gewährleistet sein soll.

Diese Form der Feldbestellung verspricht eine Reihe gewichtiger Vorteile:

1. Einen geringeren Arbeitsaufwand, weniger Lohnstunden und somit eine Reduzierung der Kosten für die Arbeitserledigung.

2. Die Koppelung von Arbeitsgängen bedeutet eine Einschränkung des Fahrverkehrs auf dem Feld und ist gleichbedeutend mit einer größeren Bodenschonung in kritischen Bearbeitungszeiträumen.

3. Durch die Bereitstellung leistungsstarker Schlepper und passender Geräte ergibt sich eine hohe Schlagkraft, die eine termingerechte Arbeitserledigung und eine hohe Arbeitsproduktivität gewährleistet.

4. Diese termingerechte Bestellung wiederum ist Voraussetzung für das Erzielen hoher und vor allem sicherer Ernteerträge.

5. Wenn auch erhebliche Investitionen für leistungsstarke Schlepper und Spezialmaschinen entstehen, so ist es doch durch das Bereitstellen ausreichender Einsatzflächen möglich, eine Kostendegression im Vergleich zur konventionellen Bestellung zu erreichen.

Diese Vorteile wirken bestechend, vielleicht auch überzeugend. Der Übergang zu derartigen

Minimal-Bodenbearbeitung				
Für Fruchtart	Bestell-Saat			Direkt-Saat
	nach einer Pflugfurche	zugleich mit einer Pflugfurche	ohne Pflugfurche	ohne Pflugfurche
Getreidefrüchte	Fräse Feingrubber Rüttelege Kreiselegge Ackeregge } mit Aufbau-Sämaschine Breit-, Band- oder Drillsaat Geräteträger-Anbaugeräte für gleichzeitige Düngung, Saatbettvorbereitung und Drillsaat	Schlepper-Anbaugeräte für gleichzeitig Pflügen Düngung Oberflächenbearbeitung Breitsaat	Ganzflächenfräse mit Aufbau-Sämaschine (Breit-, Band- oder Drillsaat)  Rillenfräse mit Aufbaudrillmaschine	Spez.-Scheibendrillmasch. (triple disc) zuvor Pflanzenbewuchs totspritzen
Reihenfrüchte	Streifenbearbeitung und gleichzeitige Einzelkornsaat (Mais) Streifenfeinbearbeitung und gleichzeitige Einzelkornsaat (Rüben)	Schlepper-Anbaugeräte (wie oben) mit Einzelkornsägerät	Streifenfräse mit Reihendüngung Einzelkornsaat Pflanzenschutz	
Zwischenfrüchte	wie bei „Getreidefrüchte“	Schälpflug, Spatenrolle, Pflugnachläufer mit Breitsaatvorrichtung	Ganzflächenfräse (wie oben) oder Feingrubber mit Sämaschine (Bandsaat)	Spez.-Scheibendrillmaschine
Bearbeitungstiefe	flach		Streifenbearbeitung Ganzflächenbearbeitung	Saatschlitz
Herbizid- und Düngeraufwand	hoch			
	gering			
Estler	Minimal-Bodenbearbeitung Arbeitsverfahren und Anwendungsbereiche			LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN PB 25.1.1971

Abb. 2: Übersicht über Arbeitsverfahren und Anwendungsbereiche der Minimal-Bodenbearbeitung

neuen Bestellverfahren ist jedoch nur zu bewältigen, wenn auch die verwendeten Geräte einige technisch-konstruktive Hauptforderungen erfüllen:

1. Da bei Kombinationsgeräten keine Möglichkeiten für eine nachträgliche Korrektur besteht, müssen die Bearbeitungs-Saatsysteme sowie Bauform und Wirkungsweise der Arbeitswerkzeuge gewährleisten, daß in einem Arbeitsgang das Feld bei ausreichender Flächenleistung den spezifischen Erfordernissen voll entsprechend, saarfertig vorbereitet und eingesät wird.

2. Wenn auch bei den Ackerschleppern der Trend zu einer ständigen Steigerung der Motorleistungen

geht, so soll dennoch ein tragbarer Leistungsbedarf, vor allem auch bei den zapfwellenbetriebenen Geräten vorliegen.

3. Die Funktionssicherheit der Maschinen erhält besondere Bedeutung, da derartige Spezialmaschinen festumrissene Arbeitsprogramme und kalkulierte Einsatzflächen zu bewältigen haben. Durch mangelnde Funktionssicherheit bedingte Ausfallzeiten sind daher echte, auch finanziell bedeutsame Verlustzeiten. Im Zusammenhang damit, sind auch die Materialeigenschaften zu sehen. Bei Fräsen werden zum Beispiel die Betriebskosten und auch Reparaturzeiten sehr wesentlich von der Materialqualität und damit der Haltbarkeit der Fräsmesser bestimmt.

5. Der konstruktive Aufbau muß einen möglichst vielseitigen Einsatz zulassen, wobei unter „vielseitig“ die Verwendung bei verschiedenen Fruchtarten und Saatgutformen, verschiedenen Bodenarten und Bodenzuständen, verschiedenartige Anforderungen an Saatbettgestaltung und Saateinbringung sowie zu verschiedenen Einsatzzeitpunkten zu verstehen ist. Nur ein dergestalt weitgespannter und differenzierter Anwendungsbereich kann einen kostengünstigen Einsatz gewährleisten.

Das Erfüllen dieser vielfältigen und mitunter gegenläufigen Forderungen wird durch weitere Faktoren erschwert, von denen nur die beiden wesentlichsten erläutert werden sollen. Die Kopplung von Arbeitsgängen und -werkzeugen mit unterschiedlicher Aufgabenstellung und Effekten hat zwangsläufig zur Folge, daß die ursprünglich optimalen Anwendungspunkte für die Einzelgeräte nicht immer übereinstimmen und „Kompromißzeitpunkte“ gewählt werden müssen. Auch die optimale Arbeitsgeschwindigkeiten der gekoppelten Geräte liegen nicht immer synchron, so daß sowohl der Auswahl von Geräten, die sich für derartige Systeme eignen, als auch der Bestimmung von „Kompromiß-Arbeitsgeschwindigkeiten“ besondere Bedeutung zukommt.

Für die Ertragsbildung ist neben der ausreichenden Düngerversorgung und gezielten Pflanzenschutzmaßnahmen die jeweils optimale Vorbereitung des Saatbettes und die gezielte Saatgut-

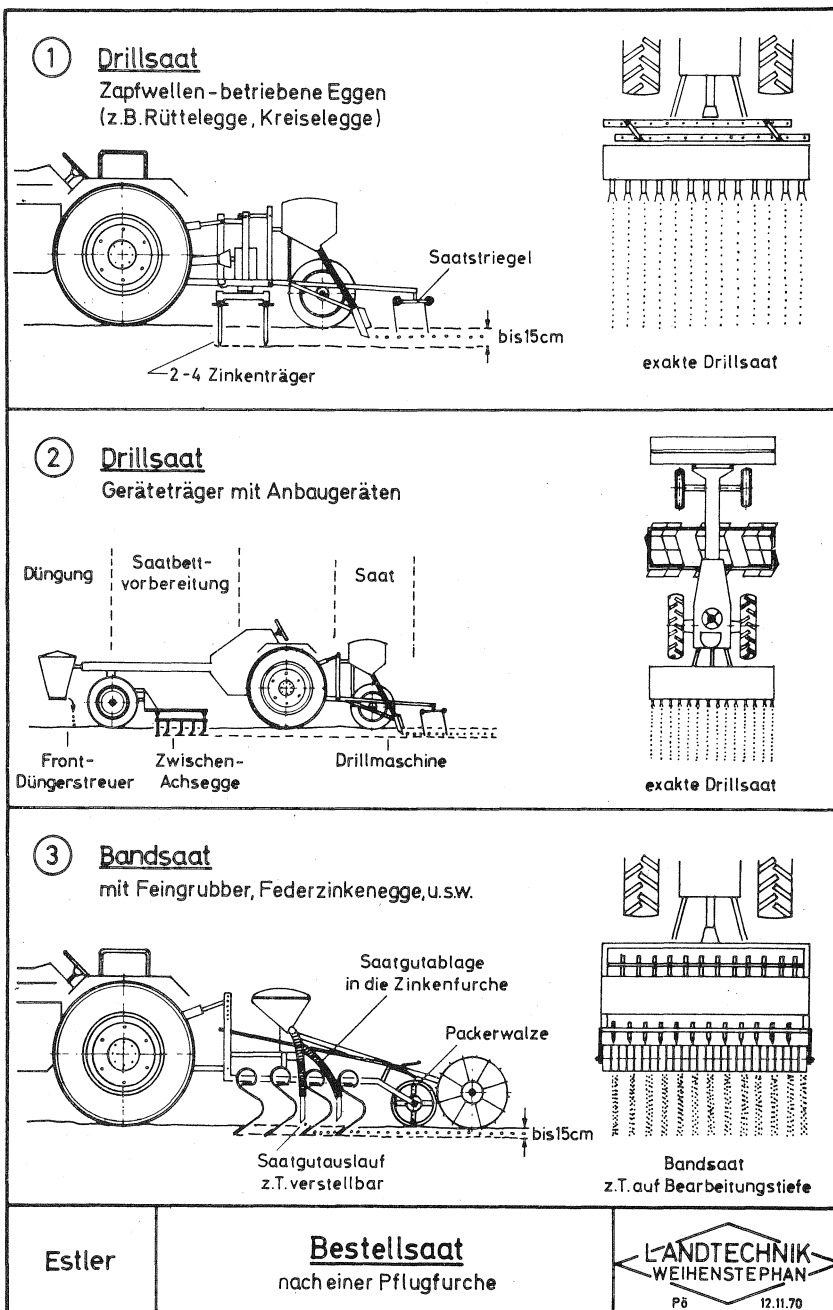


Abb. 3: Schematische Darstellung der technischen Lösungen für die Bestellsaat mit zapfwellenbetriebenen und gezogenen Zinkenwerkzeugen

ablage mit ausschlaggebend. Tatsache ist, daß MB-Böden statisch ruhend sind und eine geringe Umsatzintensität aufweisen. Jegliche Form der MB muß daher ein derartiges Maß an Bodenbearbeitung anstreben, daß eine ausreichende Sameneinbettung und Umsatzintensität gewährleistet sind. Diese Prämissen sind auch bei der Einordnung der Mechanisierungslösung und einer Beurteilung ihres Arbeitseffektes zu berücksichtigen.

Die derzeit verwendeten Maschinen für Bestell- saar, Streifenbearbeitung, Frässaar und Direktsaar sind in den folgenden Abbildungen schematisch und in ihrer praktischen Wirkungsweise dargestellt (Abbildung 3 bis 16).

Bei einer Beurteilung der Verfahren vom technischen Standpunkt aus ist bei einer Bestell- saar für die Verwirklichung der angestrebten Flacharbeit eine der Grundvoraussetzungen die exakte Durchführung der Pflug- furche. Dadurch werden gravierende Niveauunterschiede in der Ausformung der Bodenoberfläche vermieden. Wenn möglich, sollte eine schüttende Furche angestrebt oder der Pflug mit einem Nach- läufer zum Unterstützen des mechanischen Absetzens gekoppelt werden. Auch neue Pflugbau- formen, wie zum Beispiel der Kreiselpflug, könnten unter diesen Aspekten neue Impulse erhalten.

Eine Streifenbearbeitung eignet sich nur für Reihenfrüchte, vor allem Mais und Rüben. Die Vor- teile liegen hierbei insbesondere auf bodenkundlichem Gebiet, denn für die unbearbeiteten Zwischen- streifen entsteht eine längere Bodenruhe, ähnlich einer Teil- brache. Zudem wirkt ihre raue, grobkrümelige Bodenoberfläche der Bodenerosion in Hanglagen und der Bodenverschlemmung vor allem bei spätschließenden Pflan- zenbeständen wirksam entgegen.

Die ganzflächige Frässaar stellt zweifellos das vielseitigste System dar. Sie kann nach einer Pflug- furche und auf unbearbeiteten Feldern angewandt werden und läßt in der Saatgutablage die Wahl zwischen Drill-, Band- und Breitsaar. Eine variable Fräswel- lendrehzahl ist als unerlässlich anzusehen. Die höheren Motor- leistungen bei den Schleppern lassen höhere Arbeitsgeschwindig-

keiten zu. Da jedoch die Anzahl der Messereinschläge je Laufmeter konstant und vorwählbar sein muß und die Messerzahl nicht beliebig zu steigern ist, muß der Ausgleich über entsprechend variable Umfangsgeschwindigkeiten erfolgen.

Die Direktsaar nimmt zweifellos den geringsten Eingriff in das Bodengefüge vor. Dies kann, wie noch zu erläutern ist, je nach Bodenart und -zustand vorteilhaft oder auch nachteilig sein. Die fehlende Lockerung und Krümelung des Bodens bewirkt aber auch, daß keine gesteuerte Bedeckung des Saatgutes mit Boden und kein gezielter Bodenschluß als Voraussetzung für ungehinderte Keimung

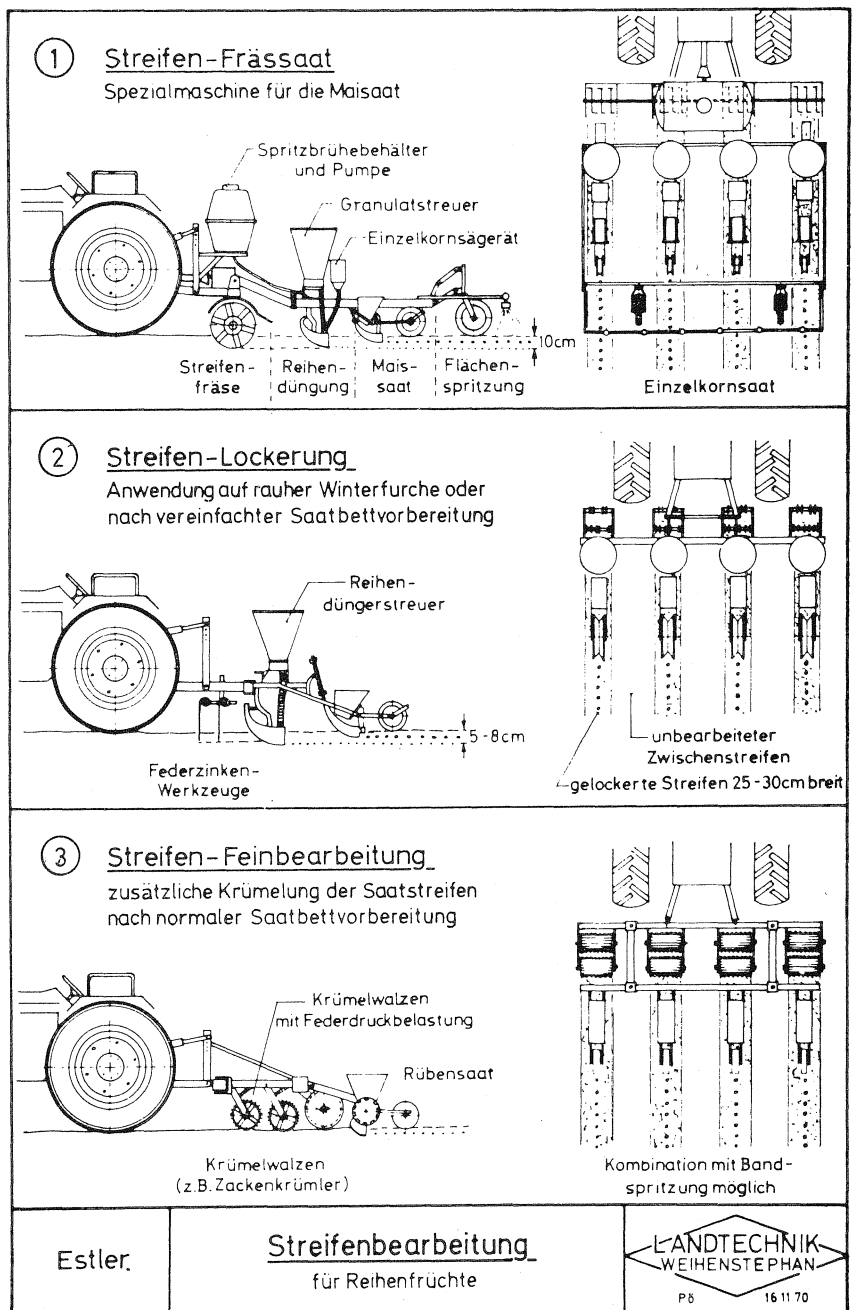


Abb. 4: Schematische Darstellung der Streifenbearbeitungsgeräte für Mais und Rüben

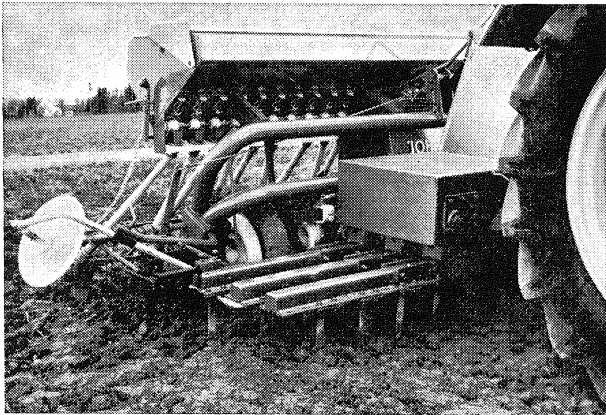


Abbildung 5



Abbildung 6

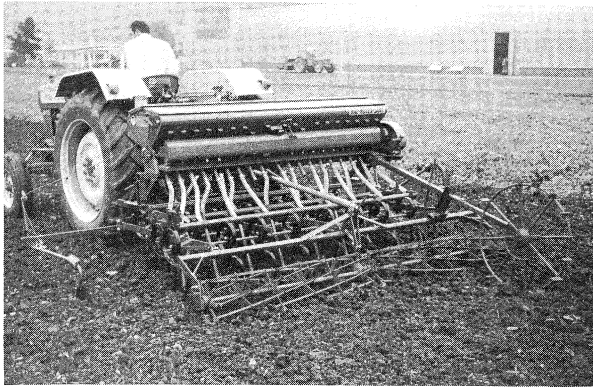


Abbildung 7

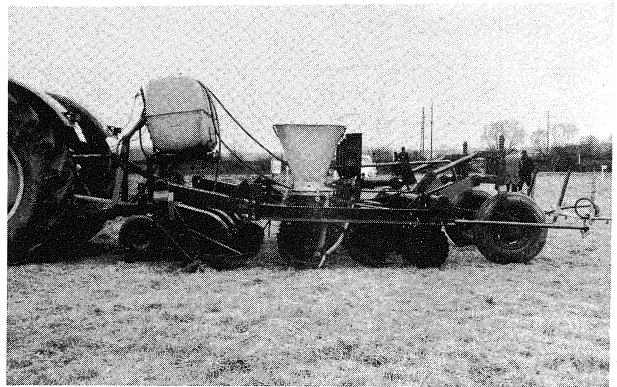


Abbildung 8

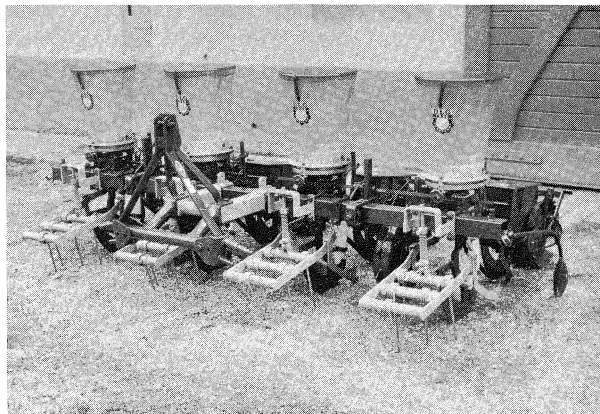


Abbildung 9

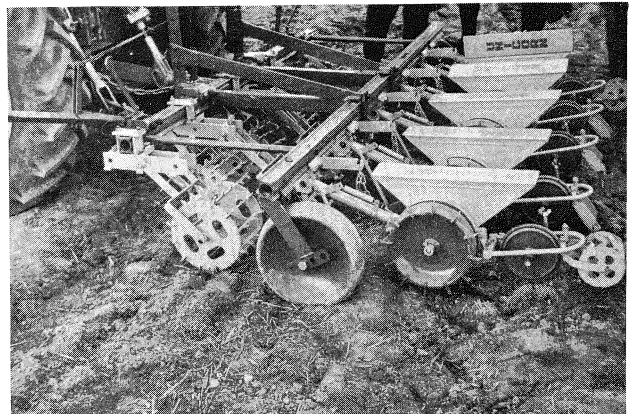


Abbildung 10

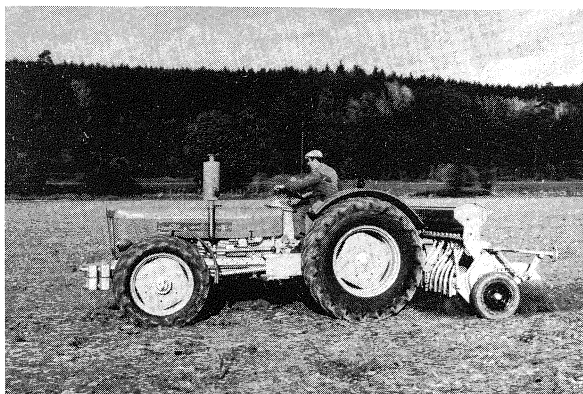


Abbildung 11

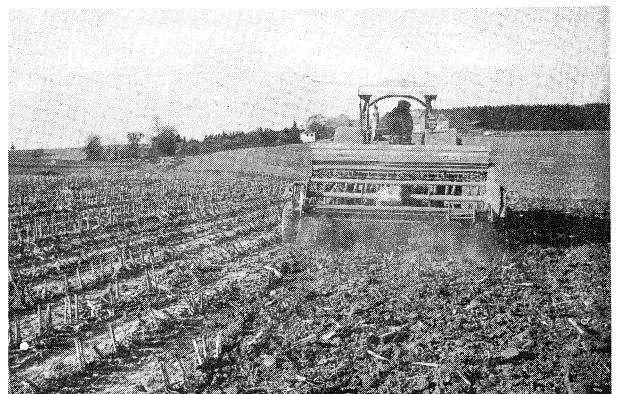


Abbildung 12



Abb. 13: Packerwalzen verdichten den locker gefrästen Boden und schaffen den für die rasche Keimung notwendigen Bodenschluß.

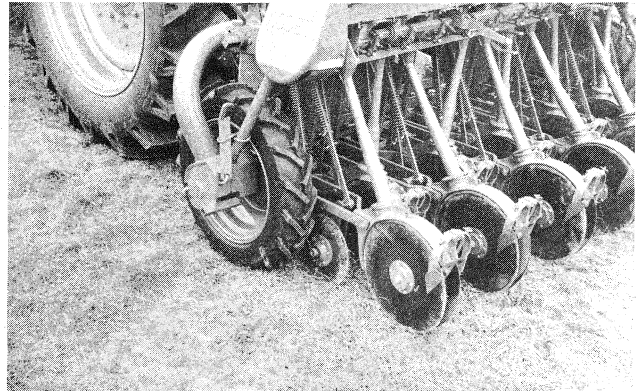


Abb. 14: Arbeitswerkzeuge der Spezial-Direktsaat-Drillmaschine (triple-disc). Das vorn angebrachte Scheibensech öffnet einen Bodenschlitz, in welchem von Scheibenscharen das Saatgut abgelegt wird.

Abb. 5: Dreibalkige Rüttelegge mit Aufbau-Drillmaschine: Bei konstanter Zinkengeschwindigkeit läßt sich die Bearbeitungsintensität nur durch die Vorfahrt variieren.

Abb. 6: Kreiselegge mit nachgeschalteter Packerwalze. Das Saatgut wird auf die volle Bearbeitungstiefe in Breitsaat abgelegt.

Abb. 7: Feingrubber mit Aufbaudrillmaschine und Packerwalze. Die Maschine stützt sich auf die Packerwalze ab, die Arbeitstiefe läßt sich stufenlos einstellen.

Abb. 8: Spezialmaschine für die Streifenfrässaat zu Mais. Die Maschine kombiniert vier Arbeitsgänge:

Streifenfräsung, Reihendüngung, Einzelkornsaat und Pflanzenschutzspritzung.

Abb. 9: Federzinkenaggregate zur Streifenbearbeitung zu Mais auf unbearbeiteten oder nur grob vorbereiteten Feldern.

Abb. 10: Zacken-Krümelwalzen für das zusätzliche Lockern des Saatstreifens bei der Rübensaat.

Abb. 11: Saatgutablage vor der Fräswelle und Einarbeitung auf die gesamte Frästiefe erfordert eine flache Frästiefe von maximal 4 bis 5 cm.

Abb. 12: Einarbeitung von Silomais-Rückständen und gleichzeitige Einsaat.

und Jugendentwicklung zu erreichen ist. Auf stark zerfahrenen Feldern bereitet zudem das ordnungsgemäße Anlegen der Saatschlitze und die gleichmäßig tiefe Saatgutablage Schwierigkeiten.

#### Einfluß der MB auf den Boden

Zweifellos ist eine allgemeine Beurteilung der Mechanisierungslösungen lückenhaft, wenn nicht auch der Einfluß auf die acker- und pflanzenbaulichen Belange aufgezeigt wird. Eine solche Aufgabe ist für einen Landtechniker nicht einfach, es sollen aber einige grundlegende Erfahrungen, die aus Versuchen an den Universitäten von Hohenheim und Gießen sowie aus der FAL-Völknerode vorliegen, kurz erläutert werden. Dabei handelt es sich vorwiegend um Direktsaat-Versuche.

Grundsätzlich besteht die Hauptaufgabe der Bodenbearbeitung neben der Einbringung von organischer Substanz und mineralischen Düngemitteln in der Gefügewirkung, deren Grundlagen das Lockern, Krümeln und Setzen des Bodens darstellen. Durch den „Bewirtschaftungsverkehr“, also das Befahren der Felder mit Schleppern, Erntemaschinen und Transportfahrzeugen, und den hierbei auftretenden Bodendruck entsteht eine Dichtlagerung des Bodens, die als der wesentlichste Hinderungsfaktor für eine Einschränkung der tiefgreifenden Bodenbewegung anzusehen ist. Wenn es mit Hilfe dieser neuen Verfahren gelingt, die Ursachen für solche Verdichtungen einzuschränken

und diese auf den Bereich des optimalen Porenvolumens zu reduzieren, dann wäre das wesentlichste Hindernis für eine entscheidende Einschränkung der Bodenbearbeitung beseitigt. Zwischenzeitlich wird der Pflugfurche die Aufgabe zufallen, eine periodisch wiederkehrende Gefügemelioration zu übernehmen, wobei die Frage der Periodendauer heute noch nicht absehbar ist.

Auf Tonböden zeigte sich, daß bei mangelnder Bodenlockerung, zum Beispiel Direktsaat, keine Frostgare entsteht. Die Felder bleiben sehr lange plastisch feucht, so daß zumindest die bei einer Frässaat entstehende Bearbeitungsintensität erforderlich ist. Dichtlagernde Böden besitzen zwar eine bessere Tragfähigkeit für Schlepper und Maschinen, die kapillare Förderung des Bodenwassers auch aus tieferen Schichten bleibt jedoch länger wirksam. Dies bedingt ein späteres Abtrocknen der Bodenoberfläche und damit auch einen späteren Saatzeitpunkt. Zudem zeigen derartige Böden eine schlechtere Durchwurzelbarkeit, die sich in einem flacheren Wurzelbett auswirkt. In Trockenperioden können sich hieraus nachteilige Folgen für die Wasserversorgung der Pflanzenbestände ergeben.

Leichtere Böden, auch mittlere, gut krümelnde Böden bieten auch bei stark eingeschränkter Bodenbewegung geringere bodenphysikalische und verfahrenstechnische Schwierigkeiten als Tonböden.

Übereinstimmend zeigen die Versuche, daß bei mehrjähriger Anwendung extremer Verfahren (zum Beispiel Direktsaat) eine Verschlechterung

des Bodengefüges entsteht und zahlenmäßig in einem Abfall des Gesamtporenvolumens von zirka 43 bis 45% bei konventioneller Bestellung, auf zirka 36 bis 38% bei der Direktsaat zu erkennen ist. Das Gesamtbild ist relativ uneinheitlich.

**Einfluß auf Pflanzenwachstum und Ertrag**

Eine Beurteilung des Einflusses auf Wachstum und Ertrag der Pflanzen muß neben der effektiven Ertragshöhe auch die Ertragssicherheit berücksichtigen. Dabei zeigt sich, daß extreme Verfahren wie zum Beispiel die Direktsaat hinsichtlich der Ertragserwartungen ein sehr unsicheres Verfahren

darstellen. Wenn auch die Ertragsbildung als eine Funktion der Düngerversorgung und insbesondere der Stickstoffdüngung anzusehen ist, so zeigen die unterschiedlichen Bestellverfahren, jedoch auch direkte Auswirkungen auf den Pflanzenbestand. Es zeigte sich, daß ein ausreichender Keimpflanzenbestand noch keine Gewähr für entsprechende Bestandesdichte ist, da die Bestockung bei technisch fehlender Kontrolle der Bodenbedeckung bzw. Saatguttiefenablage eingeschränkt wird. Über eine Erhöhung der Aussaatstärke bestehen keine übereinstimmenden Erfahrungen. Bei der Direktsaat mußten jedoch zirka 20% höhere Aussaatstärken gewählt werden, um vergleichbare Erträge zu erzielen.

**Einfluß auf Düngeraufnahme**

Für die Ertragsbildung ist der Nährstoffvorrat allein nicht ausschlaggebend, sondern auch die Nährstoffdynamik, also die Wanderung der Nährstoffe in die Bodenlösung und die Pflanze. Alle auf die Bodenoberfläche ausgebrachten Dünger müssen in die Bodenlösung der Krume einwandern. Dieser Prozeß ist bei mangelnder Einarbeitung des Düngers in den Boden verzögert und wegen erschwelter Löslichkeit und mangelnder Verteilung in der Krume die Nährstoffaufnahme in jedem Fall geringer gegenüber der üblichen Einarbeitung. Wenn heute aus Versuchsergebnissen abzuleiten ist, daß zum Beispiel bei der Direktsaat eine um 30 bis 50 kg erhöhte N-Düngung erforderlich sei, um gleiche Erträge wie nach einer Pflugfurche zu erreichen, so dient eine derart gesteigerte Düngung nicht allein der Ertragsbildung, sondern es soll auch ein beschleunigter biologischer Abbau der Restpflanzenmasse im Boden und die natürliche Eingliederung dieser Stoffe erreicht werden. Die Versuche zeigten aber weiterhin, daß die nichtwasserlöslichen Mineralstoffe in den Wurzelbereich eingearbeitet werden müssen, da sonst nach wenigen Jahren auch auf Ackerböden Nährstoffverteilungen im Boden wie auf Grünland vorliegen: In 0 bis 5 cm Tiefe hohe P-Konzentrationen, in 10 bis 15 cm nur noch 35 bis 40% davon. Auch Kali wird in stark humosen, flachen Bodenschichten stärker festgehalten. Zur Zeit

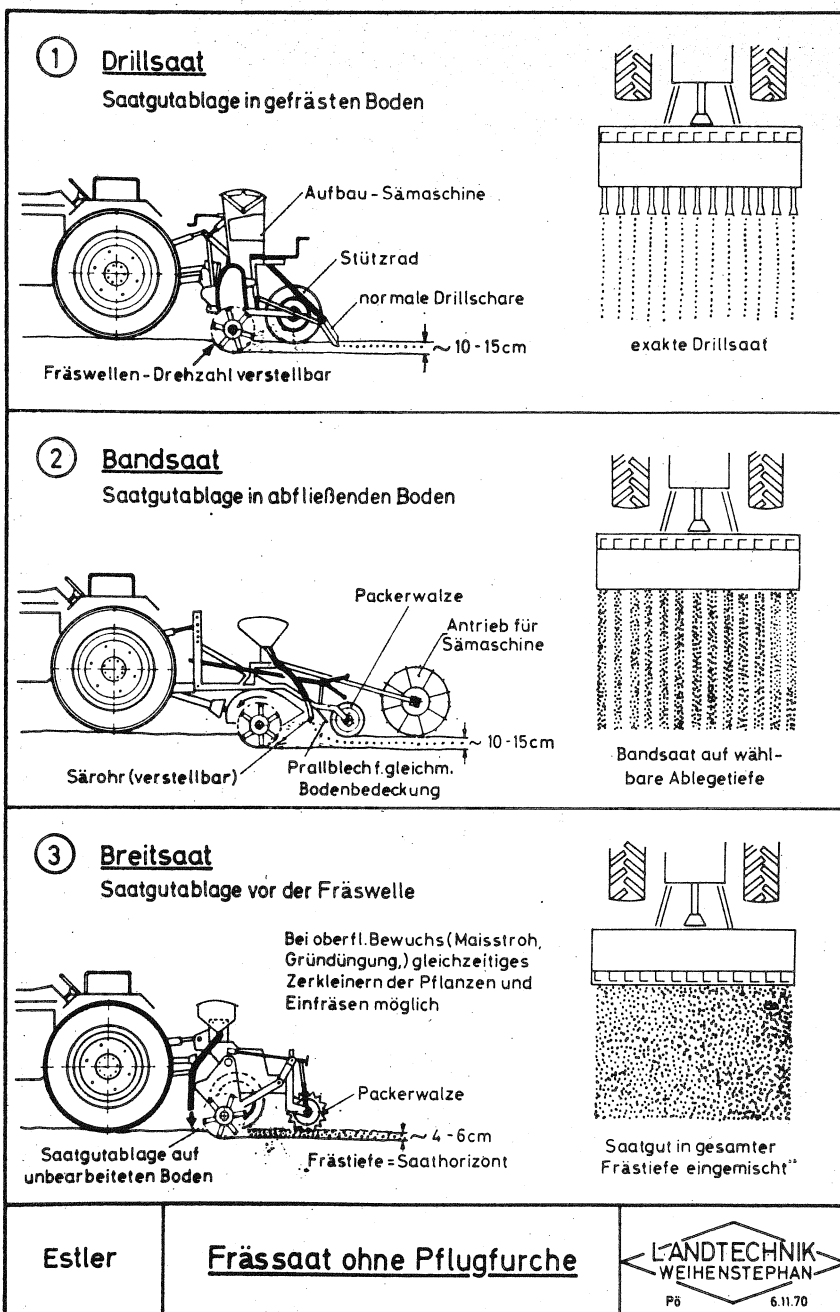


Abb. 15: Schematische Darstellung der technischen Lösungen für das Frässaatverfahren. Je nach Bauweise der Maschine und Anordnung der Sävorrüchtung läßt sich eine Drill-, Band- oder Breitsaat anlegen.

befinden sich wasserlösliche P- und K-Dünger in der Entwicklung, die günstigere Auswirkungen bringen könnten.

### Einfluß auf Unkrautentwicklung

Bei mehrjähriger Bestellung ist die Unkrautentwicklung besonders kritisch, da mechanische Vernichtungsmaßnahmen (Einpflügen) fehlen. Eine sorgfältige Kontrolle und planmäßige Bekämpfung schwer ausrottbarer Unkräuter ist daher besonders wichtig, dies gilt vor allem für Wurzelunkräuter und ausläufertreibende Arten. Aus dieser Sicht ist deshalb als beste praxisnahe Lösung ein periodischer, der Unkrautentwicklung angepaßter Wechsel zwischen pflugloser Bestellung und Einschaltung der Pflugfurche anzusehen.

Einjährige Ungrasarten können bei exakter Anwendung der Bekämpfungsvorschriften mit den Präparaten Paraquat und Deiquat weitgehend kontrolliert werden. Mehrjährige Unkräuter und Ungräser nehmen bei Direktsaat in Getreidemonokulturen in der Regel stärker zu als bei herkömmlicher Bestellung. Dies gilt insbesondere für die Quecke, für deren Bekämpfung jedoch wirksame Bekämpfungsmittel, zum Teil in Tankmischungen, angewandt werden können.

### Arbeitswirtschaft und Kosten

Je intensiver in einem Arbeitsgang eine Lockerung und Krümelung des Bodens erfolgen soll und je höher die Anforderungen an die Flächenleistung gestellt sind, desto höhere Schlepperleistungen müssen bereitgestellt werden. Während sich bei Fräsen dieser Leistungsbedarf vor allem in einer hohen Drehleistung äußert, sind bei Kreiseleggen und Rüttelleggen zudem hohe Zugleistungen aufzubringen. Hinzu kommt, daß die schwergewichtigen Geräte, vor allem bei gefülltem Saatgutvorratsbehälter erhebliche Anforderungen an das Hubvermögen der Hydraulik stellen und eine ausreichende Vorderachslast des Schleppers auch bei ausgehobenem Gerät gewährleistet sein muß. Es ist damit zu rechnen, daß die Kombination Rüttellege + Drillmaschine bei 10 cm Arbeitstiefe einen Leistungsbedarf von zirka 20 bis 30 PS je Meter Arbeitsbreite, ein Frässaatgerät zirka 35 bis 45 PS je Meter Arbeitsbreite aufweist.

Ein Überblick über die Entwicklung des Arbeitsaufwandes bei verschiedenen Bestellverfahren läßt erkennen, daß im wesentlichen nur eine Verringerung des Aufwandes für das Pflügen sich in einer wesentlichen Absenkung des Arbeitsaufwandes auswirkt (Abbildung 17). Die Darstellung zeigt darüber hinaus aber, welche enorme Steigerung der Arbeitsproduktivität durch diese neuen Verfahren gegeben ist. Wenn auch der Übergang von konventionellen Bestellverfahren zur Frässaat nur eine effektive Verringerung um 27 AKh je Hektar ergibt, so resultiert hieraus jedoch eine Steigerung der Arbeitsproduktivität um mehr als 60%. Gerade

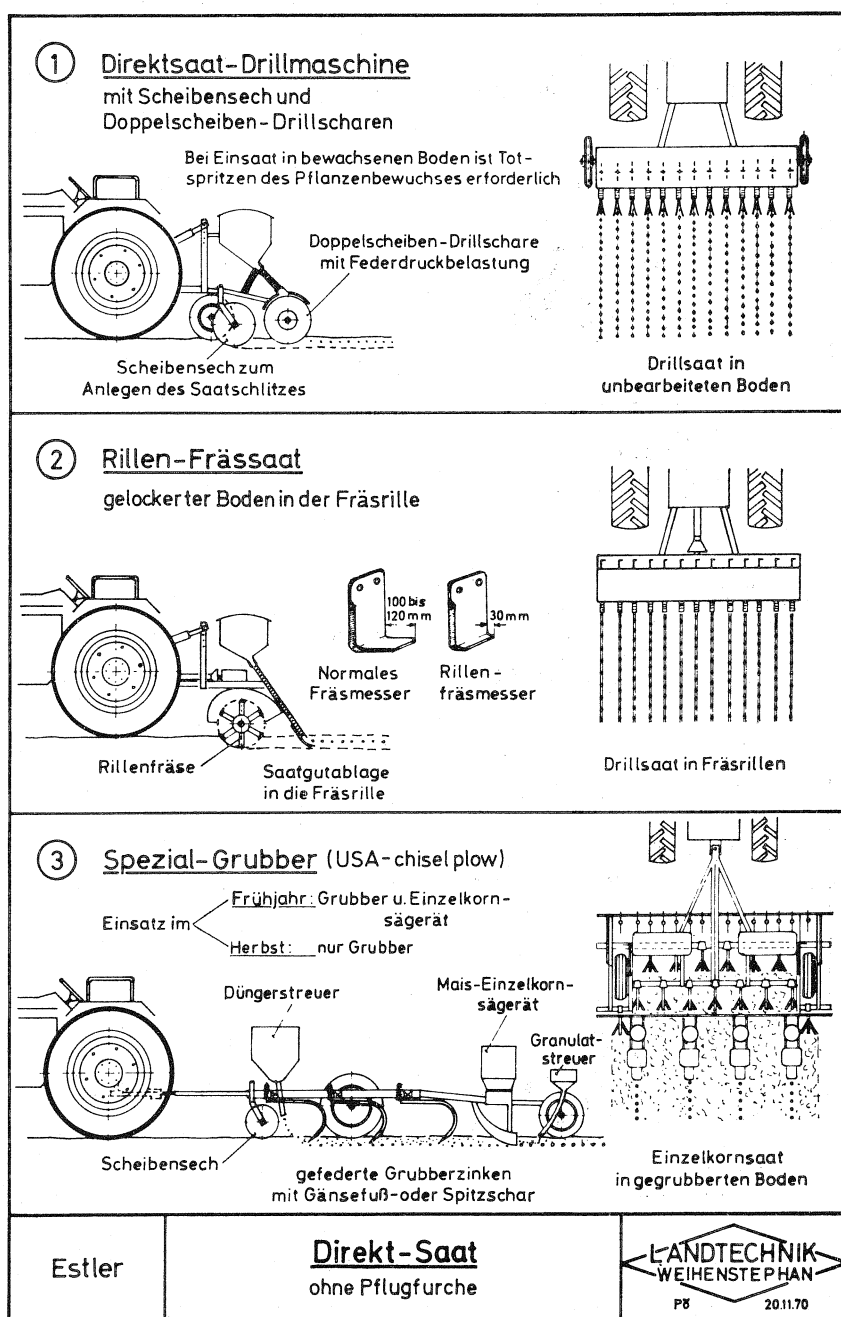


Abb. 16: Schematische Darstellung der Direkt-Saat-Verfahren. Die Rillenfräse läßt sich auch auf gepflügtem Feld einsetzen.



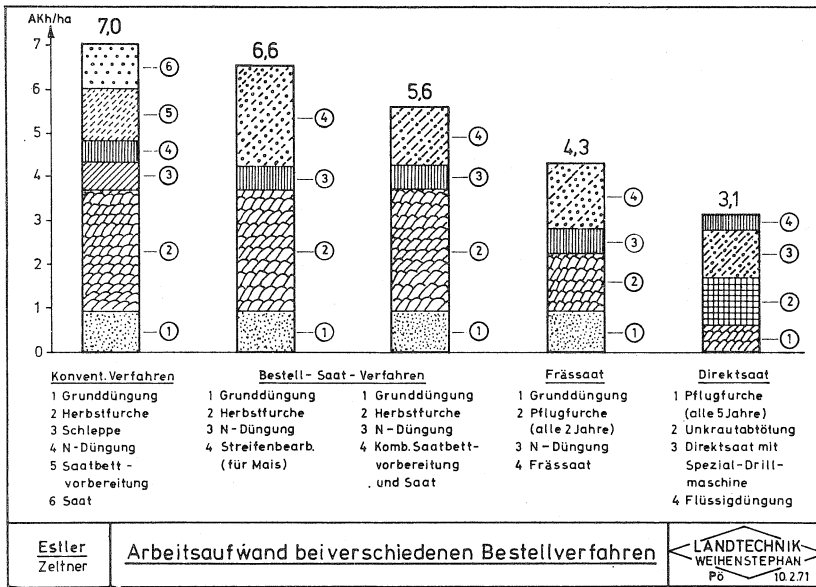


Abb. 17: Auch bei Anwendung der Minimal-Bearbeitungsgeräte läßt sich eine spürbare Verringerung des Arbeitszeitaufwandes für Bodenbearbeitung und Bestellung nur dann erzielen, wenn zeitweise auf das Pflügen verzichtet wird (Frässaat und Direktsaat)

in Lohnarbeitsbetrieben ist deshalb der Übergang zu derartigen Verfahren auch ökonomisch interessant.

Die Verringerung der Fahrspuren infolge Koppelung von Arbeitsgängen beträgt 53 km je Hektar bei konventioneller Bestellung im Maisbau gegenüber 151 km je Hektar bei pflugloser Frässaat.

Ein Vergleich der Kosten für verschiedene Verfahren der Getreidebestellung (Abbildung 18) veranschaulicht, daß bei Berücksichtigung der reinen Maschinen- und Betriebsstoffkosten erst bei zirka 60 ha jährlicher Bearbeitungsfläche Kostengleichheit zwischen konventioneller Bestellung und Frässaat besteht. Werden dagegen die gesamten Kosten der Arbeitserledigung, also einschließlich der Lohnstunden berücksichtigt, ist bereits bei 30 ha je Jahr Kostengleichheit gegeben. Für vergleichbare Verfahren in der Maisbestellung gelten ähnliche Tendenzen.

Problematisch ist nach wie vor die Aus- und Einbringung von Handelsdünger bei abnehmender Bearbeitungsintensität. Hier sind neue Verfahren in der Diskussion und Erprobung (zum Beispiel Düngerlösungen, NH<sub>3</sub>), die eine Lösung dieser Fragen bringen könnten.

**Zusammenfassung**

Neue Betriebsorganisationen, spezialisierte Fruchtfolgen und die in immer stärkerem Maße differenzierten fruchtspezifischen Ansprüche der Kulturpflanzen haben zwangsläufig bewirkt, daß vor allem in den Bestellzeitspannen ausgeprägte Arbeitsspitzen entstehen. Untersuchungen in der Bundesrepublik Deutschland zeigen, daß in klimatisch weniger begünstigten Klimagebieten die Zahl der Kalendertage in den Arbeitszeitspannen und

gleichlaufend auch die verfügbaren Feldarbeitstage gegenüber klimatisch bevorzugten Gebieten erheblich abnehmen. Da in vielen Fällen infolge der relativen Vorzüglichkeit gegenüber Getreide der Mais- und Zuckerrübenanbau erheblich ausgedehnt wurde, entstehen bei diesen spät das Feld räumenden Früchten vor allem im Herbst erhebliche Arbeitsspitzen, wenn nach der Ernte sowohl die Herbstfurche als auch die Wintergetreidesaat erfolgen soll.

Die termingerechte Bestellung steht daher bei Entscheidungen über künftige Betriebsorganisationen und Fruchtfolgen vielfach im Vordergrund. Die Anwendung moderner Ernte- und Bestellverfahren läßt jedoch eine wesentliche Reduzierung des Arbeitsaufwandes zu. Als repräsentatives Beispiel hierfür soll die Körnermaisernte und deren Folgearbeiten gelten. Die konsequente Eingliederung von Mechanisierungs-

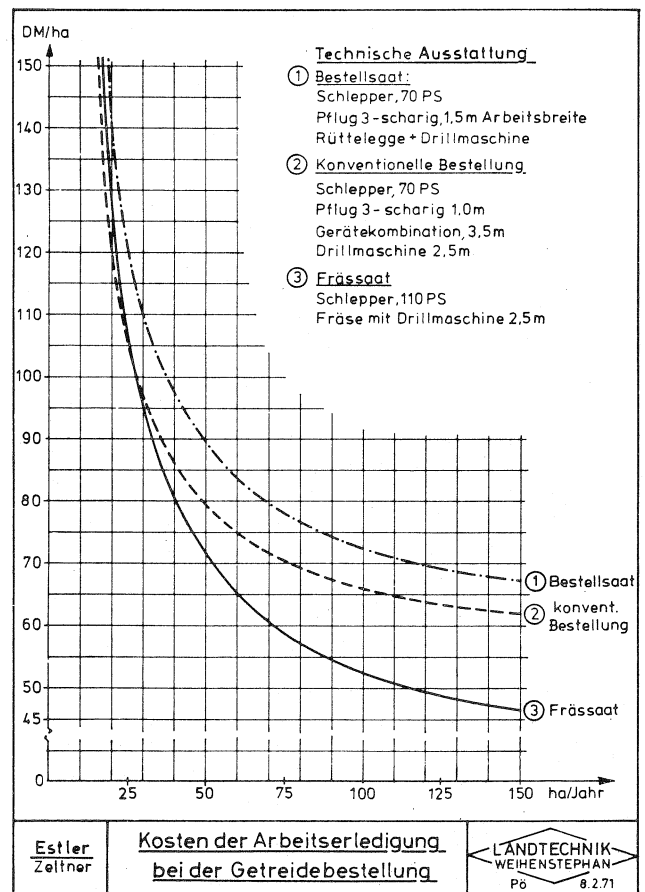


Abb. 18: Die Frässaat auf ungepflügtem Feld ist den Vergleichsverfahren mit Pflugfurche kostenmäßig überlegen, da insbesondere der Kostenaufwand für das zeitaufwendige Pflügen wegfällt.

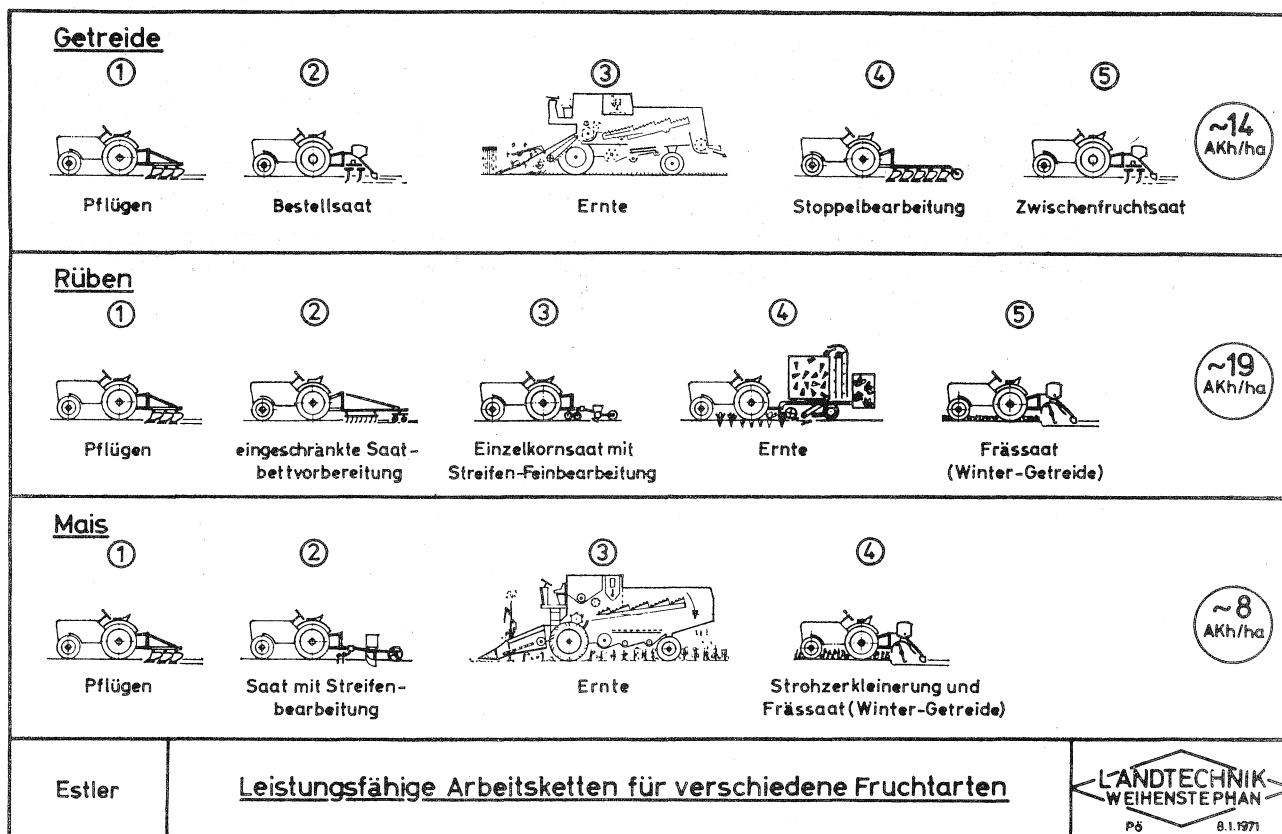


Abb. 19: Bei den wesentlichen Fruchtarten Getreide, Rüben und Mais lassen sich durch gezielten Einsatz von Minimal-Bearbeitungsgeräten Arbeitsspitzen abbauen und geringe Arbeitszeitbedarfswerte erzielen.

lösungen für eine MB erlaubt jedoch das Zusammenstellen leistungsfähiger, gut aufeinander abgestimmter und reibungslos ablaufender Arbeitskettens, die am Beispiel von Getreide, Zuckerrüben und Mais dargestellt werden (Abbildung 19). Die Erfahrungen zeigen, daß MB-Verfahren, an Schlüsselpositionen eingesetzt, vorhandene Arbeitsspitzen abbauen und die termingerechte Arbeitserledigung gewährleisten können.

Die Vorteile der Koppelung von Bodenvorbereitung und Aussaat sind im wesentlichen betriebsorganisatorischer und ökonomischer Natur. Mit einer spürbaren Reduzierung des Arbeitsaufwandes ist jedoch erst dann zu rechnen, wenn das Pflügen in größeren Zeitabständen als bisher erfolgen kann. Bei den extremen Formen der MB und auf gegen Dichtlagerung empfindlichen Böden ist die Einschaltung der Pflugfurche aus mehreren Gründen, nicht zuletzt auch wegen der Unkrautbekämpfung, in gewissen Zeitabständen erforderlich. Diese Fragen sind in normalen Fruchtfolgen nicht ausschlaggebend. Dort wird sich praktisch ein steter Wechsel zwischen Pflugbestellung und MB einspielen.

Von den konkurrierenden MB-Verfahren ist die Frässaat als besonders vielseitig anzusprechen. Diese Maschinen besitzen eine große Einsatzbreite, die sich nach den einzelbetrieblichen Verhältnissen modifizieren läßt. Ein versuchsmäßig noch nicht geklärtes Problem ist die Unterbringung hoher

Mengen organischer Substanz, zum Beispiel bei der Wintergetreidebestellung nach Körnermais mit einer flachen Frässaat. Ein bestimmtes Mischungsverhältnis von Boden : Pflanzenrestmasse wird für die sichere Keimung und Entwicklung erforderlich sein.

Der Übergang zur MB bewirkt in zunehmendem Maße den Verzicht auf mechanische Unkrautbekämpfung. Geeignete chemische Präparate stehen heute zur Verfügung, um einjährige und mehrjährige Unkräuter und Ungräser gezielt unter Kontrolle zu halten. Die Probleme der dadurch hervorgerufenen Selektion widerstandsfähiger Arten und auch der Rückstände in Pflanzen und Früchten dürfen aber nicht vernachlässigt werden.

Die aufgezeigten technischen Lösungen stellen nur ein Instrumentarium für den Landwirt dar. Dabei kann und darf nicht übersehen werden, daß die beiden großen Forderungen jeglicher Bestelltechnik, nämlich die Schlagkraft und die Sorgfalt, mehr denn je eine überragende Bedeutung haben. Für den Landwirt selbst entstehen bei Anwendung dieser neuen Bestelltechniken erhöhte Anforderungen an die Beurteilungsfähigkeit des richtigen Anwendungszeitpunktes und der durchzuführenden Maßnahmen. Der Boden und die Pflanze zeigen letztlich an, ob die Maßnahmen sinnvoll erfolgen. Die Technik, das ist mit aller Bescheidenheit festzustellen, kann hier einige wesentliche Entscheidungshilfen geben.

# Welche Vorteile bringt die lose Mineräldüngerkerne?

Landwirtschaftsrat L. Krinner, Weihenstephan

Durch den Umgang mit Mineräldünger in loser Form werden die Sackkosten eingespart. Diese Einsparungen stehen also für notwendige Investitionen zur Verfügung, um den Betrieb technisch für die neue Form der Düngerbehandlung auszurüsten. Loser Dünger bringt zahlreiche Vorteile und Arbeiterleichterungen. Andererseits verlangten diese neuen Arbeitsverfahren aber auch mancherlei Änderungen in der Betriebsausrüstung.

Durch den Bezug des Mineräldüngers in loser Form werden etwa 1,60 DM/dz Sackkosten eingespart. Je nach Düngungsintensität ergibt dies eine Kosteneinsparung von 10 bis 15 DM/ha. Allerdings sind bei der Einführung der losen Mineräldüngerkerne auch gewisse Investitionen für bauliche und technische Einrichtungen erforderlich. Die hierfür anfallenden Belastungen dürfen die eingesparten Sackkosten nicht übersteigen, wenn die Umstellung wirtschaftlich sinnvoll sein soll.

Weiterhin ist durch den losen Bezug eine arbeitswirtschaftliche Verbesserung gegeben. Neben einer gewissen Arbeitszeiterparnis, insbesondere bei der Einlagerung des Düngers, wird eine wesentliche Arbeiterleichterung geschaffen: Das oft mühsame Schleppen der Düngersäcke entfällt.

## Rationalisierung mit Düngersäcken?

Sicher ist auch in der gesackten Kette eine gewisse Rationalisierung möglich. Der Umschlag auf Paletten bietet gegenüber dem losen Umschlag sogar gewisse Vorteile, wie:

- ▶ keine besonderen baulichen Einrichtungen für die Zwischenlagerung;
- ▶ keine Beschränkung auf wenige Düngersorten

Aber trotz Umstellung auf Paletten müssen die Düngersäcke noch zweimal von Hand gehoben werden: Beim Stapeln auf die Paletten und beim Einfüllen in den Düngerstreuer.

Der entscheidende Nachteil dieser Form der Rationalisierung liegt jedoch darin,

daß den hierfür auftretenden Investitionen für Paletten und Gabelstapler oder Stapelkarren keine Kosteneinsparung gegenübersteht, im Gegensatz zur losen Kette, bei der die Investitionskosten durch die Einsparung bei der Verpackung durchaus aufgehoben werden, wenn der Betrieb alle Möglichkeiten einer günstigen Organisationsform und kapitalsparender Einrichtungen ausschöpft.

Es ist also notwendig, daß Preisvorteile, die bei der Bezugsform in Säcken genutzt werden konnten, auch weiterhin möglich sind. Der Dünger muß deshalb unter Ausnutzung der Frühbezugsprämien zwischengelagert werden.

Die hierfür erforderlichen Einrichtungen setzen sich zusammen aus der Technik für Förderung und Transport, die in einem gewissen Bereich unabhängig von der eingelagerten Menge den gleichen Kapitalaufwand erfordert, und aus dem notwendigen Lagerraum.

Das Mindestvolumen je Lagerbehälter sollte dabei 25 m<sup>3</sup> — entspricht etwa einem Waggon — nicht unterschreiten. Da aber die Erstellungskosten je m<sup>3</sup> in diesem Bereich mit zunehmender Größe noch stark sinken, sollten noch größere Einheiten angestrebt werden. Damit liegt, wirtschaftlich betrachtet, die Mindestbezugsmenge je Sorte bei 25 t und darüber

## Für Betriebe...

...die diese Mengen nicht erreichen, bietet sich bereits vielerorts die Möglichkeit, den Dünger bei Handel und

Genossenschaften zwischenlagern zu lassen. Wie Befragungen bei Lagerhäusern ergeben haben, gehen diese aus arbeitswirtschaftlichen Gründen verstärkt auf den losen Umschlag über. Dabei hat sich vielfach folgendes System herausgebildet:

Der Dünger wird vom Landwirt in der günstigsten Preisstaffel bezogen und vorfinanziert, aber beim Zwischenhändler eingelagert. Dort kann er bei Bedarf abgeholt und sofort ausgebracht werden. Die Lagerhäuser nehmen für die Einlagerung meist den halben Sackkostenpreis für sich in Anspruch. Wird der Dünger dagegen erst beim Abholen bezahlt, so wird meist der volle Staffelpreis bei loser Form verrechnet, so daß die Frühbezugsprämie dem Zwischenhandel, die Einsparung der Sackkosten dem Landwirt zugute kommt.

Diese Organisationsform der losen Düngerkerne bietet eine Reihe von Vorteilen:

- 1** Auf dem landwirtschaftlichen Betrieb fallen keine Investitionen für Lagerung und Förderung an. Lediglich die Transporteinrichtungen sind auf die lose Ware einzurichten — Kipper oder Aufsatzbehälter. Dennoch kommt der Betrieb in den Genuß von Preisvorteilen durch Wegfall des halben Sackkostenanteils.
- 2** Im Betrieb fällt lediglich die Arbeit des Ausbringens an, es tritt keine Belastung durch die Zwischenlagerung auf.
- 3** Auch in engen Hoflagen ist die Einführung der losen Schüttgutterne möglich.
- 4** Auch kleinere Düngmengen können in loser Form bezogen werden, so daß auch mittlere und kleinere Betriebe die Vorteile nutzen können.

## Die Entfernung...

...von Betrieb und Lagerhaus sollte dabei aber nicht zu groß sein, da ein wesentlicher Teil des Düngers transportes in die Arbeitsspitze der Feldbestellung fällt.

Wichtig ist, daß zur Auslagerung ein leistungsfähiges Gerät — Hubstapler mit Schaufel — zur Verfügung steht, um die hohen Bedarfsspitzen vor der Feldbestellung befriedigen zu können, ohne daß unzumutbare Wartezeiten entstehen. Weiterhin ist eine Fuhrwerkswaage erforderlich, um die Bezugsmenge rasch und genau festzustellen.

Betriebe mit geringem AK-Besatz können zudem auch die Ausbringung dem Handel oder einem anderen Lohnunternehmer übertragen. Der Dünger wird dann „frei Wurzel“ gekauft, und damit entfallen sämtliche Investitionen auf dem Betrieb.

Eine Möglichkeit, die Investitionen für die Zwischenlagerung teilweise zu vermeiden, besteht darin, den Grunddüng-

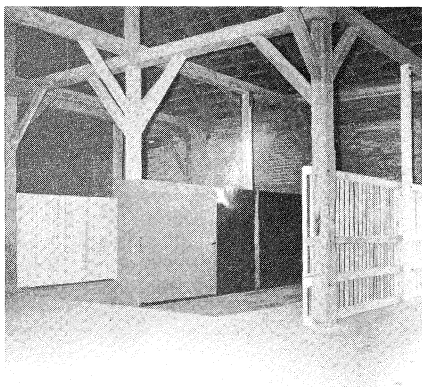


Abb. 1: Einbau von Flachlagerboxen in eine alte Scheune. Die Seitenwände werden an den Säulen des Gebäudes abgestützt.

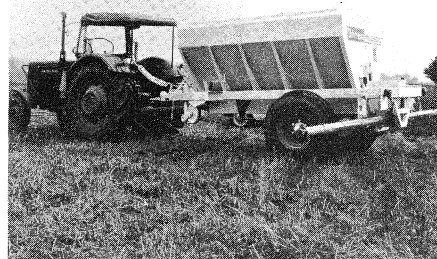


Abb. 2: Streuer mit 4 t Fassungsvermögen und Austragung über Streuschnecke. Damit ist ein staubarmes Ausbringen auch bei mehlförmigen Düngern möglich.

ger, im zweijährigen Rhythmus im Herbst — direkt ab Waggon — auszubringen. Allerdings muß dabei auf die Frühbezugsprämie verzichtet und ein erhöhtes Risiko in Kauf genommen werden, wenn die Ausbringung infolge Schlechtwetters bei Ankunft des Waggon nicht möglich ist.

### Lagerraum auf dem Hof

Da für viele Betriebe die Möglichkeit einer Zwischenlagerung bei Handel oder Genossenschaft noch nicht gegeben ist, muß der notwendige Lagerraum auf dem Hof errichtet werden. Dies dürfte in jedem Fall zu befürworten sein, wenn folgende Voraussetzungen gegeben sind:

► Bei Einbaumöglichkeit in bestehende Gebäude, so daß nur geringe Umbaukosten anfallen.

► Falls ein Großteil der notwendigen technischen Einrichtungen bereits im Betrieb vorhanden ist, wie Kipper, Frontlader oder Förderband.

► Falls die Einlagerungsmenge genügend groß ist. Da im allgemeinen wenigstens zwei Sorten benötigt werden, ergibt dies eine Mindestmenge von 50 t je Betrieb.

Welche Behälterform, hoch oder flach, dabei zu wählen ist, hängt teils von den Möglichkeiten des Betriebes, teils vom Dünger ab. Flachbehälter können mit geringem Aufwand in Altgebäude untergebracht werden. Es ist lediglich eine gegen aufsteigende Feuchtigkeit isolierte Betonplatte einzubringen, die durch eine ungefüllte Kunststoffdispersion gegen Korrosionsschäden imprägniert wird.

Die Boxenabtrennungen aus Kanthölzern und Spanplatten werden an den Säulen abgestützt (Abb. 1). In stützfreien Hallen werden die Stützpfeiler mit Zugankern verbunden. Der Abschluß erfolgt zur vollkommenen Raumaussparung mit einer sogenannten „Amerikanerwand“.

Flachbehälter haben neben der Möglichkeit der einfachen Erstellung den weiteren Vorteil, daß sie mit dem meist vorhandenen Frontlader beschickt und entleert werden können und daß keine Schwierigkeiten durch Verklumpung des Düngers zu befürchten sind. Mit einer 300 Liter fassenden Schaufel versehen, werden bei Frontladereinsatz etwa 25 t je Stunde gefördert.

### Hochbehälter gewähren bessere Flächenausnutzung

Sie eignen sich vor allem für die Lagerung von mehlartigen Düngern, insbesondere gebrauchte Zementsilos. Bei ammonitrathaltigen Düngern sollte darauf geachtet werden, daß die Lagerhöhe 4 m nicht überschreitet und der Behälter nicht der unmittelbaren Sonneneinstrahlung ausgesetzt wird, um Verkrustungen zu vermeiden.

Ehemalige Gärfutterilos können als Düngerbehälter für körnige Ware verwendet werden, wenn ein Schrägboden mit 35 Grad Neigung zur Auslauföffnung hin einbetoniert wird. Bei mehlartigen Düngern muß der Schrägboden mindestens 45 Grad Neigung besitzen. Vor dem Einbau ist jedoch zu prüfen, ob die Festigkeit des Behälters für die Düngerlagerung noch genügt.

Die Füllung von Hochbehältern erfolgt durch Förderband oder Schnecke, teilweise auch mit einem Becherelevator. Sehr hohe Leistungen mit über 25 t/h werden durch Förderbänder mit sogenannten „Flexowellgurt“ erreicht, die auch bei einer Neigung von über 60 Grad sehr gut arbeiten.

Als Transportfahrzeuge dienen Kipper, in deren seitliche Bordwände verschließbare Auslauföffnungen eingebracht werden. Schrägboden-Aufsatzbehälter eignen sich ebenfalls gut, stellen jedoch mit einem Preis von 600 bis 900 DM bei etwa 2 cbm eine verhältnismäßig hohe Investition dar.

Bei Einsatz eines Großflächendüngerstreuers mit mindestens 2 cbm Fassungsvermögen kann bis etwa 3 km Feldentfernung auf Zufuhr mit einem Transportfahrzeug verzichtet werden.

Der Einsatz eines Hochkipprtransporters allein für die lose Düngerkette erscheint wenig sinnvoll, da dessen Anschaffungspreis fast dem eines Großflächendüngerstreuers entspricht und da außerdem 2 AK und 2 Schlepper eingesetzt werden müssen.

### Schneckenstreuer mit hoher Leistung

Seit einigen Jahren sind Düngerstreuer mit Ausbringung über Streuschnecken auf dem Markt, mit denen es möglich ist, mehlartige Dünger, wie Kalk oder Thomasphosphat, staubarm auszubringen (Abb. 3). Die Arbeitsbreite dieser Geräte beträgt 5 bis 6 m. Das hohe Fassungsvermögen von 3,5 bis 6 t in Verbindung mit Schnellläuferachse ermöglicht den Einsatz in einem großen Umkreis vom Vorratsbehälter. Damit eignen sich diese Geräte für die Ausbringung von Grunddünger über Lohnunternehmer und Maschinenringe.

Durch das hohe Leistungsvermögen des Streuers stellt sich die Forderung nach einer schnellen Füllung, die nur durch freien Fall aus hochgestellten Düngersilos (Zementsilos) oder durch Fördergeräte möglich ist. Damit scheidet die Sackkette in Verbindung mit großvolumigen Schneckenstreuern aus.

### Mehrere Verfahrensketten

Im praktischen Einsatz können technische und bauliche Einrichtungen verschiedenartig kombiniert werden. Dadurch ergeben sich mehrere Verfahren, die sich im Arbeitszeit- und Kapitalbedarf für die erforderlichen Investitionen unterscheiden.

In Abbildung 3 werden fünf typische Verfahren dargestellt. Dabei wurden einheitlich 7,5 km Entfernung zur Bahnstation, 1 km Feldentfernung, 8 km/h Vorfahrt, 5 dz/ha Streumenge und 8 m Streubreite unterstellt. Die Leistungsangaben sind in Gruppen von 16 t und 24 t Einlagerungsmenge je Sorte, sowie 4 ha und 8 ha Streufläche je Arbeitseinheit unterteilt.

Dabei zeigt sich, daß mit Hoch- und Flachbehältern annähernd die gleiche Arbeitszeit benötigt wird. Den größten Einfluß auf die Leistung übt der Großflächendüngerstreuer aus, der bei diesen Unterstellungen auch den Transport auf das Feld übernimmt.

Der Kapitalbedarf für die Einrichtung der losen Mineraldüngerkette hängt weitgehend davon ab, inwieweit technische und bauliche Einrichtungen bereits auf dem Betrieb vorhanden sind, wie groß die jährliche Bezugsmenge an losem Dünger ist und welche Form der Zwischenlagerung gewählt wird.

Bei weitgehender Neuerstellung der Lagerbehälter kann festgestellt werden, daß der Kapitalaufwand bei Flachbehältern bis zu einem Drittel niedriger liegt als bei Hochbehältern. Damit dürfte die Entscheidung in der Regel auf Flachlagerung fallen.

Verf.	Einlagerung	Ak min je t		Ausbringung	Ak min je ha	
		16t	24t		4 ha	8 ha
1	1 Förderband 5 m 2 Schrägbodenbehälter (IAK)	25	24		32	26
2	1 Förderband 3 m 2 Kipper (IAK)	21	19		32	26
3	1 Förderband 4 m 2 Schrägbodenbehälter (IAK)	23	22		29	25
4	1 Förderband 3 m 1 Förderband 8 m 2 Kipper (IAA)	19	17		29	25
5	1 Förderband 3 m 1 Förderband 10 m 2 Kipper (IAK)	17	16		17	16
					14	14

Abb. 3: Arbeitszeitbedarf typischer Verfahren der losen Mineraldüngerkette. 7,5 km zur Bahnstation; 1 km mittlere Feldentfernung; 5 dz/ha.  
Abbildungen: Verfasser (3)

## Sämaschinen

von Max Hupfauer

### Vom Sädrusch zur Drillmaschine

Bis auf den heutigen Tag ist die Darstellung des mit dem Sätuch über den Acker schreitenden Landmannes ein Sinnbild für die nahrungschaffende Arbeit des Bauern. So uralt und eindrucksvoll diese Vorstellung auch sein mag, immer mehr ist sie durch die Entwicklung der Technik in eine symbolische Bedeutung zurückgedrängt worden. Der Mensch hat ursprünglich jedes einzelne Saatkorn von Hand in den Boden gelegt. Ein Säverfahren von hoher Genauigkeit, aber so arbeitsaufwendig, daß es heute nur noch bei Sonderkulturen oder dort, wo Arbeitskräfte im Übermaß vorhanden sind, Anwendung findet. In der Landwirtschaft aber, als urbar gemachtes Land in größeren Flächen bebaut werden sollte, ergab sich zwangsweise die arbeits- und zeitsparende regellose Aussaat mit der Hand im freien Wurf aus dem Sätuch. Schon in frühgeschichtlicher Zeit gelang es, mit primitiven Geräten eine Art Reihensaat herzustellen.

Als Pfeiler der Gedankenbrücke von der Frühzeit zum zwanzigsten Jahrhundert müssen in der Sämaschinengeschichte wenigstens drei wichtige Bauarten erwähnt werden. Zuerst der „Sembrador“, ein Säpflug, den JOSEF VON LOCATELLI aus Kärnten 1663 vorgeführt hat (Abb. 1). Viele bezeichnen LOCATELLI, vermutlich zu Recht, als den Erfinder der europäischen Sämaschine. 1783 stellte der englische Pfarrer James COOKE aus Heaton Norris seine patentierte Drillmaschine mit verbessertem Löffelsärad der Öffentlichkeit vor (Abb. 2). Sie zeigte bereits alle wesentlichen Merkmale der heutigen Bauarten, einen Saatkasten mit eigenen Schöpfräumen für die Säorgane, mit Schieber zur Absperrung bzw. Regulierung des Saatgutstromes, den Antrieb der Säwelle über das Laufrad mit Hilfe eines Getriebes, bewegliche Saatileitungen mit scharfartigen Öffnungen und sogar einen Hangausgleich durch die drehbare Lagerung und Verstellmöglichkeit des Saatkastens. Etwa siebenzig Jahre später um 1850 erreichten die in England gebauten Sämaschinen eine weitere Entwicklungsstufe, die wohl am besten durch das von R. GARRETT aus Saxmundham gebaute Gerät dargestellt wird (Abb. 3). Dieses hatte bereits einen lenkbaren Vorderkarren, auswechselbare Zahnräder für verschiedene Drehzahlen der Säwelle, Trichterketten als Saatileitung sowie aushebbare, an beweglichen Hebeln gelagerte Säschare.

Von der Entwicklung in England beeinflusst, brachten um 1865 auch deutsche Firmen, wie ECKERT, Berlin und SACK, Leipzig, Drillmaschinen nach dem Schöpfradsystem heraus. SIEDERSLEBEN, Bernburg, entwickelte aus dem Thorner Särad das mit zwei Reihen gegeneinander versetzter Nocken ausgestattete Saxonia Schubrad (DRP 30 220), welches weniger hangempfindlich war und durch abgerundete Nasen eine Saatgutquetschung vermied. DEHNE, Halberstadt, erschien ebenfalls mit Schubradrillmaschinen mit damals sehr bewährten Konstruktionen von Säradern für verschiedene Saatgutarten. Aus der ameri-

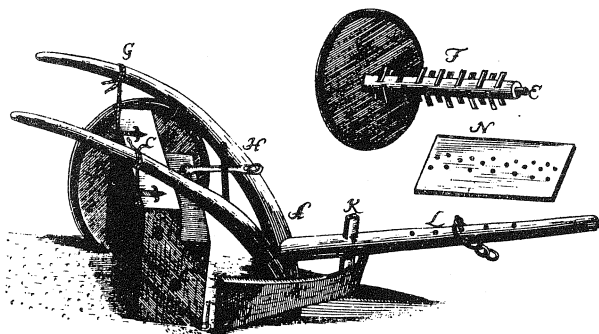


Abb. 1: Säpflug von Locatelli, „Sembrador“ genannt, um 1663

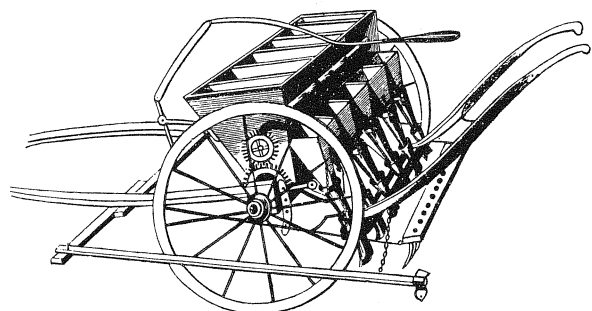


Abb. 2: Cooke's Sämaschine 1785

## Sämaschinen

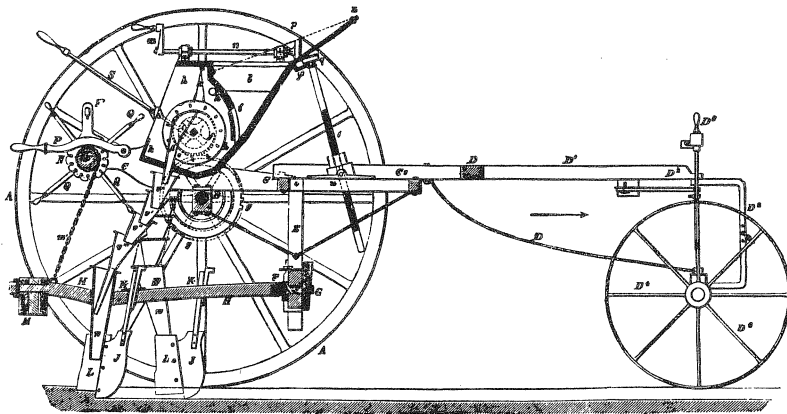


Abb. 3: Drillmaschine Garrett'scher Bauart 1865

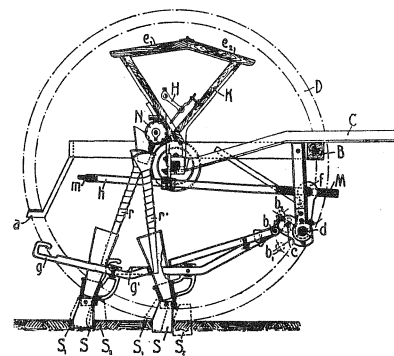


Abb. 4: Reform-Drillmaschine von Töpfer 1907

kanischen Form des „Farmers Favorit“ leitete ZIMMERMANN, Halle, seine „Hallensis“-Sämaschine mit Schubring-System (DRP 69 548) ab. So war den Löffelrädern eine starke Konkurrenz erwachsen, als MELICHAR, Brandeis, ein Löffelrad mit einstellbarem Schöpfraum (DRP 78 663) konstruierte, wodurch das System neuen Auftrieb erhielt.

Schon nahe der Jahrhundertwende kamen Sämaschinen mit Schubrädern, deren Arbeitsbreite veränderlich war und die sowohl für zwangsweise Körnerführung durch Unterauslauf als auch durch besonders sautgutschonende Schöpffunktion bei Oberauslauf verwendbar waren, auf den Markt. Ebenfalls schonende Ausbringung ermöglichten die Diagonalschubrad-Sämaschinen von EPPLE-BUXBAUM, Augsburg, deren Säorgane mit einer großen Anzahl vierseitiger Pyramiden besetzt waren und bei denen die Veränderung der Aussaatmengen durch Drehzahländerungen der Säwelle geregelt wurden. Der steigende Bedarf an Drillmaschinen regte auch andere Landmaschinenfabriken, wie BOTSCH, Rappenaubach, TRÖSTER, Butzbach, zu eifriger Tätigkeit an. In Dingolfing wurde damals die Isaria-Sämaschinenfabrik gegründet.

### Weiterentwicklung

Die Vielzahl der Bauarten machte der Praxis die Auswahl schwierig. Die erste Drillmaschinenprüfung der DLG im Jahre 1892 hatte eigentlich kein brauchbares Ergebnis gebracht, da von 14 Maschinen 12 als nahezu gleichwertig beurteilt wurden. 1904 wurde eine zweite Prüfung durchgeführt, für die zur exakteren Beurteilung der Maschinen Prof. FISCHER, Berlin, das sogenannte Leimstreifenverfahren entwickelt hatte. Bemerkenswert ist, was FISCHER anlässlich eines Festvortrages an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin 1905 über das Ergebnis sagte: „Die englische Drillmaschine ist fast verdrängt worden, seitdem wir in Deutschland Fabriken haben, die den Bau solcher Maschinen zu ihrer besonderen Aufgabe gemacht haben. Die Drillmaschinen haben trotz ihres verhältnismäßig hohen Alters noch nicht die Durchbildung der Säapparate erfahren, die für eine wirklich genaue Arbeit verlangt werden muß. Noch gibt es keine Drillmaschine, die in hügeligem Gelände gleichmäßig sät und auch die Verteilung der Samenkörner auf die einzelnen Drillreihen und innerhalb derselben läßt noch viel zu wünschen übrig.“ Trotz dieses sehr harten Urteils brachte die Auswertung der Erfahrungen manche Anregungen für die Industrie. Der Forderung nach gleichmäßiger Tiefenhaltung der Schare versuchte TÖPFER, Großschocher, 1907 mit seiner Reform-Drillmaschine nachzukommen (Abb. 4), bei welcher der Anstellwinkel der Schare während der Fahrt verstellbar war. Den bei den Schubrädern beanstandeten Abnutzungserscheinungen, insbesondere beim Oberauslauf an den Abstreiffedern, suchte BUTZBACH, 1911 durch die Kombination eines Zellenringes für Feinsämereien und einer achsial verschiebbaren Säwalze zur Mengeneinstellung zu begegnen.

Die bei Drillmaschinen mit feststehenden Nockenrädern zur Saatgutmengenregelung erforderliche Drehzahlveränderung der Säwelle hatte inzwischen zur Weiterentwicklung von

Wechselgetrieben geführt. Auch bei Schubraddrillmaschinen suchte man eine Verbesserung der Körnerfolge durch Zusammenwirken von veränderlicher Arbeitsbreite und Drehzahlregulierung, der Säwelle zu erreichen. So entstand ein vielfach verstellbares Wechselgetriebe mit acht Zahnrädern in einem Ringkasten vereinigt und am Sägehäuse drehbar angebracht 1907 bei der Maschinenfabrik HENNEF', Sieg; das umständliche und zeitraubende Auswechseln einzelner Getrieberäder war nicht mehr notwendig. Ein Vielfachübersetzungsgetriebe mit 43 verschiedenen Drehzahlen (DRP 21 11 73) kam ein Jahr später bei der Saxonia-Sämaschine mit Nockensärad und verstellbarer Bodenklappe zur Anwendung. Verbesserung der Lenkvorrichtungen, die Einführung des Hintersteuers und der Achsschenkelenkung sowie des stoßfreien Vorderwagens brachten weitere Fortschritte. So schien der DLG der Zeitpunkt für eine erneute Prüfung der Drillmaschinen gekommen zu sein. Vermutlich wegen der harten Beurteilung 1904 verweigerten aber fast sämtliche bedeutenden deutschen Sämaschinenfabriken ihre freiwillige Beteiligung, so daß sich die DLG gezwungen sah, um eine für die Praxis brauchbare Vergleichsprüfung durchzuführen, eine Reihe deutscher Drillmaschinen käuflich zu erwerben. Die Prüfung wurde wiederum unter Leitung von Prof. FISCHER mit allen damals zur Verfügung stehenden Untersuchungsmethoden und zahlreichen Einsätzen in der Praxis abgewickelt. Zweifellos haben die Ergebnisse manche Anregung zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit der Körnerverteilung, ihrer Tiefenlage, sowie zur Verminderung des Einflusses von Hangneigung und Saatgutbeschädigungen gegeben. Interessant immerhin war der Schlußsatz des 1912 veröffentlichten Berichtes: „Eine Prüfung, die ihre Aufgabe nicht in einer Medaillenverteilung erschöpft, sondern die Maschinenteknik fördern will, hat das Recht und die Pflicht, solange auf Mängel hinzuweisen, bis sie überwunden sind“.

Der Erfüllung noch bestehender Wünsche legten Krieg und Inflation erhebliche Hindernisse in den Weg. Unter dem Zwang der Materialbeschaffungsschwierigkeiten und vermutlich angeregt durch den 1920 gegründeten RTL bildete die Landmaschinenindustrie einen Normenausschuß für den Bau von Drillmaschinen. Erst nach dem Wegfall aller einengenden Bestimmungen und der Einführung der Rentenmark kam die Fertigung im Landmaschinenbau wieder in Gang und erreichte rasch eine neue Blüte. Auch der Sämaschinenbau spielt hierbei eine bedeutende Rolle, denn allenthalben erhoben sich Stimmen, die eine Weiterentwicklung der Drillmaschinenanwendung im Interesse einer Steigerung der Ernteerträge forderten. Zahlreiche Werke nahmen sich dieser Aufgabe an und manche, wie z. B. die Deutschen Werke Berlin, brachten aus dem Kriegsgeschehen die Erfahrung der Massenfertigung ins Geschäft.

Es wurde eine billige und leichtzügige Maschine gefordert, um den Bedürfnissen der bäuerlichen Betriebe Rechnung zu tragen. Wohl als Folge dieser Notwendigkeit und in Zusammenhang mit den Ergebnissen der 1925 von der DLG erneut durchgeführten Hauptprüfung von Drillmaschinen, an der sich sieben Firmen mit elf Maschinen beteiligten, bildet der RTL mit dem Reichsernährungsministerium einen Ausschuß zur Schaffung einer Bauern-Drillmaschine unter Führung von Prof. ERHARDT, Breslau. Gegen diese Maßnahme meldeten die Drillmaschinenfabriken ernste Bedenken an, doch hatte sie zur Folge, daß DEHNE, SACK und SIEDERSLEBEN eine eigene Gemeinschaft zur Vereinheitlichung im Drillmaschinenbau bildeten. Als erstes wichtiges Ergebnis entstand der Einheitsvorderwagen, der 1928 schon von fast allen Herstellern übernommen worden war. Auch die Bestrebungen, eine Bauern-Drillmaschine mit 1½ m Arbeitsbreite zu entwickeln, fand immer mehr Anhänger, so daß bereits 1930 fast alle Firmen eine solche liefern konnten. Entgegen den Vorstellungen des erwähnten Ausschusses stiegen aber auch Nachfrage und Fertigung der kleineren 1¼ Meter-Maschine.

### Schlepper und Drillmaschine

Durch die fortschreitende Motorisierung entstand auch eine Zunahme des Drillmaschinenbedarfes für Schlepperzug. Natürlich kam bei den meisten Betrieben zunächst die Verwen-

## Sämaschinen

dung der vorhandenen Gespannmaschine dafür in Frage. Da die einfache Anhängung weder Personalsparnis noch Leistungssteigerung brachte und außerdem erhebliche Lenk- und Spurhaltungsschwierigkeiten verursachte, setzte man den Schlepper an die Stelle des Vorderwagens und suchte nach zusätzlichen Einrichtungen, um dem Schlepperfahrer die Bedienung der Sämaschine zu ermöglichen. Trotzdem waren diese Geräte für höhere Fahrgeschwindigkeiten aber nicht kräftig genug gebaut; Säeinrichtungen, Scharformen, insbesondere ihre Gewichtsbelastung, Spuranzeiger und anderes mehr, eigneten sich nicht für diesen Zweck. Anfang der dreißiger Jahre kamen aber schon zweckmäßig gebaute Maschinen mit automatischen Aushebevorrichtungen, verbesserten Getrieben, federbelasteten Scharen, einem Mitfahrersitz und anderen notwendigen Eigenschaften auf den Markt, die mit Vorderwagen für Gespannzug und nach Abnahme desselben für Schlepperbetrieb geeignet waren. Gleichzeitig begann der Bau von speziellen Schlepper-Drillmaschinen mit großer Arbeitsbreite, Scheibenscharen, großvolumigen Säkästen, Spurlockerern, Spuranzeigern und selbstverständlich auch mit geeigneten Bedienungsvorrichtungen für Getriebeschaltung und Scharaushub. Sie waren für Fahrgeschwindigkeiten bis zu zehn Kilometer in der Stunde geeignet. Auch die kleine Bauern-Drillmaschine wurde weiterentwickelt und 1933 konnte man eine 1 1/2 m Maschine mit Gabeldeichsel für 260 Reichsmark erwerben.

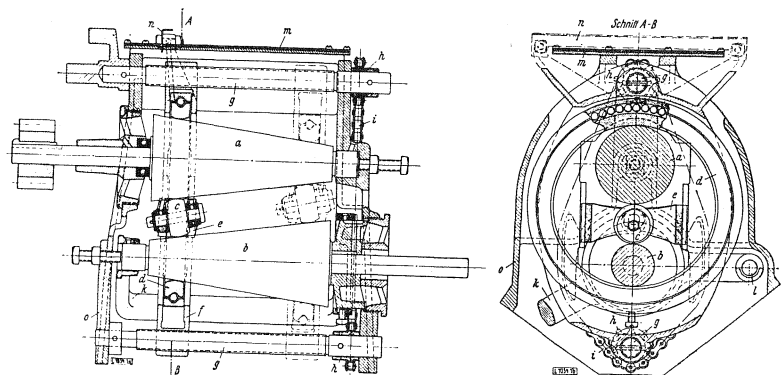
Dies alles geschah, weil die Absatzaussichten durchaus günstig waren. Aufgrund der Veröffentlichungen über die landwirtschaftliche Betriebszählung 1933 ergab sich, daß rd. 3 Millionen landwirtschaftliche Betriebe etwa 600 000 Drillmaschinen besaßen, wovon ca. 350 000 auf 2 600 000 bäuerliche Betriebe bis 20 ha kamen. Wenn auch diese Statistik eine weitverbreitete gemeinschaftliche Nutzung von Drillmaschinen in kleinbäuerlichen und Siedlungsbetrieben auswies, so zeigte doch ein Vergleich zwischen dem Stand von 1925 und von 1930, daß in Betrieben von 2-5 ha Betriebsfläche die Zunahme der Drillmaschinen 17% und von 5-20 ha Betriebsfläche sogar 29% betrug.

### Verbesserung der Körnerfolge

Zur Verbesserung der Säarbeit wurden in diesem Zeitraum auch durch neue Forschungsarbeiten wesentliche Beiträge geleistet. GIESELER, Bonn und FISCHER, Berlin, hatten früher bereits Grundlagen zur Beurteilung der Körnerreihe erarbeitet, ERHARDT, Breslau, KÜHNE, München und KNOLLE, Halle, verbesserten mit ihren Mitarbeitern diese Verfahren und gaben der Industrie Hinweise, die zu gleichmäßigerer Saatgutaustragung führten. Damals entstand die Saxonia-Drillmaschine mit einem neuen Säelement, das eine Vereinigung des Schubrades mit einem Doppelnasenrad darstellte und eine Feinregulierung der Säwellenverstellung durch eine Kurvenführung besaß. Das Gewicht dieser Sämaschine konnte durch Anwendung der von Prof. KLOTH, Berlin, tatkräftig geförderten Leichtbauweise um etwa 20% gegenüber älteren Maschinen gleicher Leistung gesenkt werden. Eine weitere Neuentwicklung war die Drillmaschine „Landgräfin“, welche mit einem elastischen Gummiockenrad, glasemaillierten Bodenklappen und mit einem stufenlosen Getriebe für die Drehzahlregelung ausgestattet war. Dieses Getriebe bestand aus zwei konischen Walzen,

Abb. 5:

Stufenloses  
Drillmaschinengetriebe  
von Sack 1933





deren eine vom Laufrad angetrieben ihre Bewegung durch eine verschiebbare Zwischenrolle auf die andere übertrug. Der hierfür zwischen den Kegelwalzen erforderliche Anpreßdruck wurde durch einen, beide Walzen umfassenden Ring erzeugt. Die vom Handrad achsial verschiebbare Zwischenrolle ergab die stufenlose Drehzahländerung und zeigte gleichzeitig auf einer Skala mit drehbarer Tabelle die für die verschiedenen Saatgutarten und Reihentfernungen einzustellende Aussaatmenge an (Abb. 5). Die an sich geistreiche Konstruktion hatte aber nicht alle Erwartungen erfüllt, die Herstellungskosten und die Abnutzungserscheinungen haben vermutlich eine größere Verbreitung verhindert. Vielstufengetriebe zur Verbesserung der Körnerfolge waren auch bei anderen Fabrikaten inzwischen weiterhin verbessert worden und erlaubten bis zu 90 Einstellungen. In diesem Zusammenhang wurden auch wissenschaftliche Untersuchungen über den Geschwindigkeitsverlauf bei Vielstufengetrieben zur Vermeidung erheblicher Überschneidungen und damit zur Einsparung von Zahnrädern durchgeführt.

### Regelung der Tiefenlage

Auch die Erzielung einer möglichst gleichmäßigen Tiefenlage der Körnerreihe wurde weiterhin angestrebt. Der für diesen Zweck vorzüglich geeignete und einfach gebaute SCHLOT'sche Drillschlitten wurde durch eine regelbare Tiefenstellung weiterhin verbessert. Verbessert wurden auch die Methoden zur Beobachtung der Tiefenlage bei verschiedenen Säscharkonstruktionen, deren Entwicklung damit ebenfalls weitergetrieben wurde. Ende der dreißiger Jahre entwickelte HEGE ein Prüfverfahren mit Hilfe einer Sandrinne, das ein naturgetreues Bild der Kornverteilung in horizontaler und vertikaler Lage ergab. Diese Sandrinne, ein langer schmaler Kasten, durch den das zu prüfende Säschar gezogen wurde, hatte ein feinmaschiges Sieb als Seitenwand, durch das der Sand, nachdem der Kasten um 90° gekippt war, gleichmäßig abrieseln konnte und die Körner ohne Verschiebung auf dem Gitter in ihrer wirklichen Lage sichtbar wurden. HEGE stellte fest, daß für die Größe der Streuzone die Länge des von Scharblechen geschützten Teiles des Schares sowie der Einfallwinkel der Körner bzw. ihr Abstand vom Scharrücken eine entscheidende Rolle spielen. Eine von ihm vorgeschlagene Verlängerung der Scharbleche und Anbringung einer Abweiszunge ergaben eine fast gleichmäßige Tiefenlage des Saatgutes. Die Durchführung dieser Versuche wurde durch die Kriegsergebnisse unterbrochen und konnte erst später abgeschlossen werden. Daher kamen die Ergebnisse erst etwa 1950 zur praktischen Verwertung.

### Neuer Anfang

Fast zehn Jahre, von 1939 bis 1948, brachten erhebliche Fabrikationseinschränkungen und Kriegszerstörungen die Weiterentwicklung zum Stillstand. Sie lebte erst wieder auf, als nach der Instandsetzung der Werkstätten die erforderlichen Materiallieferungen in Gang kamen. Nach 1948 erholte sich die Landmaschinenfabrikation rasch und infolge des erheblichen Nachholbedarfes gerade auch bei Sämaschinen, traten verschiedene Neukonstruktionen in Erscheinung. Die Hassia-Drillmaschine erhielt eine neue Sävorrich-

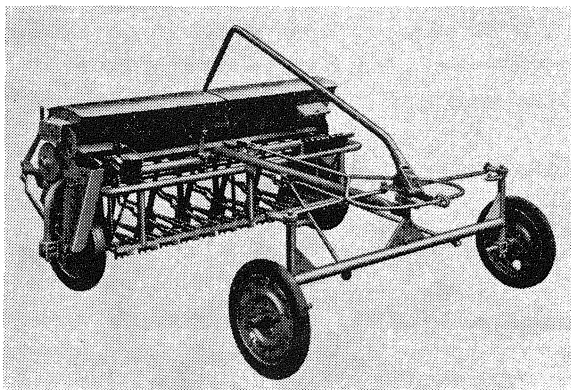


Abb. 6: Drillmaschine Amazone 1951

## Sämaschinen

tung (DBP 815 568). Das bekannte achsial verschiebbare Schubrad wurde durch Abschrägung der Stirnfläche zwischen Absperrmuffe und Abdeckring mit einem trichterförmigen Eintritt für das Saatgut ausgestattet und in Verbindung mit einer schwalbenschwanzförmigen Ausführung der Überfallkante des Bodenteils wurde die Gleichmäßigkeit des Saatgutablaufes verbessert. Die Isaria-Sämaschine erhielt ein Northon-Getriebe

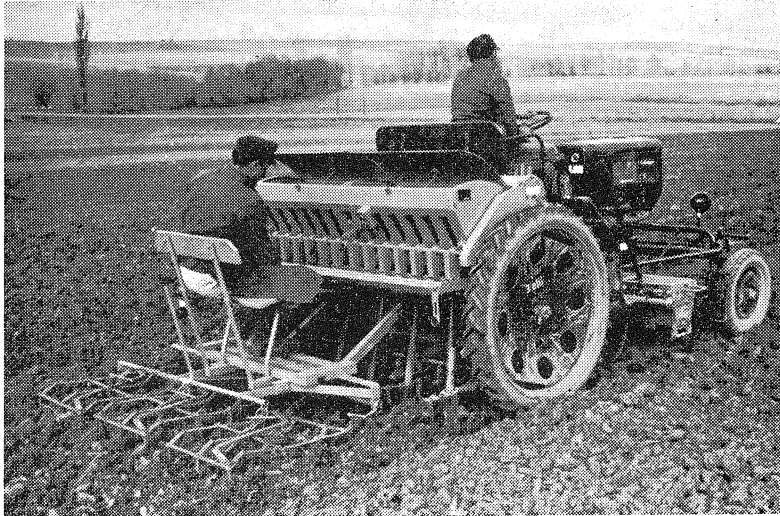


Abb. 7:  
Schmotzer-Kombi  
selbstfahrende  
Drillmaschine

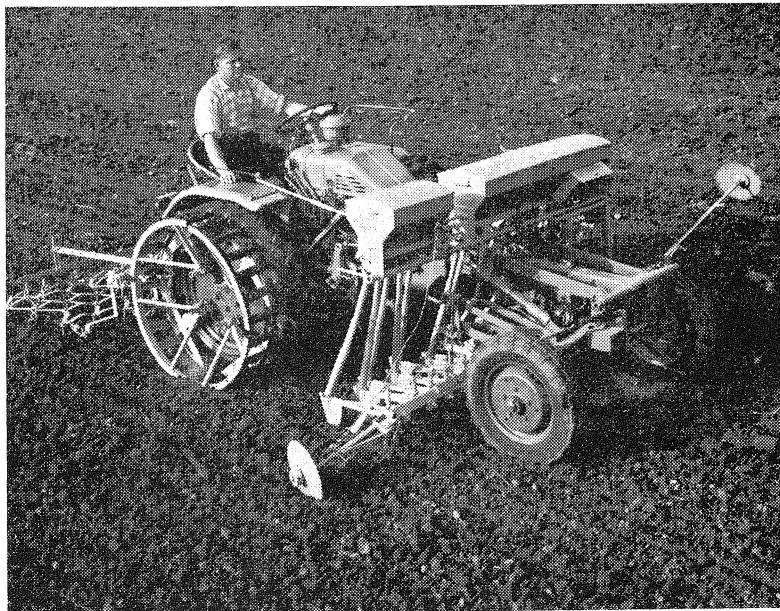


Abb. 8:  
Drillmaschine am Fendt-  
Geräteträger 1960

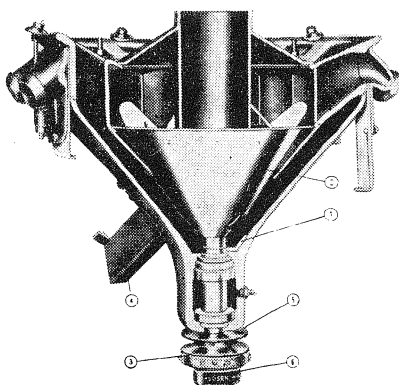


Abb. 9: Stokland Zentrifugal-  
Luftstrom-Saatgut-  
verteilung

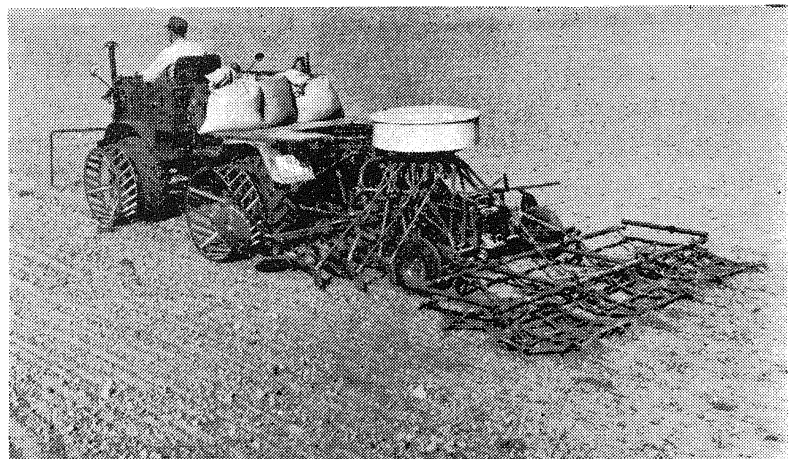


Abb. 10: Aushebbare Stokland Anbausämaschine am Unimog  
1966

für 72 Gangabstufungen, das nur durch Schalten von zwei Hebeln eingestellt werden konnte, sowie eine Momententleerungsvorrichtung für den Säckasten. Neu im Kreise bisher bekannter Fabrikate, war die Drillmaschine Amazone (Abb. 6), in Rohrleichtbauweise hergestellt, mit gummibereiften Scheibenrädern für leichten Zug und weichen Lauf ausgestattet sowie einem Einhebelschaltgetriebe mit Schwenkrad für 54 aufeinanderfolgende Geschwindigkeitsstufen versehen. Eine weitere Stahlrohrkonstruktion war die Hassia-Traktor-Maschine mit Ölbadgetriebe, die ebenfalls 1950 auf der Deutschen Landwirtschafts-Ausstellung zu sehen war.

Die Firma SCHMOTZER, Windsheim, welche sich schon lange mit der Herstellung von Landmaschinen für Pferde- und Traktorzug beschäftigt hatte, brachte 1951 ein selbstfahrendes Mehrzweckgerät „Schmotzer-Kombi“ heraus, welches auch als Sämaschine großes Interesse fand (Abb. 7).

### Einmann-Sämaschine

Inzwischen brachte die Schlepperentwicklung neue konstruktive Forderungen an die Sämaschinenindustrie heran. Die mit großem Achsabstand entwickelten Tragschlepper für Zwischenachsenbau von Geräten, das Universalmotorgerät „Unimog“ mit Vierradantrieb und schließlich der Geräteträger erzwangen neuartige Sämaschinenkonstruktionen (Abb. 8). Hier stand besonders das Problem des leichten An- und Abbaues zur Debatte, weil die Unterbringung nicht ganz so einfach war, wie am Heck der traditionellen Schlepperbauweise. Doch brachte auch diese mit der Einführung der Hydraulik einige Probleme.

In erster Linie wurden zwei Ziele angestrebt, die völlig sichere Ein-Mann-Bedienung auch hinsichtlich des An- und Abbaues der Geräte und eine zuverlässige Saatgutausbringung auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten bis zu 20 km/h. Die Geradlinigkeit der Drillreihen war mit dem Wegfall des Hackens bei Getreide und Ackerfutter nicht mehr so wichtig geworden. Nur dort, wo Hackfruchtsaat, insbesondere an hängigen Geländen, erforderlich war, mußte man eine Feinsteuerung und einen zweiten Bedienungsmann in Kauf nehmen. Sowohl bei angehängten, aufgesattelten, als auch bei angebauten Schlepperdrillmaschinen wurden die geräumigen Säckästen mit Sichtscheiben zur Kontrolle des Saatgutes versehen, auch im Saatgutstrom der Säorgane bzw. der Saitleitungen werden durchsichtige Bauelemente verwendet, die dem Schlepperfahrer die Kontrolle der Funktion der Körnerverteilung gestatten. Alle Bedienungshebel liegen jetzt im Griffbereich des Fahrers und sind automatisch in ihrer Funktion sinngemäß verbunden, so daß z. B. mit dem Ausheben der Säschare rechtzeitig der Saatgutstrom unterbrochen wird, das Senken der Schare während der Fahrt erfolgt und durch Hochkippen bzw. Ausheben ein Verstopfen der Schare mit Erde beim Zurückstoßen sicher verhindert wird. Bei hydraulisch betätigten Geräten erfolgt erst das Ablassen der Räder, ebenso sind Spurlockerer und Spuranreißer mit dem Aushebemechanismus verbunden. Während der Antrieb der Säorgane bei angebauten Maschinen von den Stützrädern aus erfolgt, werden bei Aufbaugeräten, Kettenantriebe von einem Vorder- oder einem Hinterrad, evtl. auch der Antrieb von der wegabhängigen Zapfwelle, benutzt. Überwiegend wird als Säorgan das Einheits särad mit Zwangsführung des Saatgutes bei Unterauslauf über eine gefederte Bodenklappe verwendet, das in den meisten Fällen mit einem Feinsärad kombiniert ist. Die zunehmende Verwendung von Kunststoff im Landmaschinenbau erbrachte auch bei den Sämaschinen schon viele leichte Bauelemente von hoher Festigkeit, völliger Unempfindlichkeit gegen Korrosionsangriffe und gegebenenfalls durchsichtiger Ausführung zur Kontrolle von Arbeitsvorgängen. Z. B. Säckastendeckel, Nockensäräder, Bodenklappen, Särohre, Lager usw. Im Zusammenhang mit der Schlepperhydraulik wird auch eine stufenlose Vorwahl und Einstellung der Sätiefe ermöglicht. Stützen, die beim Absetzen oder Rückrollen die Schare vom Boden abheben, um ein Verstopfen zu verhindern, werden vielfach vorgesehen.

## Sämaschinen

### Fliehkraft und Luft als Verteilkräfte

So wird die traditionelle Form der Sämaschine in jeder Richtung hin verfeinert und den Möglichkeiten der Leistung und Fahrgeschwindigkeit von Schleppern angepaßt. Aber es treten auch von den bisherigen Bauarten völlig abweichende Konstruktionen in Erscheinung. So entstand bereits 1957 in Norwegen eine Sämaschine, deren Körnerverteilung mit Hilfe von Fliehkraft und Luftstrom erfolgte (Abb. 9). Nach anfänglichen Schwierigkeiten und durchgeführten Verbesserungen fand sie aber immer mehr Anhänger. Unter der Bezeichnung Drillmaschine Stockland wurde die 2½ m breite Ausführung auch von der DLG geprüft und anerkannt. Die wesentliche Neuheit lag in einer zentralen Saatmengenregulierung durch ein von der Schlepperzapfwelle über ein Winkelgetriebe mit 300-1300 Umdrehungen in der Minute in rotierende Bewegung versetztes 4-flügeliges Kunststoffrad konischer Form, das in einem Trichter umläuft, dem das Saatgut aus einem zylindrischen Gefäß von mehr als 250 l Fassungsvermögen zulief. Zentrifugalkraft und Luftstrom las-

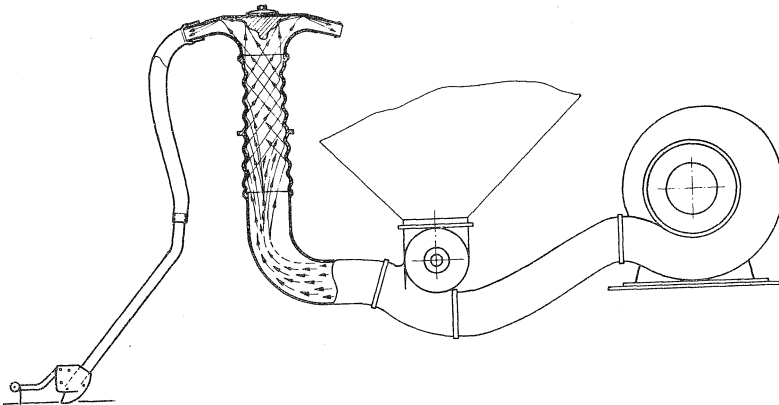


Abb. 11:

Schema der pneumatischen  
Sämaschine von Weiste 1967

sen das Saatgut dann je nach gewählter Einstellung in entsprechenden Mengen verhältnismäßig gleichförmig über die trichterförmige Auswurfschale hinweg in den Verteiler laufen, an welchen die Kunststoffsaatleitungen angeschlossen sind. Als Schare können normale Schleppschare, Steilschare oder auch Scheibenschare verwendet werden. Die stufenlose Saatmengenregulierung erfolgt mit Hilfe einer Skala und einer auf die gewählte Ziffer einzustellende Einkerbung an der Riemenscheibe. Die Regulierung ist für alle üblichen Saatgutarten ausreichend. Die Saatmengenverteilung ist zufriedenstellend, wenn man dem Zweck der Konstruktion entsprechend eine Fahrgeschwindigkeit von mindestens 5 Kilometer in der Stunde einhält. Bei Fahrgeschwindigkeiten bis zu 15 Stundenkilometer ergeben sich sehr hohe Flächenleistungen (Abb. 10).

Nur mit Druckluft arbeitet die Accordsämaschine (Abb. 11). Über eine entsprechend ausgelegte Hydraulikpumpe des Schleppers wird der Ölmotor für den Betrieb des Gebläses versorgt. Ein Saatgutvorratsbehälter mit großem Fassungsvermögen der sowohl zentral als auch seitlich am Schlepper angebracht werden kann, gibt das Körnergut über die, wie eine Luftschleuse arbeitende Schubraddosiervorrichtung und eine Rohrleitung in den sogenannten Wellrohrdiffusor, der eine gleichmäßige Auflösung des Körnerstroms in seiner Steigleitung zur Folge hat. Über den Verteilerkopf mit den Abgängen nimmt das Saatgut seinen Weg über die symmetrisch angeordneten Kunststoffschlauchleitungen zu den Säscharen.

Die zuletzt genannten Bauarten lassen erkennen, daß die Zukunft möglicherweise noch weitere Abweichungen von der traditionellen Bauart bringen kann. Der gegenwärtige Stand der Technik bietet den Landwirten jedenfalls Sämaschinen, die Ein-Mann-Bedienung und einwandfreie Arbeit auch bei hoher Fahrgeschwindigkeit gewährleisten.

# Aussaat einfacher und schneller

Neue Einzelkornsäugeräte für unkalibriertes Maissaatgut

Bei der Maissaat mit dem Einzelkornsäugerät mußten bisher das Kaliber des Saatgutes und die Größe der Löcher im Zellenrad übereinstimmen. Landtechniker konstruierten jetzt Geräte, bei denen die Kalibrierung kaum eine Rolle spielt und große wie kleine Körner aussäen kann.

Diplomlandwirt H. Stanzel, Landtechnik Weihenstephan



Abb. 1: Amerikanisches Gerät mit gesteuerten Klemmfingern.

Herkömmliche Mais-Einzelkornsäugeräte lösen ihre Aufgabe bisher nur mangelhaft: eine vorgegebene Körnerzahl pro Meter Fahrstrecke ohne Beschädigungen mit gleichen Abständen in den Boden zu legen. In der Praxis muß je nach Saatgutbeschaffen-

heit und Fahrgeschwindigkeit mit Kornbeschädigungen, Fehlstellen und Doppelbelegungen gerechnet werden. Die Mängel können reduziert werden, wenn kalibriertes Saatgut verwendet wird.

Aber trotz der spürbaren Verbesserung blieben bisher noch einige Wünsche offen. Einmal lassen sich mit den Empfehlungen der Gerätehersteller nicht immer optimale Ergebnisse erzielen. Zum Beispiel sind die Säplattenvorschläge immer auf eine bestimmte Fahrgeschwindigkeit bezogen, die jedoch nicht genannt wird. Wird dann aus irgendwelchen Gründen schneller oder langsamer gefahren, dann müßten andere Säplatten gewählt werden. Zum anderen ist jeder Säplattenwechsel zur Anpassung an das Saatgut eine ausgesprochen unangenehme Arbeit, die viel Erfahrung voraussetzt und kostbare Zeit verschlingt.

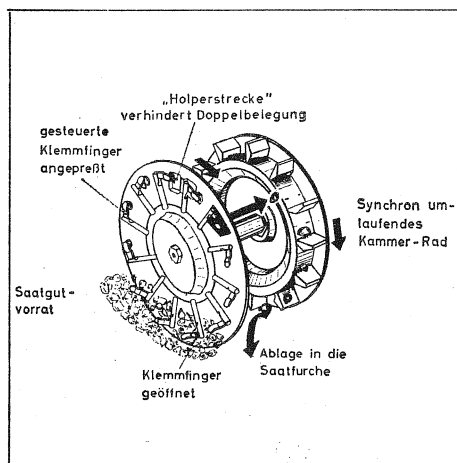


Abb. 2: Sämechanismus des amerikanischen Geräts.

## Geräte für alle Kornformen und Größen

Die Hersteller von Einzelkornsäugeräten sind deshalb in den letzten Jahren einen Schritt weitergegangen und haben Geräte entwickelt, die mit allen vorhandenen Kornformen und Größen ohne Anpassung

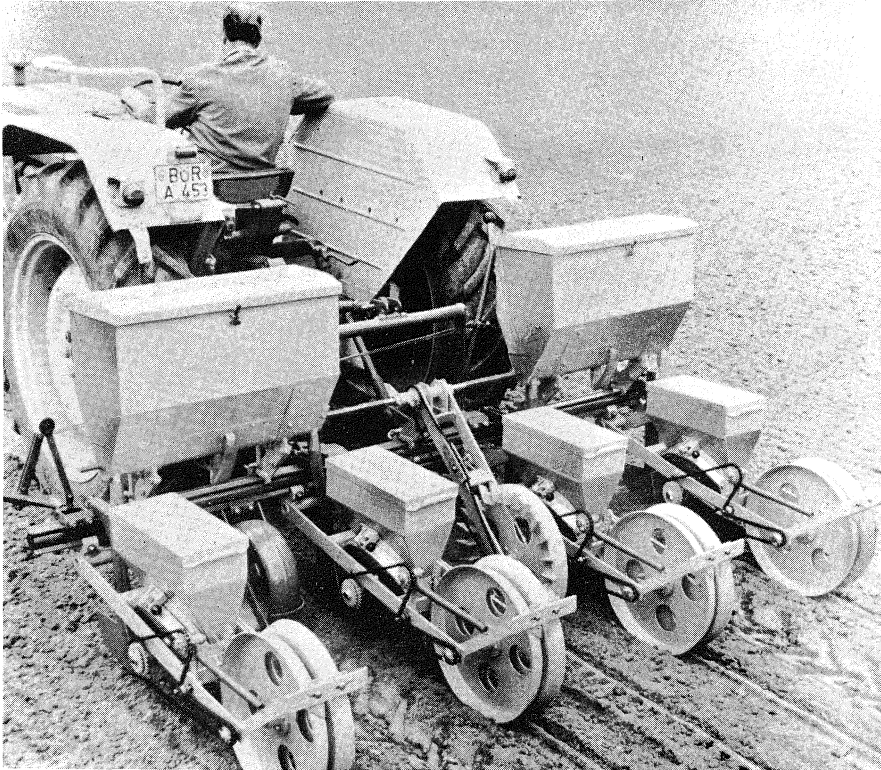


Abb. 3: Deutsches Gerät mit mechanisch arbeitender Schöpfscheibe.

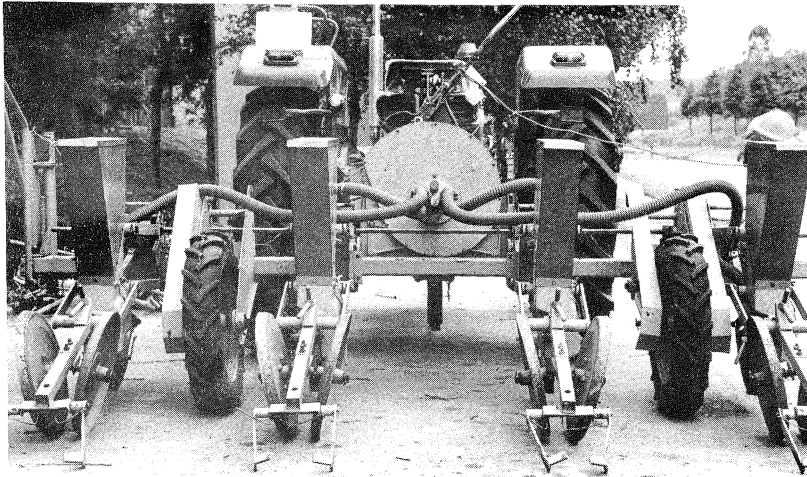


Abb. 4: Französisches, pneumatisch arbeitendes Gerät.

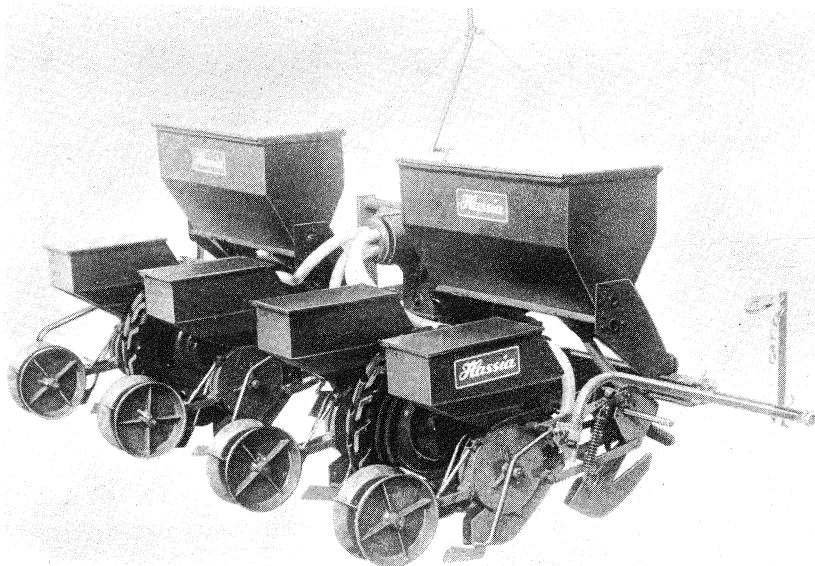


Abb. 6: Deutsches, pneumatisch arbeitendes Gerät.

zurecht kommen sollen. Zwei ausländische Geräte sind schon seit 1968 auf dem Markt, und zwei deutsche Entwicklungen sollen dieses Jahr zum ersten Mal laufen.

Zwei dieser Fabrikate arbeiten mechanisch. Gesteuerte Finger in einem (siehe Bild 1 und 2), starre Löffel im anderen Fall (siehe Bild 3) schöpfen aus dem Saatgutbehälter die einzelnen Körner und übergeben sie an ein Kammerrad, das sie knapp über dem Boden in die offene Saatrinne abwirft.

Bei den anderen beiden Geräten werden die Körner mit Unterdruck an kleinen Löchern festgehalten und aus dem Vorratsbehälter befördert. Das ältere französische Gerät (siehe Bild 4 und 5) wirft sie nach einer Kontrollstrecke knapp über dem Boden ab, während die deutsche Konstruktion (siehe Bild 6) sie mit einem Kammerrad zur Abwurfstelle befördert.

Gegenüber herkömmlichen Geräten weisen alle vier folgende technische Verbesserungen auf:

- Sie entnehmen die Körner ohne Kalibersprüche aus dem Saatgutbehälter; drei Geräte sogar mit eigener Kraft ohne Zuhilfenahme der Schwerkraft, wodurch Hangneigung und Erschütterungen keinen großen Einfluß mehr haben.

- Sie haben senkrechte bzw. schräge Förderorgane, die die Körner mit idealer

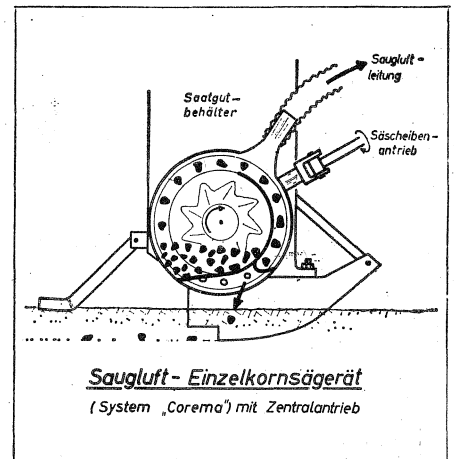


Abb. 5: Sämechanismus des französischen Geräts.

Geschwindigkeit und Wurfbahn auf kürzestem Weg abwerfen.

#### Säen mit 5 bis 8 km/h

Diese Geräte sind die Früchte intensiver Bemühungen um die Verbesserung der Einzelkornsaat speziell bei Mais. Obwohl noch nicht sehr umfangreiche Erfahrungen vorliegen, kann man beim praktischen Einsatz eine Reihe von Vorteilen erkennen. Bei hohen Fahrgeschwindigkeiten von 5 bis 8 km/h werden gleichmäßigere Kornabstände, weniger Fehlstellen und Doppelbelegungen erzielt. Ungleichförmiges Saatgut beeinträchtigt die Säarbeit nur noch in geringem Umfang. Der Aufwand für die Einstellung auf das Saatgut wird auf ein unkritisches Minimum reduziert; beim amerikanischen und einem der deutschen Geräte fällt er ganz weg. Der Einfluß der Fahrgeschwindigkeit auf die Kornablage wurde vermindert, aber nicht ausgeschaltet. Immer noch ist eine gewisse Abstimmung der Fahrgeschwindigkeit auf Saatgut und Einsatzbedingungen Voraussetzung für die gute Einzelkornablage von Mais.

# Schlagkräftige Körnermaiserte — mit welchem Verfahren?

Dr. Manfred Estler, Institut für Landtechnik, Weihenstephan



Körnermais ist neben den Zuckerrüben die am spätesten im Jahr geerntete Frucht. Ungünstige Witterungsverhältnisse und die Notwendigkeit, nach der Ernte noch die Winterfurche zu ziehen oder Winterweizen einzusäen, schränken die verfügbare Erntezeitspanne ein. Es gilt daher, leistungsfähige und gut aufeinander abgestimmte Ernteverfahren einzusetzen, um in kürzester Zeit und

mit geringen Verlusten die Ernte zu bergen.

Die Erntemaschine selbst nimmt in dem Gesamtverfahren „Körnermaiserte“ zweifellos eine Schlüsselposition ein. Daneben sind aber ebenso zweckmäßige und auf die Ernteleistung abgestimmte Transport- und Konservierungsmethoden erforderlich, damit das Verfahren reibungslos ablaufen kann.

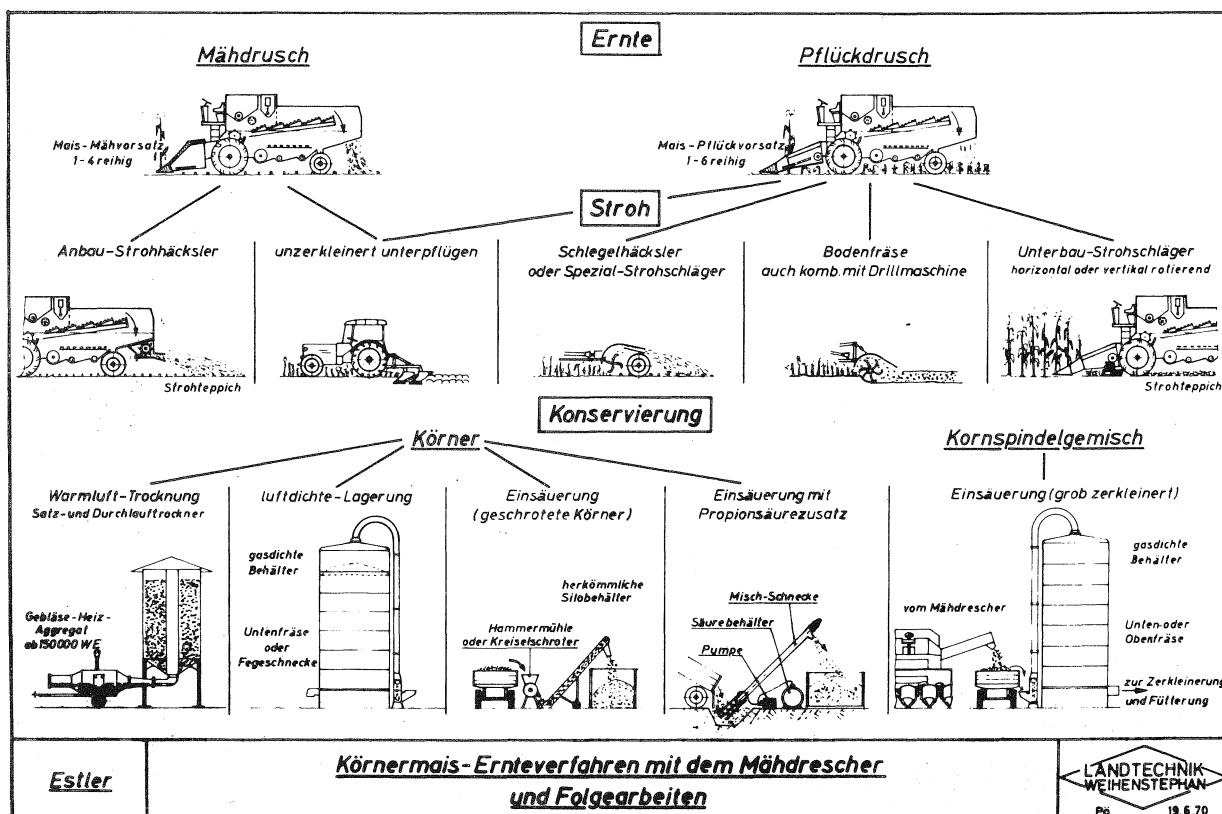
## Drei konkurrierende Ernteverfahren

Aus der Vielzahl der anfangs angewandten Ernteverfahren haben sich im harten praktischen Einsatz drei wesentliche, voneinander verschiedene Methoden herausgeschält:

1. Der „Mähdrusch“ (Mähdrescher mit Maismähvorsatz).
2. Der „Pflückdrusch“ (Mähdrescher mit Pflückvorsatz).
3. Das „Pflückrebeln“ (Spezialmaiserntemaschine).

## Die Verfahren mit dem Mähdrescher

Die beiden Verfahren 1 und 2, die den normalen Getreidemähdrescher als Grundmaschine verwenden, sind vor allem aus ökonomischen Gründen interessant. Die teure Grundmaschine wird sowohl bei Getreide als auch bei Mais verwendet. Dadurch verteilen sich die hohen Festkosten auf eine entsprechend umfangreiche Einsatzfläche, und nur die Kosten



für die Zusatzeinrichtungen belasten ausschließlich die Maisdruschfläche.

Die wesentlichen Unterschiede zwischen „Mähdrusch“ und „Pflückdrusch“ (nachfolgend mit MD und PD bezeichnet) sind weitgehend bekannt. Beim MD wird die gesamte Maispflanze abgemäht, beim PD dagegen nur der Kolben abgetrennt, die Restpflanze bleibt niedergeknickt auf dem Feld stehen.

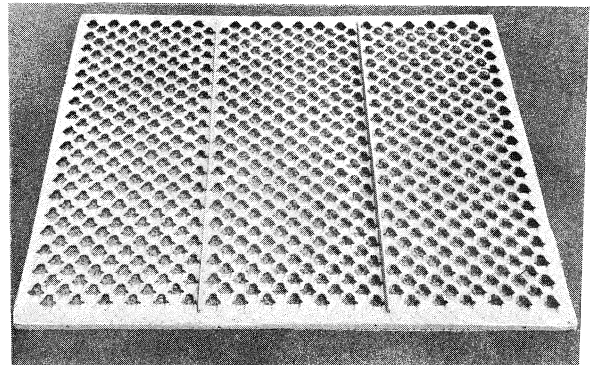
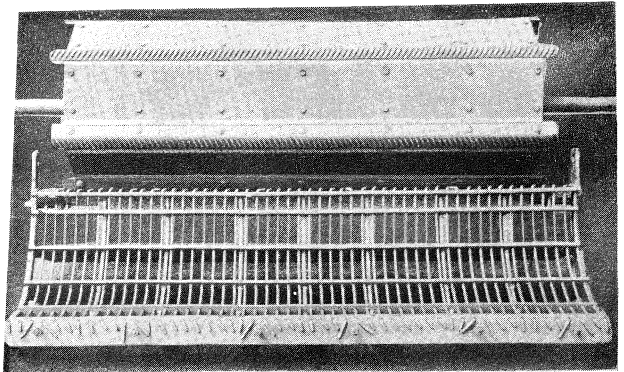
Der technische Aufbau der Maiserntevorsätze ist der Erntemethode angepaßt. Beim MD konzentriert sich die Vielfalt der früheren technischen Lösungen auf nunmehr ganze zwei Bauweisen, die jedoch in ihrer Grundkonzeption im wesentlichen übereinstimmen. Beide verwenden Einzugsketten mit Mitnehmerfingern, nur deren Anordnung (einfache Kette mit langen, gegenständigen Fingern bzw. doppelt übereinandergeordnete Einzugsketten mit kurzen „auf Lücke“ stehenden Fingern) unterscheiden sie.

Auch bei den Pflückvorsätzen ist eine weitgehende Bereinigung eingetreten. Pflückschienen mit darunterliegenden Reißwalzen werden fast ausschließlich verwendet; sie haben die anfangs von den Spezialmaiserntemaschinen übernommenen Profilpflückwalzen fast völlig verdrängt. Die Vorteile dieses neuen Pflücksystems: Die Maiskolben kommen nicht mehr mit rotierenden Teilen in Verbindung, dadurch verringern sich die Pflückverluste.

Während die Mähdruschverfahren als typisch „deutsche“

**Hohe Druschleistungen, sauberer Ausdrusch und gute Reinigung des Ernteguts lassen sich nur erreichen, wenn geeignete Zusatzvorrichtungen verwendet werden:**

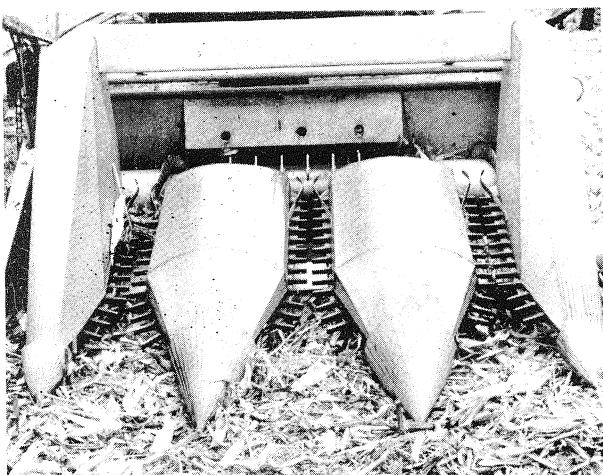
**Rundum geschlossene Maisdruschtrommel mit Spezialmaisdruschkorb (oben). Nasensieb mit großen Durchgängen (unten).**



**Lösung in der Bundesrepublik Deutschland — und auch in Österreich — die Maisernte beherrschen, werden im Ausland in erheblichem**

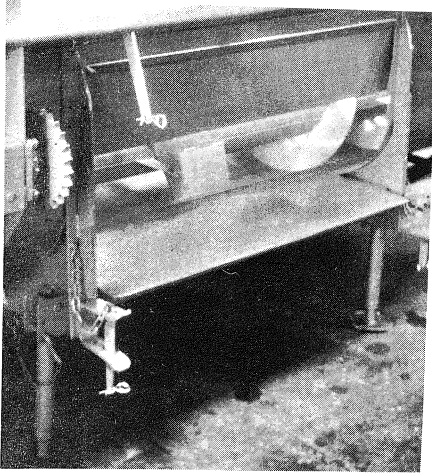
Umfang auch Spezialmaiserntemaschinen verwendet, vor allem Pflückrebler und Kolbenpflücker. Insbesondere der Pflückrebler hat in letzter Zeit als Alternative zum Mähdrusch Interesse gefunden. Seine Vorteile: Als echte Maiserntemaschine ist er in den wesentlichen Bauteilen den speziellen Erfordernissen angepaßt, die bei der Maisernte vorliegen. Dies gilt vor allem für die schonende Entkörnung und die Reinigung.

Diese Maschinen werden heute sowohl für den Schlepperzug als auch als selbstfahrende Maschinen angeboten. Der Selbstfahrer ist dabei weitgehend dem bei selbstfahrenden Mähdruschern vorhandenen technischen Standard angeglichen.



**Mahmvorsätze gewährleisten eine einwandfreie Annahme der Maispflanzen auch in lagernden Beständen. Das Verarbeiten des gesamten Maisstrohs verursacht jedoch eine hohe Belastung der Drusch- und Reinigungs- vorrichtungen**





**Schnellkupplungen erleichtern und beschleunigen den An- und Abbau überbreiter Mäseerntevorsätze bei Straßenfahrt**

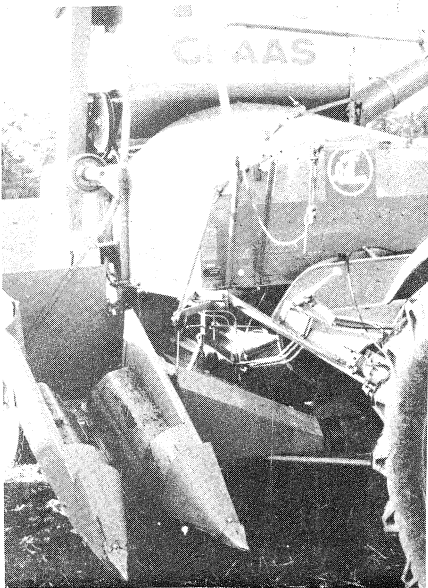
### Die Verfahren im Vergleich

Für eine Beurteilung, welches Ernteverfahren in einem speziellen Fall das geeignetste ist, müssen neben der rein technischen Ausstattung noch weitere, für den praktischen Einsatz wichtige Kriterien berücksichtigt werden.

#### 1. Reihenzahl

##### Mähdrusch

Für gezogene Mähdrescher bis zu zwei Reihen, für Selbstfahrer (auch Hochleistungsmähdrescher)



**Ein- und zweireihige Erntevorsätze für Anhängermähdrescher sind nicht frontschneidend. Für begrenzte Ernteflächen stellen sie ein kostengünstiges Verfahren dar**

nicht mehr als vier Reihen. Begrenzender Faktor ist das „Schluckvermögen“ des Dreschwerks.

##### Pflückdrusch

Gezogene Mähdrescher bis zwei Reihen, für Selbstfahrer bis acht Reihen. Bei Mähdreschern mit 90 bis 105 PS Motorleistung wird zur Zeit der vierreihige Pflückvorsatz bevorzugt. Hier ist bei tragbarem Anschaffungspreis eine günstige Vorfahrt (6—8 km/h) und ausreichende Flächenleistung zu erreichen.

##### Pflückrebler

Gezogene Maschinen bis zwei Reihen, Selbstfahrer bis zu vier Reihen.

#### 2. Frontschnitt

Traktorgezogene Erntemaschinen, aber auch Selbstfahrer mit zweireihigen Vorsätzen sind nicht frontschneidend. Darauf ist gegebenenfalls bei der Saat zu achten.

Bei Großmähdreschern (ab etwa 90 PS) kann es zu einem Niederdrücken der benachbarten Reihen kommen, wenn dreireihige Vorsätze verwendet werden und die Triebachse mit großvolumiger Bereifung ausgerüstet ist. Ab vier Reihen ist jedoch einwandfreier Frontschnitt möglich.

#### 3. Aufnahme lagernder Pflanzen

Maismähvorsätze sind bekannt für die einwandfreie Aufnahme der Pflanzen, auch wenn sie lagern. Aber auch moderne Pflückvorsätze ziehen durch flache Bauweise, lange Halnteilerspitzen und weit vorn angesetzte Einzugsketten die lagernden Pflanzen gut ein.

#### 4. Belastung der Drusch-einrichtung

Sie ist am höchsten beim Mähdrusch, da hier die gesamte Stengelmasse mitverarbeitet werden muß. Gegenmaßnahmen: Anbau kurzstrohiger Sorten, hohes Mähen.

Beim Pflückdrusch können vor allem bei gut abgereiften oder stengelbrüchigen Pflanzen bis zu 30 Prozent der Pflanzen mit in die Maschine gelangen.

Der Pflückrebler hat am wenigsten Maisstroh zu verarbeiten. Die Pflückvorsätze sind hier mit Profelpflückwalzen ausgerüstet, die das Stroh sauber abtrennen

und zudem auch die Kolben beim Pflückvorgang teilweise entlieschen.

Dies ist erforderlich, denn die Leistung der Rebeltrommel und Reinigungsorgane sinkt rasch, wenn zuviel Stengelteile verarbeitet werden müssen.

#### 5. Sauberkeit des Erntegutes

Während im Pflückdrusch und mit dem Pflückrebler sehr gut gereinigtes Erntegut anfällt, besteht beim Mähdrusch die Gefahr, daß durch den Dreschvorgang die Maisstengel zertrümmert werden und Pflanzenteile in das Erntegut gelangen. Diese Stengelbruchstücke sind in Form und Gewicht den Maiskörnern oft sehr ähnlich und lassen sich nur schwierig abtrennen.

#### 6. Befeuchtung des Erntegutes

Nur beim Mähdruschverfahren ist damit zu rechnen, daß durch das „Ausmangeln“ der Stengel, aber auch durch die Verunreinigung mit sehr feuchten Stengelteilen die Erntegutfeuchtigkeit erhöht wird. Unter ungünstigen Voraussetzungen bis zu 5 Prozent!

#### 7. Strohzerkleinerung

Ein Zerkleinern des Maisstrohs ist vor allem auf schweren Böden für das einwandfreie Verrotten erforderlich, erleichtert aber auch das saubere Einpflügen.

Ausführlich wurde dieses Thema bereits in Heft 17/1971 der „PL“ behandelt.

#### 8. Leistungsbedarf

Das Verarbeiten der gesamten Pflanze im Mähdrusch verursacht generell einen hohen Kraftbedarf. Vor allem aber verursacht die ungleichmäßige Beschickung der Trommel erhebliche Kraftspitzen. Bei feuchten Erntebedingungen kann dies die Ernteleistung wesentlich beeinträchtigen. Beim Pflückdrusch können diese Erscheinungen ebenfalls, jedoch in abgeschwächter Form eintreten, wenn viel Stengelmaterial in die Maschine gelangt.

#### 9. Witterungsabhängigkeit

Sie ist beim Mähdrusch erheblich (siehe Punkt 8), Pflückdrescher und Pflückrebler sind dagegen weitgehend unabhängig von der Erntewitterung und können auch bei ungünstiger Witterung noch

ausreichende Ernteleistungen vollbringen.

### 10. Beanspruchung der Maschine

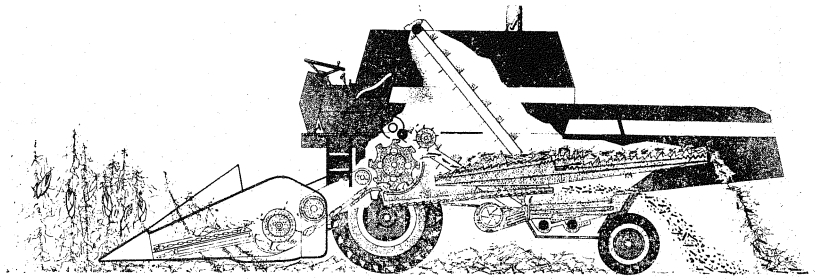
Das sperrige, harte und sehr feuchte Maisstroh bewirkt beim Mähdrusch eine beträchtliche mechanische Beanspruchung vor allem der Drusch- und Reinigungsvorrichtungen. Daneben ist auch verstärkte Korrosion durch das freigesetzte Pflanzenwasser und die Pflanzensäuren zu erwarten. Bei den beiden anderen Verfahren sind vor allem die Einzugsvorrichtungen und das Dreschwerk besonderer Belastung ausgesetzt. Die hohen Maschinenbelastungen haben vor allem dazu geführt, daß heute in Betrieben mit größeren Maisanbauflächen ein deutlicher Trend dazu besteht, den Mähdrusch nur noch für die Getreidernte, für die Maisernte dagegen eine Spezialmaiserntemaschine zu verwenden. Generell kann man unterstellen, daß hinsichtlich der Beanspruchung der Drusch von 1 ha Mais etwa demjenigen von 2 ha Getreide vergleichbar ist.

### 11. Flächen- und Druschleistungen

Die begrenzte Leistung des Mähdruschverfahrens war einer der Hauptgründe für den raschen Rückgang dieses Verfahrens. Mit einem dreireihigen Mähvorsatz können etwa 0,20 bis 0,25 Hektar pro Stunde, also an einem 8-Stunden-Tag zirka 1,8 bis 2,0 ha geerntet werden. Nur unter besonders günstigen Voraussetzungen läßt sich diese Leistung auf zirka 2,5 ha pro Tag steigern. Pflückdrusch und Pflückrebeln erreichen demgegenüber nahezu die doppelte Leistung. Bei dreireihigen Maschinen kann mit Tagesleistungen von 3,5 bis 4 ha, bei vierreihigen Pflückdruschern mit 4 bis 6 ha Tagesleistung gerechnet werden.

### 12. Kosten

Die zu erwartenden Maschinenkosten sind vielfach entscheidend für die Überlegung, ob eine Erntemaschine selbst angeschafft oder im überbetrieblichen Maschineneinsatz verwendet werden soll. Bei den heute üblichen Lohndrusch- bzw. Maschinenring-Verrechnungssätzen von durchschnittlich zirka 180 bis 220 D-Mark pro Hektar schneidet auch bei umfangreichen Einsatzflächen die



Schnittbild von Ferguson-Mähdrusch mit Pflückvorsatz

Eigenmechanisierung in den Kosten pro Hektar ungünstiger ab. Ein Beispiel: Ein Mähdrusch erntet jährlich 80 ha Getreide und 40 ha Körnermais. Der Kostenverlauf für das Ernten des Körnermaises (Anteil der Grundmaschine + Maisernteausrüstung) zeigt, daß bei einem Mähdrusch mit dreireihigem Mähvorsatz bei zirka 10 bis 15 ha jährlicher Maiserntefläche Kostengleichheit zwischen dem überbetrieblichen Maschineneinsatz und der Eigenmechanisierung besteht. Bei Mähdruschern mit vierreihigem Pflückvorsatz liegt die Schwelle bei etwa 30 bis 40 ha Maiserntefläche pro Jahr. Das bedeutet, daß erst dann die Eigenmechanisierung geringere Kosten verursacht als die überbetriebliche Maschinennutzung, wenn diese Ernteflächen überschritten werden. Da aber erfahrungsgemäß derartige Flächen im Einzelbetrieb nur in wenigen Fällen erreicht werden, bietet die Eigenmechanisierung zwar eine bessere „Bewegungsfreiheit“, ist aber vielfach mit höheren Kosten belastet.

Die genannten **Vergleichskrite-**

**rien** sind sicher nicht vollständig, sollen aber eine gewisse Entscheidungshilfe geben. Zweifellos kann auch der Landwirt selbst dazu beitragen, daß die Qualität der Erntearbeit und auch die Ernteleistung seinen Anforderungen genügen. Insbesondere sind es auch pflanzenbauliche Voraussetzungen, vor allem die Standfestigkeit der Maispflanzen. Lagerfrucht ist auch bei Mais gleichbedeutend mit unvermeidbaren Verlusten. Die gleichmäßige Kolbenform erleichtert die richtige Einstellung des Dreschwerks, insbesondere des Korbabstandes und trägt dazu bei, die Dreschverluste gering zu halten. Ferner ist es eine Sortenfrage, welche Kolbenansatzhöhe und Stellung des Kolbens am Stengel vorliegt. Tiefangesetzte, zur Reifezeit herunterklappende Kolben sind oft die Ursache von Aufnahmeverlusten. Für die Verfahren mit Pflückdrusch und Pflückrebeln sollten deshalb Sorten mit hochangesetzten und zur Erntezeit aufrecht stehenden Kolben bevorzugt werden.



Selbstfahrende Spezialmaiserntemaschine finden neuerdings dort verstärktes Interesse, wo größere Maisflächen zu ernten sind und hohe Abnutzungen am Mähdrusch befürchtet werden

# Aktuelle Fragen bei der Körnermais-Ernte und -Konservierung

Von Manfred Estler, Weihestephan

Wenn in wenigen Monaten wieder die Körnermais-Ernte beginnt, wird der interessierte Betrachter nicht nur bei Maschinenvorfürungen und -demonstrationen, sondern auch bei Beobachtungen in landwirtschaftlichen Betrieben erkennen können, daß diese Körnermais-Ernte heute ganz eindeutig Sache des Mähdreschers ist. Reine Kolbenpflücker und auch Pflück-Rebler können trotz zum Teil geringerer Anschaffungspreise und guter Ernteleistungen nicht die vielfachen Vorteile aufwiegen, die der Mähdrescher als weitverbreitetste Erntemaschine mit sich bringt.

Ebenso eindeutig ist aber auch zu erkennen, daß der Trend zur schlagkräftigen, vielreihigen Ernte anhält. Die Gründe dafür sind unter anderem in der kurzen Ernteperiode, der Forderung nach Durchführung der Herbstpflugfurche und eventuell auch Winterweizensaat nach der Ernte und in dem verstärkten Lohnunternehmer-Einsatz zu sehen. Hinzu kommt, daß vielfach die Saat vierreihig durchgeführt wird und mit einer ebenfalls vierreihigen Ernte eventuelle Schwierigkeiten (Anschlußspuren) umgangen werden sollen.

Diese zunehmende Verwendung drei- und vierreihiger Ernteaggregate wird jedoch vielfach mit Sorge beobachtet. Nicht allein, daß hierbei große Mengen hochfeuchter Maiskörner anfallen und in kürzester Zeit aufbereitet werden müssen, da Feuchtmais nur kurze Zeit haltbar ist. Maiserntevorsätze mit mehr als drei Reihen überschreiten auch das zulässige Maß von 3 m Straßenbreite, so daß sie beim Straßentransport nicht mehr am Mähdrescher angebaut bleiben können, sondern auf besonderen Nachfahr-Lafetten transportiert werden müssen. Deshalb wird heute ein Großteil der Maispflück-Vorsätze mit Schnellverschlüssen zum raschen An- und Abkoppeln angeboten. Die Rüstzeiten lassen sich dadurch wesentlich verringern.

Andererseits bestehen Bestrebungen, die Vielzahl vorhandener, in ihrer Ernteleistung begrenzter Mähdrescher ebenfalls für den Körnermaisdrusch einzusetzen. Hier werden künftig wohl vermehrt auch einreihige Pflückvorsätze angeboten, die nach dem Prinzip der Pflückschienen und Reißwalzen arbeiten.

## Klare Anwendungsbereiche für „Pflückdrusch“ und „Mähdrusch“

Im Verlauf der vielen Jahre harter Erprobung haben sich auf technischem Gebiet in der Körnermaisernte viele Probleme abgeklärt. Die Einsatzbereiche der beiden wesentlichen Verfahren „Mähdrusch“ und „Pflückdrusch“ lassen sich so abgrenzen, daß der „Mähdrusch“ dort am Platz ist, wo unter anderem:

1. kurzstrohige Maissorten verwendet werden;
2. die Maisstengel durch Windeinflüsse oder Wildschaden lagern;
3. zumindest bisher in einem Arbeitsgang die Ernte und Strohzerkleinerung erfolgen sollte;
4. das Konservierungsverfahren durch die bei diesem Ernteverfahren anfallende höhere Erntegutfeuchte und -verchmutzung nicht nachteilig beeinflusst wird.

Dem gegenüber hat der „Pflückdrusch“ dort seine wesentlichen Einsatzbereiche, wo

1. hochwachsender Mais mit hochangesetzten Kolben angebaut wird;
2. Wert auf hohe Flächen- und Druschleistung gelegt wird;
3. die geringere Maschinenbelastung und -abnutzung einen wesentlichen Faktor darstellt;
4. Konservierungsverfahren angewendet werden, die ein sauberes Erntegut erfordern;
5. Konservierungsmethoden angewandt werden, welche die bei diesem Ernteverfahren anfallenden großen Erntemengen reibungslos verarbeiten können.

Die technischen Probleme bei der Aufnahme des ganzen Maisstengels mit Kolben (Mähdrusch) oder bei der Abtrennung des Kolbens von der Pflanze (Pflückdrusch) so-

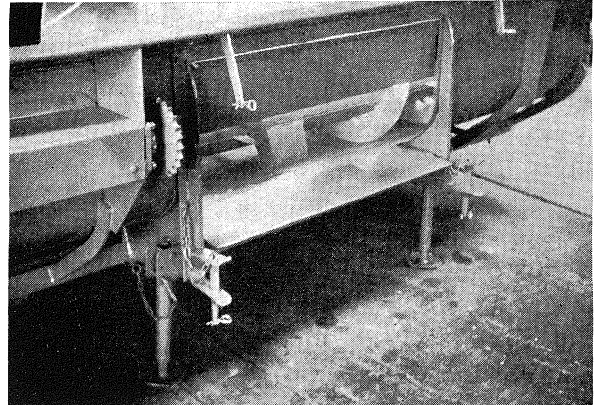


Abb. 1: Schnellverschlüsse ermöglichen bei überbreiten Maiserntevorsätzen den An- und Abbau zur Straßenfahrt

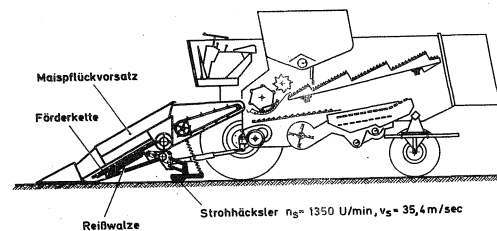


Abb. 2: Schematische Darstellung der Anordnung des Unterbau-Strohschlägers am Pflückvorsatz des Mähdreschers

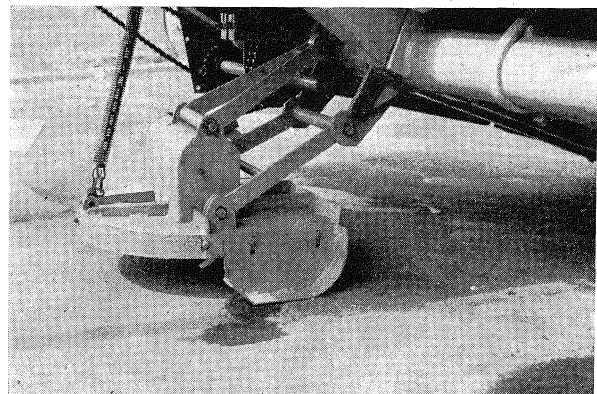


Abb. 3: Parallelogrammführung, Antrieb und Schleifkufen-Tiefenführung des Strohschlägers

wie die dreschtechnischen Probleme können als weitgehend gelöst angesehen werden. Dabei darf man jedoch nicht übersehen, daß Ernteverhältnisse, wie sie 1965 vorlagen, jederzeit erneut eintreten und ähnliche oder andere Schwierigkeiten verursachen können (Zwang zum Drusch nicht völlig abgereifter Körner mit 50 Prozent Feuchte und darüber und ähnliches).

Dagegen bereitet die Reinigung des Erntegutes alljährlich erneut Schwierigkeiten, da sich mit fortschreitendem Erntezeitpunkt — durch sortenbedingte Unterschiede und wechselnde Witterungsbedingungen — die technologischen Eigenschaften des Dreschgutes, mit welchem die Reinigungsvorrichtungen beschickt werden, fortlaufend und oft innerhalb kürzester Zeit ändert. Die Forderungen an die Arbeitsweise und vor allem an die sorgfältige Einstellung der Siebvorrichtungen überschreiten daher bei weitem die bei der Getreideernte vorliegenden Verhältnisse. Für Mais scheinen viele der bislang verwendeten

Siebformen noch nicht die ideale und zweckmäßigste Lösung darzustellen. Vor allem Lieschen und Staubfäden sind bei feuchter Witterung gefürchtet, da sie die Öffnungen der Siebe sehr rasch verstopfen und ein erhöhter Arbeitsaufwand für die Siebreinigung erforderlich wird.

### Neue Wege bei der Strohzerkleinerung und Herbstbestellung

Zwei große Problemkreise bestehen auch heute noch, an deren Klärung Wissenschaft und einschlägige Landmaschinenindustrie gemeinsam arbeiten: die Strohzerkleinerung hinter Mähreschern mit Pflückvorsätzen und eine leistungsfähigere Konservierung.

Während bei Mähreschern mit Mähvorsätzen in der Regel Anbau-Strohhäcksler zur sofortigen Zerkleinerung des Maisstrohes verwendet werden, war dies bislang bei Mähreschern mit Pflückvorsätzen nicht möglich. Der getrennte, zweite Arbeitsgang für die Strohzerkleinerung ist lästig und erfordert einen höheren Arbeitsaufwand je Hektar, auch wenn es sich um eine nicht termingebundene Arbeit handelt. Die Forderungen nach der Zusammenlegung von Ernte und Strohzerkleinerung auch beim Pflückdrusch-Verfahren kommen nicht allein von den Lohnunternehmern, deren Kunden oftmals nicht mit entsprechenden Zerkleinerungsgeräten ausgerüstet sind, um in einem zweiten Arbeitsgang selbst die Strohzerkleinerung durchzuführen.

Der Wunsch kommt vor allem auch von denjenigen Betrieben, die aus bodenphysikalischen Gründen eine saubere Strohzerkleinerung vornehmen müssen, um ein rasches Verrotten des Maisstrohes im Boden zu erreichen, andererseits aber möglichst wenig Arbeitsgänge von der Ernte bis zur Pflugfurche oder Wintergetreide-Einsaat durchführen können.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurden deshalb am Institut für Landtechnik, Weihenstephan, verschiedene Lösungen von Unterbau-Strohschlägern für Mais-Pflückvorsätze entwickelt und erprobt. In Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik (Ing. Gerhard Rödel) und durch dessen konstruktive Unterstützung konnte eine der untersuchten Lösungen funktions- und praxissicher gemacht werden. Als besondere Vorzüge dieses Strohschlägers, der unter dem Pflückvorsatz angebracht ist und das von den Reißwalzen niedergebrosene Maisstroh abschlägt, zerkleinert und verteilt können gelten:

1. handliche Einzelaggregate für jede Reihe, die wahlweise an ein- oder mehrreihige Pflückvorsätze angeordnet werden können;
2. die Strohzerkleinerung erfolgt vor den Laufrädern des Mähreschers, ein Niederwalzen noch nicht zerkleinerten Maisstrohes wird durch diese Anordnung vermieden;
3. eine Parallelogrammführung des Strohschlägers gewährleistet in Verbindung mit höhenverstellbaren Schleifkufen das Abschlagen der Stengel in einer vorwählbaren Höhe über dem Boden;
4. Die Führung der vier horizontal rotierenden Schlägelmesser in zwei übereinanderliegenden Ebenen bewirkt ein gutes Zerkleinern der Maisstengel;
5. der Zerkleinerungsgrad läßt sich durch Verstellen eines Auslaufbegrenzungsringes an der Rückwand des Strohschlägergehäuses und durch Ändern der Fahrgeschwindigkeit des Mähreschers einfach und sicher festlegen;
6. Der Kettenantrieb erlaubt das Ändern der Übersetzung für die Schläger-Antriebswelle von 1 : 1 (normale Verhältnisse) auf 1 : 2 (hoher Strohanfall, stärkere Zerkleinerung).

Die Verwendung derartiger Strohschläger zum Unterbau bei Pflückvorsätzen läßt erwarten, daß der Gesamtarbeitsaufwand für die Körnermaisernte einschließlich Kornabfuhr bei vierreihiger Arbeitsweise im „Pflückdrusch“-Verfahren von bisher 5,5 AKh/ha auf 2,5 bis 3,5 AKh/ha gesenkt werden kann. Im Zusammenhang mit neueren Bestrebungen zur Anwendung der Minimal-Bodenbearbeitung bei den Herbstarbeiten könnte künftig in Betrieben, die nach der Körnermaisernte noch eine Winterweizen-Einsaat vornehmen wollen, die Zahl der Arbeitsgänge und der Gesamtarbeitsaufwand für Ernte, Bodenbearbeitung und Saat sehr wesentlich verringert werden.

### Verminderung der Folgearbeiten der Maisernte

Bisher		Künftig	
Arbeitsgänge	AKh/ha	Arbeitsgänge	AKh/ha
1. Körnermais-Drusch (vierreihig)	1,6	1. Körnermais-Drusch mit gleichzeitiger Strohzerkleinerung (vierreihig)	3,0
2. Strohzerkleinerung	3,3	2. Bodenfräse mit Anbau-Drillmaschine (2 m)	1,7
3. Pflügen (dreischarig)	3,5		
4. Saatbettvorbereitung	0,5		
5. Winterweizen-Einsaat (2,5 m)	1,6		
<b>Insgesamt:</b>		<b>Insgesamt:</b>	
<b>fünf Arbeitsgänge</b>	<b>10,5</b>	<b>zwei Arbeitsgänge</b>	<b>4,7</b>

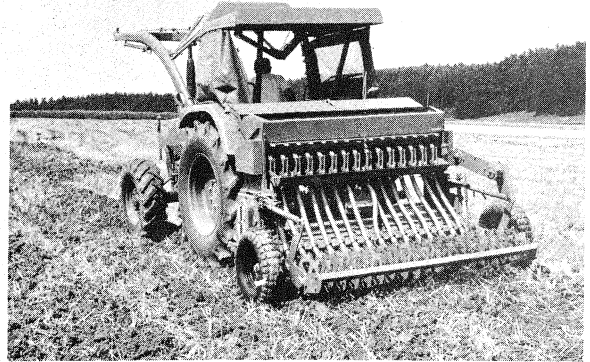


Abb. 4: Fräs-Drill-Kombinationen für die gleichzeitige Bodenbearbeitung und Saat sind für die Herbstbestellung zur Zeit stark im Gespräch

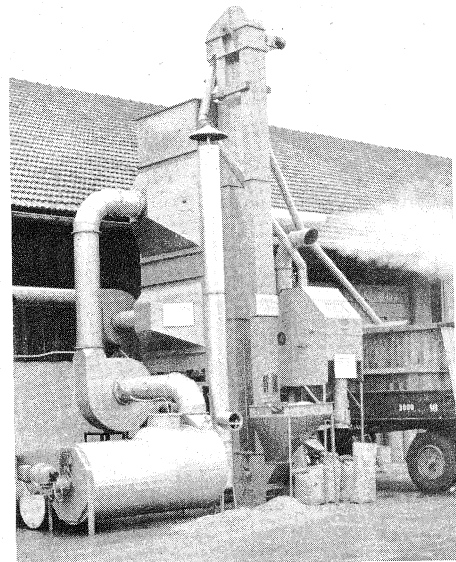


Abb. 5: Durchlauftrockner sind wegen der kurzen Verweilzeit des Trocknungsgutes in der Heißluftzone besonders für die Anwendung hoher Trocknungslufttemperaturen geeignet

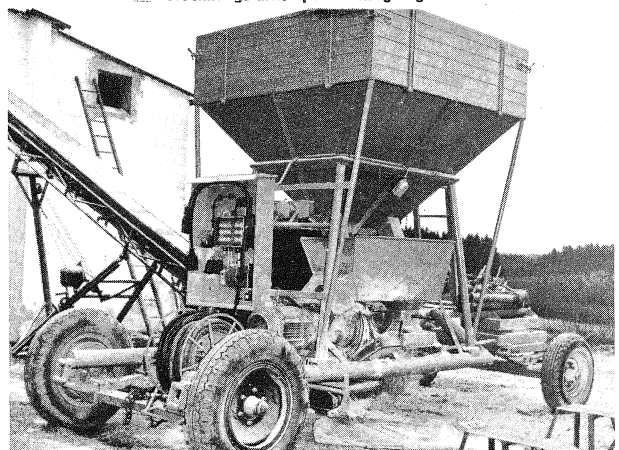


Abb. 6: Für die Verarbeitung hoher Erntemengen lassen sich bei der Feuchtmals-Schrotsilage mehrere Zerkleinerungsaggregate zusammenordnen (Entwicklung der Landtechnik Weihenstephan)

### Schlagkräftige Ernte zwingt zu leistungsfähiger Konservierung

Der begrenzte Erntezeitraum, die hierdurch erforderliche hohe Schlagkraft bei den Erntearbeiten, eine hohe Schlagkraft bei den Erntearbeiten, eine hohe Erntegutfeuchte und die vor allem bei Groß-Mähdreschern anfallenden hohen Erntemengen zwingen dazu, leistungsfähige Konservierungsmethoden anzuwenden, die in kürzester Zeit bei Erhaltung des vollen Nährstoffwertes das Erntegut aufbereiten. Diese Forderungen sind deshalb so schwerwiegend, weil vielfach heute in den landwirtschaftlichen Betrieben die Konservierung den leistungsbegrenzenden Faktor in der Körnermaisernte bildet. Heute besonders aktuell, jedoch zum Teil noch nicht völlig erprobt und in ihrer endgültigen praktischen Bedeutung noch nicht klar zu beurteilen sind folgende Verfahren:

1. Warmlufttrocknung mit höheren Trocknungsluft-Temperaturen.
2. Feuchtmals-Schrotsilage.
3. Maiskolbensilage (Korn-Spindel-Gemisch).
4. Prop-Corn (Propionsäure-Zugabe).

Das Hauptproblem bei der Warmlufttrocknung ist der hohe Feuchte-Gehalt des geernteten Körnermaises. Die heutigen Bestrebungen, höhere Trocknungslufttemperaturen als bisher anzuwenden, haben sehr reale Gründe. Je höher die Trocknungslufttemperatur ist, desto geringer ist die benötigte Luftmenge zum Entzug bestimmter Wassermengen. Dementsprechend könnte der



Abb. 7: Bei der Maiskolbensilage sollen möglichst viele Spindeln im Erntegut vorhanden sein

Trocknungsbehälter für bestimmte Trocknungsleistungen kleiner gehalten werden als bisher, was gleichbedeutend mit einer Senkung der Kapitalkosten ist. Diese Kapitalkostensenkung ist nicht allein für den landwirtschaftlichen Betrieb mit Eigentrocknung wichtig, in dem meist die Anlagen schlecht ausgelastet sind, sondern auch bei fahrbaren Trocknungsanlagen, zum Beispiel für den Lohnunternehmer. Hier liegt der Vorteil in einem vereinfachten und verbilligten Transport der Trocknungsanlagen.

Hauptproblem bei der Anwendung hoher Trocknungslufttemperaturen bildet die Gefahr der Futterwertminderung durch zu lange Einwirkungszeiten hoher Temperaturen auf das Korn. Derzeit laufende Untersuchungen auf diesem Gebiet an unserem Institut ergaben, daß unter bestimmten Trocknungsbedingungen zwar keine Schädigung im energetischen Teil des Kornes auftreten, daß jedoch Eiweißschädigungen, besonders bei Lysin, entstehen. Zu hohe Trocknungsgeschwindigkeiten beeinflussen auch das Aussehen der Körner (Braunverfärbung). Bei ungenügend abgereiftem Mais kann es ferner zu Hohlraumbildungen im Korninneren kommen. Die analytischen und Tierversuche stehen kurz vor dem Abschluß, so daß in absehbarer Zeit genauere Ergebnisse über diese Fragen vorliegen werden.

Die Feuchtmals-Schrotsilage, vom Institut für Wirtschaftslehre des Landbaues in Weihenstephan entwickelt, stellt heute nach mehreren Jahren der Erprobung eine wirtschaftliche und sichere Konservierungsmethode dar, so daß viele Betriebe mit Verwertung des Maises im eigenen Mastschweinestall dieses Verfahren mit gutem Erfolg anwenden. Es hat sich gezeigt, daß Vergärung und Silier-Verluste im wesentlichen abhängig sind von der Behälterbauweise, der Sorgfalt bei der Befüllung (Festtreten, luftdichter Abschluß) sowie von den täglichen Entnahmemengen. Hinsichtlich der Verarbeitung hoher Erntemengen sind keine Grenzen gesetzt, da die Zahl der Zerkleinerungsaggregate (Hammermühlen, Kreisel-schroter und andere) nach Bedarf erhöht und an die Druschleistung der Erntemaschine angepaßt werden kann. Auch bei der Bereitung von Maiskolbensilage besteht die Möglichkeit, hohe Erntemengen rasch zu verarbeiten. Folgende Überlegungen liegen diesem neuen Silierverfahren zugrunde:

1. Die Kolben werden zum Zeitpunkt der physiologischen Reife geerntet. Die Nährstoffeinträgerung ist dann abgeschlossen, jedoch enthält neben den Körnern auch die Spindel noch so viel Nährstoffe, daß mit einem Ertrag von 4 200 KStE/ha gegenüber 3 900 KStE/ha bei Körnerschrotsilage gerechnet werden kann (laut Riemann').
2. Der Rohfasergehalt ist mit 5 bis 7 Prozent der Trockensubstanz recht niedrig, so daß sich eine günstige Verwendbarkeit der Maiskolbensilage bei Schweinen und Mastrindern erwarten läßt.
3. Erste Versuche haben gezeigt, daß neben dem Arbeitsverfahren „Kolbenpflücker mit Entlieschvorrichtung und nachfolgender Zerkleinerung der Kolben mit einem Recutter“ auch normale Körnermaismähdrescher mit wenigen Abwandlungen für die Ernte verwendet werden können.
4. Die bereits im Mähdrescher erreichbare grobe Zerkleinerung des Erntematerials ist ausreichend für die einwandfreie Vergärung, erleichtert aber die mechanische Entnahme aus dem Silo. Eine Zerkleinerung des Materials vor der Silobeschickung wird überflüssig, daher entsteht auch bei hohen Erntemengen kein Engpaß.
5. Da vorhandene Körnermaiserntemaschinen verwendet werden, können die Erntekosten gering gehalten werden. Allerdings sind höhere Anforderungen an weitgehend luftdichte Lagerungsbehälter zu stellen.
6. Gegenüber herkömmlichem Silomais sind erhebliche Einsparungen an Siloraum zu erreichen (Maiskolbensilage: etwa 14 m<sup>3</sup>/ha, Silomais etwa 80 m<sup>3</sup>/ha).

Versuche mit diesem Verfahren sind in den vergangenen Jahren in mehreren Betrieben bei unterschiedlichen Erntevoraussetzungen durchgeführt worden. Dabei hat sich gezeigt, daß bei Verwendung des Mähdreschers als Erntemaschine einige Abänderungen vorgenommen werden müssen:

1. Einstellung der Trommeldrehzahl auf 900 bis 1100 U/min (etwa 26 bis 29 m/s Umfangsgeschwindigkeit).
2. Vergrößerung der Korbstabszwischenräume durch Herausnahme jedes dritten Stabes.
3. Einstellung des Abstandes der Dreschtrommel zum Dreschkorb auf 9 bis 10 mm.
4. Entfernung des Untersiebes, Abdeckung der Überkehr, als Obersieb ein Gitterrahmen mit 40 × 40 mm Maschenweite.

Die hohe Trommelumfangsgeschwindigkeit ist erforderlich, wenn eine ausreichende Zertrümmerung der Spindeln und Maiskörner erreicht werden soll. Eine möglichst gute Korn- und Spindelabscheidung im Korbbereich ist anzustreben, da auf die Schüttler gelangende Spindeln wegen zu kleiner Schüttleröffnungen dort nicht mehr abgetrennt, sondern über die Schüttler transportiert und auf

das Feld abgelegt werden. Da bei diesem Verfahren die Spindeln als erwünschter Bestandteil im Erntegut gelten und möglichst vollständig erfaßt werden sollen, ist das Abgehen von Spindelteilen als Spindelverlust anzusehen.

Erste Versuche mit dieser Konservierungsmethode sind vielversprechend verlaufen, so daß im kommenden Herbst eine größere Versuchsreihe weitergeführt werden soll. Dabei gilt es vor allem, die technischen Probleme zu klären und in Fütterungsversuchen zu untersuchen, für welche Verwertungsformen (Zucht- oder Mast Schweinefütterung, Bullenmast oder anderes) die Maiskolbensilage besonders geeignet ist.

Prop-Corn heißt das neueste Schlagwort! In England vorzugsweise zur Feuchtgetreide-Konservierung verwendet, scheint die Beimengung dieses Konservierungsmittels auf Propionsäurebasis vor allem auch für die Konservierung von feuchtem Körnermais besonders geeignet zu sein. Die Propionsäure soll in der Lage sein, jegliche Bakterientätigkeit und damit Umsetzungsvorgänge zu unterdrücken. Dadurch werden kostspielige Lagerungsbehälter überflüssig und es ist mit einer wesentlichen Senkung der Lagerungs- und Aufbereitungskosten zu rechnen. Hinzu kommt, daß das Erntegut unabhängig von der Schlagkraft der Erntemaschinen zwischengelagert und nach und nach aufbereitet werden kann.

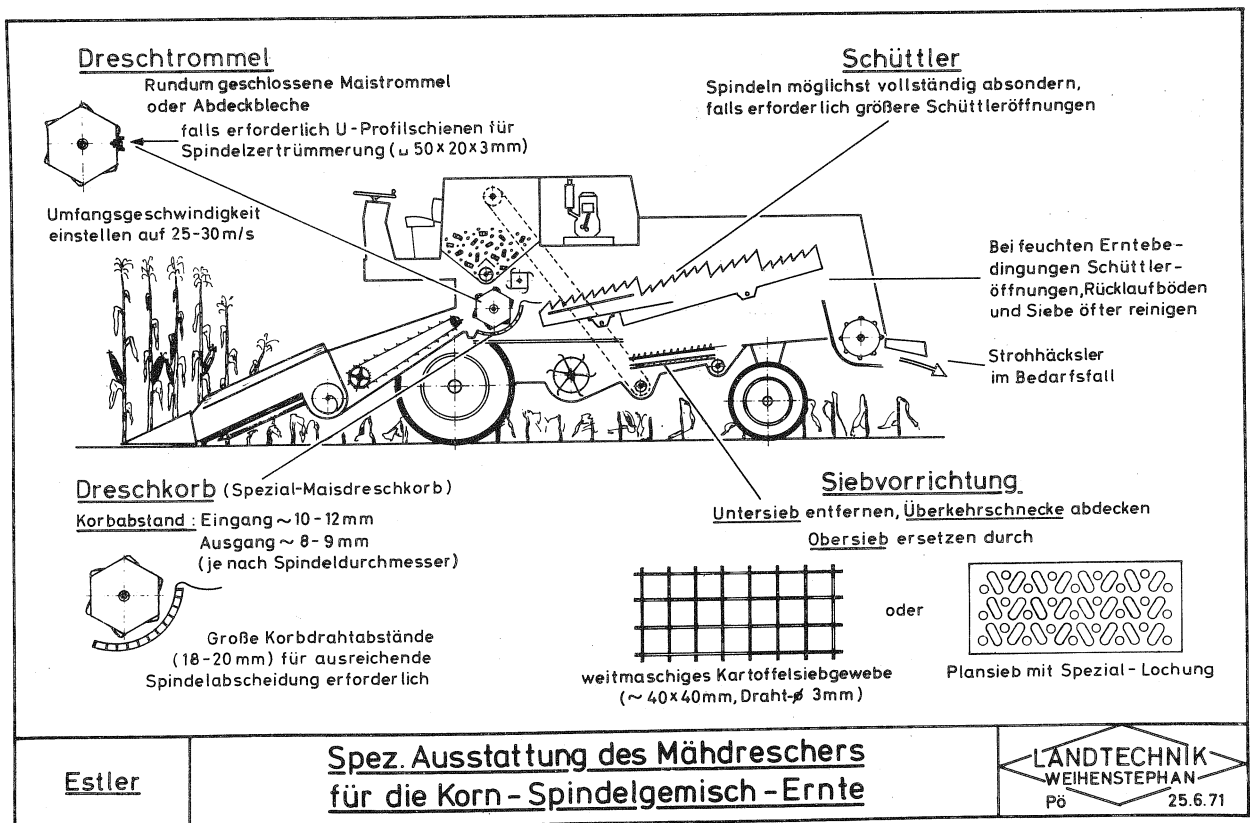
Die erforderliche Menge von Propionsäure hängt von der Feuchte des Erntegutes ab; Propionsäure muß sehr sorgfältig beigemischt werden, damit eine einwandfreie und verlustarme Konservierung erfolgt. Über die Lagerfähigkeit derart konservierten Körnermaises bei höheren Außentemperaturen und eventuelle Beeinflussung des Fütterungserfolges liegen noch keine ausreichenden Erfahrungen vor. Da aber nach neueren Informationen im kommenden Herbst hierüber an mehreren Stellen umfangreiche Versuche durchgeführt werden, sollte man auch über diese Fragen in Kürze neuere Ergebnisse erwarten können.

### Zusammenfassung

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Mechanisierung der Körnermaisernte im Zeichen einer möglichst hohen Schlagkraft steht, die von Mähdreschern mit Maisernte-Vorsätzen am sichersten zu erreichen ist. Die hohen Ernteleistungen zwingen aber zu entsprechend leistungsfähigen Konservierungsmethoden, bei denen zur Zeit neben der Warmlufttrocknung und Silierung geschroteter Maiskörner auch die Maiskolbensilage und die Beimengung von Propionsäure zur Diskussion stehen.

### Literatur:

- 1) Riemann, U. und A. Schneider: Maiskolbensilage, ein interessantes Futter. Der Tierzüchter, 21 (1969), H. 3, S. 83-84
- 2) Estler, M., H. Stanzel und A. Strehler: Aufgaben und Erfolge bei der Entwicklung einer höheren Mechanisierungsstufe im Maisbau. Grundlagen der Landtechnik 19 (1969) H. 3, S. 104-108



# Die Kosten der Getreide- und Maiskonservierung

Von Arno Strehler, Weihenstephan

In erntefeuchtem Zustand ist Getreide nicht immer lagerfähig. Körnermais bedarf auf jeden Fall irgendwelcher Konservierungsmaßnahmen. In erster Linie schädigen Mikroorganismen in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt und der Temperatur das Gut bei unsachgemäßer Lagerung. Zur verlustarmen Lagerung sollten Körnerfrüchte einen maximalen Feuchtegehalt aufweisen, der einer Gleichgewichtsfeuchte der Luft von 65 Prozent entspricht. Diese Gleichgewichtsfeuchte ist temperaturabhängig. Auf eine bestimmte Temperatur bezogen, nennt man die Linien der Gleichgewichtsfeuchte „Sorptionsisothermen“. Abbildung 1 zeigt diese Sorptionsisothermen für 20 °C.

Auch Milben entwickeln sich in Abhängigkeit von den Gutstemperaturen und Feuchtegehalten unterschiedlich stark. Um diesen Schäden vorzubeugen, sind bei zu hohem Feuchtegehalt (über 14 Prozent) in Abhängigkeit von der Lagerdauer zusätzliche Konservierungsmaßnahmen einzuleiten. Diese dienen in erster Linie dem Zweck, den Mikroben möglichst schlechte Lebensbedingungen zu verschaffen. Das gelingt durch die Erhöhung des Säuregrades, durch Sauerstoffabschluß, durch starke Kühlung und durch den Wasserentzug. Die Wertung der einzelnen Verfahren erfolgt am sichersten über die Gesamtkosten. Bei richtiger, auf den Einzelbetrieb abgestimmter Auswahl von Anlagen, liegt die Trocknung in den meisten Fällen am kostengünstigsten. Das gilt besonders dann, wenn man die Vorteile des Trocknungsgutes in technologischer Sicht bei der Weiterverarbeitung beachtet. Die Trocknung wird aber sehr teuer, wenn hohe Baukosten für schlecht ausgenutzte und zu aufwendige Anlagen anfallen. Welche Bedeutung die Höhe der Trocknungskosten im Rahmen der Gesamtkosten für die Rentabilität eines Betriebszweiges hat, wird in Abbildung 2 für das Beispiel Körnermaisbau vereinfacht dargestellt.

Körnermais verursacht aufgrund seines erheblich höheren Anfangsfeuchtegehaltes mehr Trocknungskosten als Getreide. Trocknet man mit einer kostengünstigen, gut ausgelasteten Anlage, so ergeben sich Trocknungskosten von 2,- DM/dz Trockengut, oder 100,- DM/ha. Beschafft sich der Betrieb eine zu teure Anlage, oder läßt er im Lagerhaus trocknen, dann können die Kosten bis zu 6,- DM/dz Trockengut steigen. Im obigen Beispiel wären das 300,- DM/ha. Bei derartig hohen Trocknungskosten verringert sich der Gewinn auf ein untragbar kleines Maß (340,- DM/ha). Aus diesem Beispiel geht die Bedeutung der Konservierungskosten für den Maisanbau hervor. Bei Getreide ist die Situation prinzipiell ähnlich, nur liegen die Trocknungskosten wegen des geringeren Wasserentzuges günstiger.

## Die Trocknungskosten im einzelnen

Die Trocknungskosten setzen sich aus mehreren Elementen zusammen, die je nach Trockengut und Trocknerbauart unterschiedlich stark ins Gewicht fallen.

### Energiekosten

Für die Anwärmung der Luft fallen Brennstoffkosten an. Die Stromkosten verteilen sich auf Gebläseantrieb, Brennerantrieb, elektrische Steuerung und bei Durchlauftrocknern auf die Austragsvorrichtung und ein evtl. Vermischen

des Gutes beim Trocknen. Die Brennstoffkosten ergeben sich aus den auf den Heizwert bezogenen Brennstoffpreisen und der Brennstoffmenge. Die Brennstoffmenge hängt vom notwendigen Wasserentzug und dem Wirkungsgrad einer Anlage ab. Die Brennstoffpreise sind in Abbildung 3 als Parameter zu ihrem Heizwert und dem Wirkungsgrad der Anlage in Beziehung gesetzt.

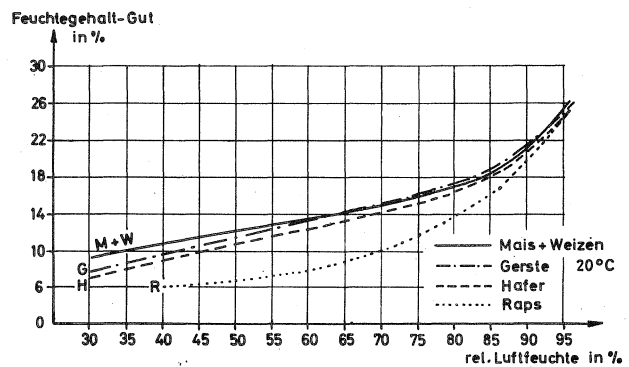


Abb. 1: Sorptionsisothermen für 20°

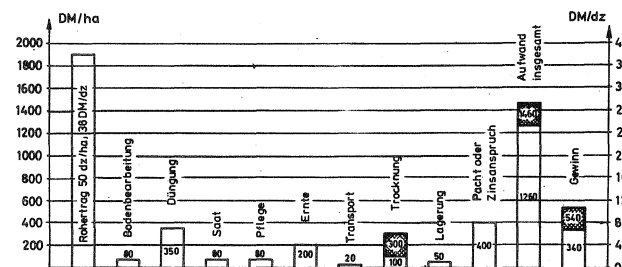


Abb. 2: Bedeutung der Trocknungskosten im Gesamtaufwand des Betriebszweiges Körnermaisbau

Heizöl liegt selbst bei derzeitigen Ölpreisen noch am günstigsten. Strom kommt als Heizquelle für die Trocknungsanlagen wegen der hohen Energiekosten nicht in Frage, obwohl er in der Handhabung am einfachsten wäre. Für Großanlagen, die auch zur Gastrocknung eingesetzt werden, kann Butan (Flüssiggas) nahezu ebenso kostengünstig wie Heizöl eingesetzt werden. Die weiteren Betrachtungen werden auf Heizöl als Brennstoff beschränkt. Bezieht man die Heizölkosten auf 1 dz Trockengut, so hängen die Kosten sehr entscheidend von der notwendigen Wasserentzugsmenge ab. Abbildung 4 zeigt diese Wasserentzugsmengen bei verschiedenen Trocknungsbedingungen.

Auf der Abszisse nach links ist der Anfangsfeuchtegehalt aufgetragen. Im linken Quadrat sind verschiedene Endfeuchtegehalte  $U_2$  als Parameter eingesetzt. Die notwendigen Wasserentzugsmengen zur Erlangung von 1 dz Trockengut wurden auf der Ordinate angegeben. Bei der Maistrocknung hat man für 1 dz Trockengut ca. die fünffache Wassermenge gegenüber der Getreidetrocknung zu entziehen. Dementsprechend liegen die Durchsatzleistungen bei Mais wesentlich niedriger als bei Getreide, die Energiekosten sind entsprechend höher. Allerdings ist bei dieser Betrachtung noch der Wirkungsgrad einer Trock-

nungsanlage zu berücksichtigen, der im Begriff „spezifischer Wärmeaufwand“ erfaßt wird. Unter dem spezifischen Wärmeaufwand versteht man jene Wärmemenge, die notwendig ist, um 1 kg Wasser zu verdunsten. Geht man vom Heizwert des verbrauchten Brennstoffes aus, so spricht man vom Bruttowärmeaufwand, betrachtet man die bei konstantem Druck und konstanter Temperatur aufgenommene Wärmemenge (Enthalpie), der an das Trockengut gebrachten Warmluft, dann handelt es sich um die Nettoenergie. Im Diagramm der Abbildung 4 ist im rechten Quadranten der spezifische Wärmeaufwand (Brutto) als Parameter eingezeichnet. Auf der Abszisse nach rechts ist die zur Erlangung von 1 dz Trockengut notwen-

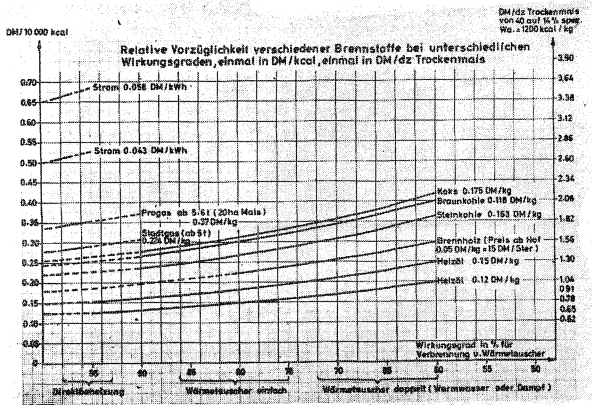


Abb. 3: Relative Vorzüglichkeit verschiedener Brennstoffe bei unterschiedlichen Wirkungsgraden

dige Heizölmenge ausgerechnet. Je nach Heizölpreis sind darunter die Heizölkosten aufgetragen. Gerade bei der Maistrocknung fallen die Heizölpreise stark ins Gewicht. Steigt der Heizölpreis von 0,12 auf 0,20 DM/kg, dann erhöhen sich die Maistrocknungskosten bei üblichen Feuchtegehalten (40 Prozent auf 14 Prozent) um 0,40 DM/dz Trockengut. Wird Getreide von 20 auf 14 Prozent

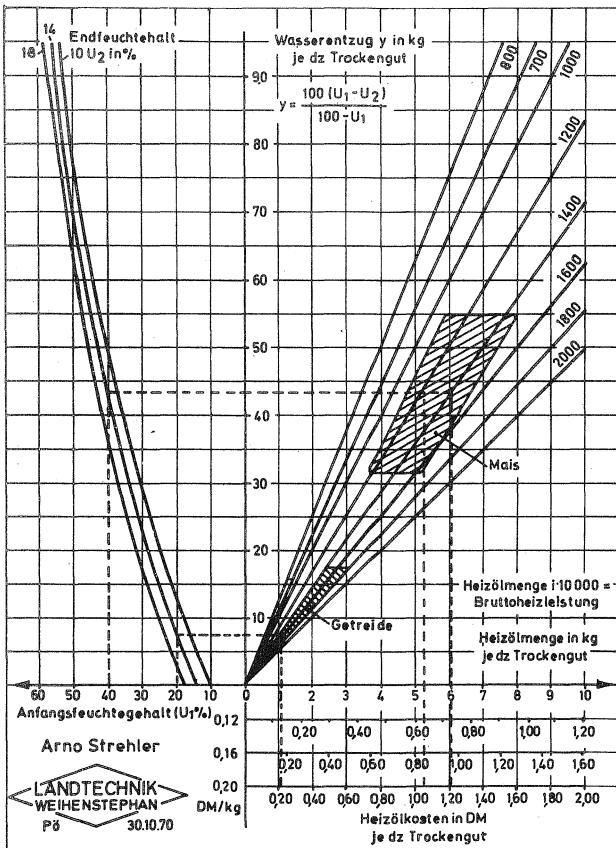


Abb. 4: Verbrauch und Kosten an Heizöl je dz Trockengut bei unterschiedlichen Anfangsfeuchtegehalten, Endfeuchtegehalten und spez. Wärmeaufwand bei verschiedenen Heizölpreisen

herabgetrocknet, so ergeben sich Trocknungsmehrkosten von 0,08 DM/dz. Daraus ist zu ersehen, daß durch die Erhöhung des Heizölpreises die Getreidetrocknung kaum berührt wurde, während sie sich bei der Maistrocknung ganz wesentlich ausgewirkt hat. Einen geringeren Anteil an Energiekosten haben die Stromkosten für Gebläseantrieb, Brenner, Wendestation, Austragung des Gutes und elektrische Steuerung. Der Leistungsbedarf an Strom für den Gebläseantrieb errechnet sich nach W. Rinke aus der Formel:

$$N = \frac{\eta \cdot 102}{P \cdot V} \text{ (kW);}$$

- N = elektrischer Leistungsbedarf in kW
- P = Gesamtdruck in mm WS
- V = Luftmenge (m<sup>3</sup>/s)
- 102 = Umrechnungsfaktor
- η = Wirkungsgrad von Antriebsmotor und Gebläse

Aus obiger Formel geht hervor, daß der elektrische Leistungsbedarf entscheidend vom Gesamtdruck, den das Gebläse zu überwinden hat und von der Luftmenge abhängt. Bei einer Trocknungslufttemperatur von 60 bis 100 °C und einem zu überwindenden Druck von 100 mm WS ergeben sich Gebläseantriebskosten (E-Motor und 0,10 DM/kWh) von 0,10 bis 0,20 DM/dz in der Maistrocknung und 0,02 bis 0,04 DM/dz in der Getreidetrocknung.

**Brennerantrieb**

Auf 1 dz Trockengut entfallen maximal 0,1 kWh Stromverbrauch über den Brennermotor (Ölpumpe und Gebläse). Bei einem Strompreis von 0,10 DM/kWh entfallen somit 0,01 DM auf 1 dz Trockenmais, bei Getreide ergeben sich 0,002 DM/dz.

**Austrage- und Wendevorrichtung**

Zum Austragen und Wenden des Gutes fallen Stromkosten in der Höhe von 0,01 bis 0,03 DM/dz Trockengut an. Die Steuerung nimmt so wenig Strom auf, daß die Kosten vernachlässigt werden können.

**Gesamtstromkosten**

Je nach Anlagentyp belaufen sich die Gesamtstromkosten je dz Trockenmais auf 0,15 bis 0,26 DM/dz (Heizöl als Brennstoff). Bei Getreide bewegt sich dieser Kostenfaktor im Bereich von 0,03 bis 0,07 DM/dz.

**Gesamtenergiekosten**

Addiert man die Heizstoff- und Stromkosten, so ergeben sich für die Getreidetrocknung (20 Prozent auf 14 Prozent) Gesamtenergiekosten von 0,15 bis 0,28 DM/dz, für die Maistrocknung (40 auf 14 Prozent) 0,77 bis 1,29 DM/dz Trockengut (Ölpreise von 0,12 bis 0,20 DM/kg).

**Kapitalkosten**

Den wesentlichsten Faktor unter den Gesamtkosten stellen die Kapitalkosten dar. Sie hängen in erster Linie von der Preiswürdigkeit einer Anlage und ihrer Auslastung ab. Um eine gute Auslastung zu bekommen, sind über die mit dem Betriebsablauf abzustimmende Zahl der Trocknungstage die Trocknerleistung (Durchsatzleistung an Trockengut in t/h) und über den durchschnittlich zu erwartenden Anfangsfeuchtegehalt die notwendige Heizleistung zu bestimmen. Die Abbildung 5 ermöglicht eine schnelle Bestimmung von der Nenn- und Heizleistung.

In Abbildung 5 ist jeweils ein Beispiel für Getreide (gestrichelte Linie) und für Mais (strichpunktierte Linie) eingetragen.

**Beispiel Getreide:**

Ausgangspunkt 140 ha Getreidefläche (ergibt im Beispiel 700 t Trockengut), unterstellt werden 10 Trocknungstage, dann ergibt sich bei 20 Trocknungsstunden pro Tag eine Nennleistung von 3,5 t/h. Ein durchschnittlicher Anfangsfeuchtegehalt von U<sub>1</sub> = 25 Prozent verlangt eine stündliche Wasserverdampfung von 0,52 t/h, bzw. in der linken Spalte eine notwendige Heizleistung des Ofens von 620 000 WE.



Beispiel Körnermais:

Zur Maistrocknung stehen aufgrund der längeren Erntezeitspanne mehr Trocknungstage zur Verfügung als bei Getreide. Geht man von 120 ha aus, dann errechnet sich eine Trocknernennleistung von nur 1,5 t/h Trocknungsgut.

Die nötige Wasserverdampfung beträgt 0,64 t/h, die Heizleistung muß bei 770 000 WE liegen. Die verfügbaren Trocknungstage entscheiden letztlich über die Anlagengröße bzw. deren Anschaffungswert. Setzt man die Zahl der verfügbaren Trocknungstage sehr herab, dann sinkt zwar das Ernterisiko, die Trocknungskosten erhöhen sich jedoch durch den hohen Anschaffungspreis der zwangsläufig sehr leistungsfähigen Anlage. Der Landwirt muß also einen Kompromiß zwischen Ernterisiko und Kapitalkosten eingehen. Eine sichere Möglichkeit, die Kapitalkosten gering zu halten, liegt in der Trocknerauswahl. Die einzelnen Anlagentypen schwanken in dem auf die Leistung bezogenen Anschaffungspreis im Verhältnis 1:5. Größere Anlagen innerhalb einer Bauart liegen erheblich günstiger als Kleinanlagen. Die Kapitalkosten werden auf ein Nutzungsjahr in v.H. vom Anschaffungswert bezogen und müssen zur Erfassung der Trocknungskosten auf die Trockengutmenge umgerechnet werden. Die Kapitalkosten gliedern sich auf in Abschreibung und Zinsanspruch.

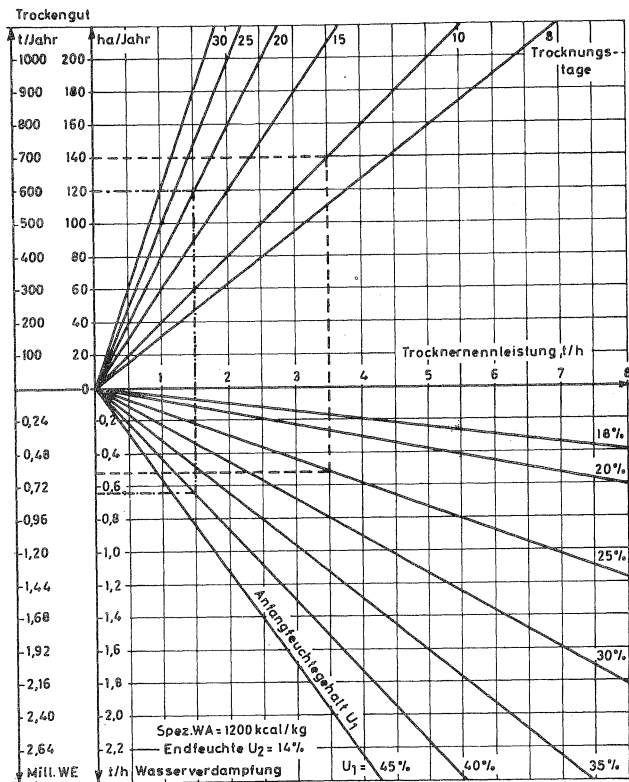


Abb. 5: Bestimmung der Trocknernennleistung und Heizleistung nach Anbaufläche, Trocknungstagen und Anfangsfeuchtegehalt

Die Abschreibung

Die Abschreibung stellt einen theoretischen Satz für die jährliche Wertminderung dar. Unterstellt man eine Nutzungsdauer von 7 Jahren, dann liegt der jährliche Abschreibungssatz bei 14 Prozent vom Neuwert. Bei Großanlagen mit der Trocknung anrechenbaren Gebäudekosten kann man die Abschreibungssätze entsprechend der unterschiedlichen Nutzungsdauer verschiedener Anlageteile in einzelne Abschreibungssätze aufgliedern.

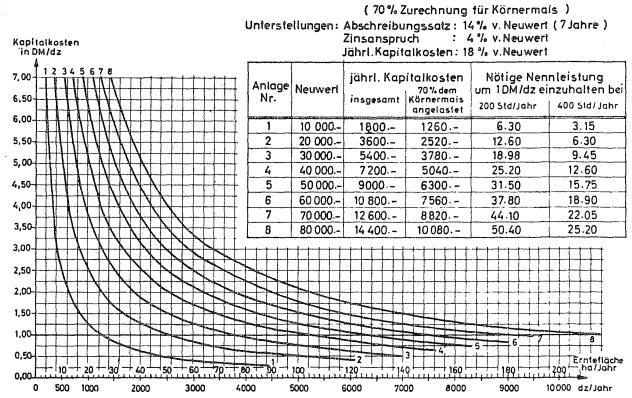


Abb. 6: Kapitalkostendegression durch höhere Auslastung von Trocknungsanlagen

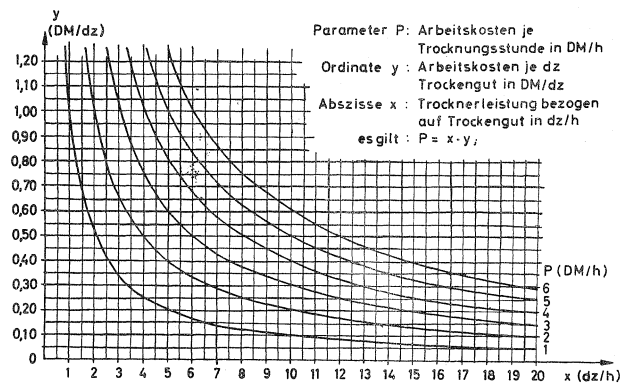


Abb. 7: Arbeitskosten bei der Trocknung bezogen auf 1 dz Trockengut je nach Arbeitsbelastung je Trocknungstage in Abhängigkeit der Trocknerleistung

Der Zinsanspruch

Der Zinsanspruch bezieht sich aufgrund der Abschreibung auf den halben Neuwert der Anlage. Heute sind 8 Prozent Zinsanspruch bei Eigenkapital realistisch (= 4 Prozent vom Neuwert).

Gesamtkapitalkosten

Nach obigen Betrachtungen kann man im allgemeinen mit 18 Prozent jährlichen Kapitalkosten bei den meisten Trocknungsanlagen rechnen. Diese 18 Prozent vom Neuwert werden auf das jährlich getrocknete Gut verteilt. Sind verschiedene Fruchtarten beteiligt, dann kann es je nach Fragestellung notwendig werden, einzelne getrennt zu belasten. Da dies von Betrieb zu Betrieb nach anderen Gesichtspunkten zu erfolgen hat, kann man die Kapitalkosten nicht allgemeingültig angeben, sondern nur anhand von Fiktionen. Das erfolgt mit den in Abbildung 6 eingetragenen Werten. Auf der Ordinate sind die Kapitalkosten je dz aufgetragen, die Abszisse zeigt die jährliche Maismenge. Als Parameter sind 8 unterschiedliche Anschaffungspreise eingesetzt.

Da mit dieser Anlage auch Getreide getrocknet wird, wurden die Kapitalkosten auf Getreide und Mais verteilt. In diesem Beispiel wird unterstellt, daß die Anlagen in erster Linie des Maises wegen eingesetzt werden. Deshalb wurden die Kapitalkosten fiktiv mit 70 Prozent auf Mais und mit 30 Prozent auf Getreide umgelegt. Mit zunehmender Anlagenauslastung sinken die Kapitalkosten um ein der Darstellung entnehmbares Maß. In der Maistrocknung sollte es gelingen, die Kapitalkosten unter 1,- DM/dz Trockengut zu senken. Das ist nur mit preisgünstigen Anlagen von hoher Leistung möglich. Welche Leistung die Anlagen, bezogen auf den Anschaffungspreis hierzu haben müssen, geht aus der Tabelle in Abbil-

dung 6 für 2 Auslastungsstufen (200 und 400 Trocknungsstunden im Jahr) für die Maistrocknung hervor.

Beispiel:

Eine Anlage kostet 20 000 DM. Die mögliche Auslastung liegt bei 10 Trocknungstagen zu je 20 Stunden = 200 Trocknungsstunden/Jahr. In der vorletzten Spalte, Zeile 2 ist der Wert von 12,6 zu entnehmen. Die Anlage müßte eine Nennleistung von 12,6 dz Trockengut je Stunde aufweisen, wenn die Kapitalkosten bei 1 DM/dz liegen sollten. Eine derart hohe Leistung bei dem relativ geringen Anschaffungspreis bekommt man allenfalls bei einer direktbeheizten Wagentrocknungsanlage. Stunden jedoch 400 Trocknungsstunden im Jahr zur Maistrocknung zur Verfügung, dann bräuchte die Anlage nur 6,30 dz/h (letzte Spalte) leisten, um 1 DM/dz Kapitalkosten zu erreichen. Diese Forderung wird von vielen derzeit angebotenen Anlagen erfüllt. Die Kapitalkosten für die Getreidetrocknung liegen aufgrund der geringen Jahreskapitalkosten und der gegenüber Mais sehr hohen Durchsatzleistung wesentlich unter denen für die Maistrocknung. Da die jährliche Auslastung der Anlage bei der Getreidetrocknung stark vom Erntewetter abhängt, sind allgemeingültige Angaben für die Kapitalkosten in der Getreidetrocknung noch nicht möglich. Auch die Durchsatzleistung schwankt stark, je nach den zulässigen Trocknungslufttemperaturen. Die Kapitalkosten sollten in der Getreidetrocknung unter 0,50 DM/dz liegen. 0,20 DM/dz sind bei einer guten Anlagenauslastung möglich. Neben den Energie- und Kapitalkosten fallen nur noch die Arbeitskosten nennenswert ins Gewicht.

### Die Arbeitskosten

Auch diese Kostengruppe läßt sich nicht allgemeingültig für alle Trocknungsanlagen angeben. Die meisten Anlagen laufen in der Praxis ohne ständige Aufsicht und so kann man nicht unbedingt den vollen Stundenlohn einer Arbeitskraft auf das Trocknungsgut umlegen. Je nach

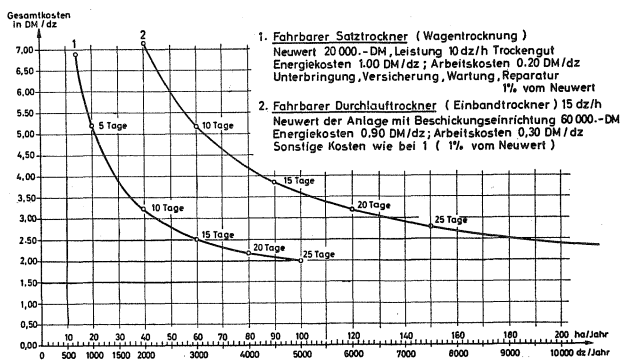


Abb. 8: Gesamttrocknungskosten in DM/dz bei verschiedenen Trocknungsanlagen in Abhängigkeit zur Auslastung

Betriebsart ist also entweder der Gesamtstundenlohn einer Arbeitskraft oder nur ein Bruchteil auf das stündlich getrocknete Gut umzulegen. Die Trocknerleistung beeinflusst die auf das Trockengut umgelegten Arbeitskosten in einem erheblichen Maß, wie es aus Abbildung 7 im Prinzip hervorgeht.

Auf der Ordinate sind die Arbeitskosten auf 1 dz umgelegt aufgetragen. Die Abszisse gibt die Trocknerleistung in dz/h an. Für höhere Leistungen kann man die Darstellung auch auf t beziehen, also auf die Ordinate DM/t und auf der Abszisse t/h. Die Parameter als Arbeitskosten/Betriebsstunden gelten in beiden Fällen. Je nach Durchsatzleistung des Trockners und Anforderung an die Bedienung bewegen sich die Arbeitskosten in der Getreidetrocknung von ca. 0,05 bis 0,50 DM/dz, bei der Maistrocknung von 0,1 bis 1,0 DM/dz. Da dieser Kosten-

faktor so stark veränderlich erscheint, gilt es, die von einer Anlage verursachten Arbeitskosten beim Kauf besonders stark zu beachten.

Die Kosten für Unterbringung, Versicherung, Reparatur und Wartung erreichen im Jahr allenfalls 2 Prozent vom Anlagenneuwert. Legt man diese Kosten auf das Trocknungsgut um, so ergeben sich bei Getreide 0,03 DM/dz, bei Mais 0,14 DM/dz. Bei unsachgemäßer Trocknung können Nährstoffverluste auftreten. Außerdem kann das Gut an Verkaufswert verlieren, wenn eine Verfärbung oder aber sehr viel Bruchkorn auftreten. Für Saatgut und Braugerste sind die Keimfähigkeit zu erhalten. Treten hier Verluste auf, so sind diese auch als Kosten zu erfassen.

### Gesamttrocknungskosten

Für die Erfassung der Gesamtkosten sind die einzelnen Kostenarten den Gegebenheiten entsprechend zu addieren. Bei Mais sollten sie unter 2,50 DM/dz, bei Getreide unter 1,00 DM/dz liegen. In Fortführung der in Abbildung 6 unterstellten Daten zur Ermittlung der Kapitalkosten und unter Berücksichtigung der anderen besprochenen Trocknungskosten wird in Abbildung 8 ein Beispiel für die Gesamtkosten der Maistrocknung bei 2 verschiedenen Anlagentypen in Abhängigkeit von der Auslastung und den Anschaffungspreisen gezeigt.

Der Anfangsfeuchtegehalt in obigem Beispiel wurde mit 40 Prozent unterstellt, der Endfeuchtegehalt mit 14 Prozent. Die billige Wagentrocknungsanlage kommt schon bei wesentlich geringerer Auslastung in den kostengünstigen Bereich als der fahrbare Durchlauf Trockner.

### Zusammenfassung

Die Getreidetrocknung ist aufgrund des wesentlich geringeren Wasserentzuges erheblich billiger als die Maistrocknung. Um kostengünstig zu trocknen, ist es in beiden Fällen wichtig, Anlagengrößen zu wählen, die sich gut auslasten lassen. Die Bestimmung der notwendigen Trocknerleistung erfolgt über die verfügbare und in den Betriebsablauf passende Zahl an Trocknungstagen zusammen mit der gesamten Trockengutmenge. Die Anlagen sind in erster Linie auf ihren leistungsbezogenen Anschaffungspreis zu überprüfen. Gerade im Maisbau können die Konservierungskosten über den Erfolg des gesamten Betriebszweiges entscheiden.

## Neue Mechanisierungsmöglichkeiten lösen die arbeitswirtschaftlichen Probleme im Futterrübenanbau

Ing.-agr. H. Schürzinger, Landtechnik Welthenstephan

Als mit Hilfe der Silagegewinnung verschiedene Futterpflanzen, vor allem aber Mais, in den Vordergrund drängten, hatte die Futterrübe ihre beherrschende Stellung in der Futtermittelversorgung der Milchviehbestände verloren. Trotzdem bleibt sie für viele Betriebe immer noch die wichtigste Saftfutterquelle für die Winterfütterung bei Milchvieh und Zuchtsauen, wofür in erster Linie wohl folgende Punkte ausschlaggebend sind:

1. Hohe Erträge, geringes Ernterisiko und wenig Lagerungsverluste;
2. Keine aufwendigen Kosten für Behälterbau;
3. Leichtverdauliches und leistungssteigerndes Futter;
4. Große Zeitspanne für die Ernte

Diesen nicht unwesentlichen Vorteilen stand für manchen Betrieb bisher der Nachteil eines höheren Handarbeitsaufwandes für Bestellung, Pflege und Ernte gegenüber. Für den kleineren Betrieb war diese Tatsache jedoch teilweise recht günstig, weil man so die hohen Kosten für eine teure Mindestmechanisierung für die Silomais-ernte und -lagerung umgehen konnte. Aber auch hier wird die Arbeitskraft wertvoller, und es ist erfreulich, daß gerade in letzter Zeit verstärkte Bestrebungen einsetzen, den gesamten Anbau der Futterrübe zu mechanisieren und dadurch zu erleichtern, so daß nun der Rückgang der Anbaufläche stagniert.

Der Landtechnische Verein in Bayern setzte im vergangenen Jahr seine Forschungsarbeiten von 1959, 1960 und 1966 mit einem groß angelegten Versuch fort. Zehn Parzellen wurden mit unterschiedlichen Aussaatstärken und Pflegemaßnahmen bearbeitet. Auf weiteren 27 Parzellen wurden 27 Futterrübenhochzuchtsorten auf ihre Eignung für Futterrübenvollernte untersucht.

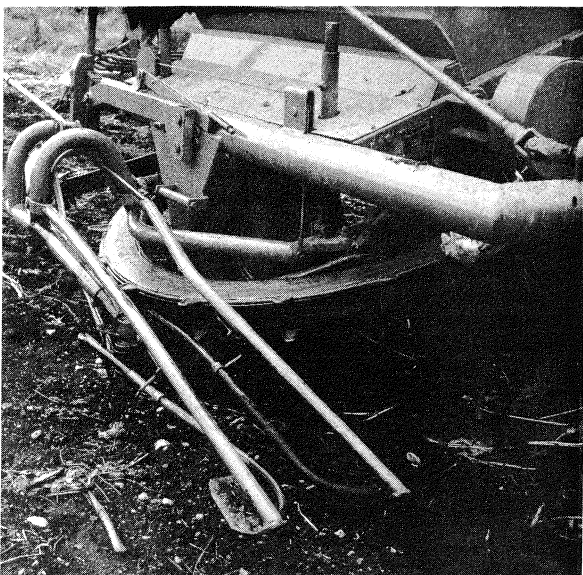
Zunächst zum Anbau: Die übliche Methode, etwa 8 kg kalibriertes Saatgut je ha mit normaler Sämaschine auszubringen, dürfte für einen den heutigen Anforderungen entsprechenden Futterrübenanbau nicht mehr in Frage kommen. Auch das Pflanzen von Futterrüben muß heute abgelehnt werden. Kalibriertes Saatgut soll unbedingt, wenn überhaupt, nur in Einzelkornsäegeräten zur Aussaat kommen. Auch bei der Futterrübe führt, wie bei der Zuckerrübe, der Weg eindeutig zum Pillensaatgut. Selbst wenn mit einer üblichen Drillmaschine 8 kg/ha ausgesät werden, sinkt die Zahl der aufgegungenen Pflanzen je ha auf über die Hälfte, gegenüber der Aussaat von gleicher Menge kalibrierten Saatgutes. Das bringt bei der Vereinzeln- bzw. Auslichthacke eine Senkung des Arbeitsaufwandes von mehr als 50%. Zur weiteren Minderung des Arbeitsaufwandes beim Vereinzeln bietet sich jedoch zur Aussaat von Pillensaatgut das Einzelkornsäegerät an. Der für einen gesicherten Ertrag notwendige Abstand in der Reihe, der als Ausdünnarbeit nur noch einen sogenannten Überprüfungsangang mit einer Hacke erfordert,

dürfte bei 10 bis 12 cm liegen. Die Pillen auf größere Abstände wie 15 oder gar 20 cm abzulegen, ist zu riskant und bringt nur 40 000 bis 50 000 Pflanzen je ha. Bei diesem nicht ausreichenden Bestand erübrigt sich natürlich ein Auslichten. Wer kein Risiko eingehen will, kann die Pillen auf 8 cm in der Reihe ablegen. Mehr als eine Arbeitersparnis beim Ausdünnen von etwa 60% gegenüber den abgelehnten Verfahren (Monogermersaat in Drillmaschine) ist dann allerdings nicht zu erreichen. Die mechanische Auslichtmaschine ist abzulehnen, weil sie unkontrolliert Rüben aushackt, die man womöglich bei Handhacke stehen ließe. So blieben im Versuch von 160 000 aufgegungenen Pflanzen (8 cm Abstand in der Reihe) nur noch 50 000 übrig. Um einen entsprechenden Ertrag von 1000 dz je ha und mehr zu erzielen, sollten aber etwa 80 000 Pflanzen je ha stehen.

Einige Futterrübenzüchter sind jetzt dabei, neben technisch einkeimigem Pillensaatgut auch genetisch einkeimiges zu erzeugen. Dieses hat die höhere Einkeimigkeit und soll nach Angaben der Züchter, wenn man dem Vergleich mit Zuckerrüben glauben darf, die etwas höhere Keimfähigkeit haben. Das hieße, man könnte den Endabstand in der Reihe erhöhen und damit Kosten für Saatgut einschränken. Da genetisch monogermes Saatgut etwas teurer ist als mechanisch einkeimiges, wäre es sinnlos, dieses auf weniger als 10 cm innerhalb der Reihe abzulegen.

Ausführlichere Versuche im kommenden Jahr, die der Landtechnische Ver-

Die Aufnahmeorgane eines Bunkerköpfröders. Deutlich zu sehen sind die Blattheber aus Gummi, die gerillten Ziehriemen und das schräg angeordnete Raufrad.



Die Rüben sind mit dem Blatt zwischen die Ziehriemen geklemmt und werden aus dem Boden gezogen. 2 Fotos: Schürzinger



ein anstellen will, sollen die bisherigen Ergebnisse weiter klären und ergänzen. Die weiteren Arbeitsgänge für die Pflege sollen ebenfalls möglichst arbeitssparend durchgeführt werden. Das Unkraut kann je nach Boden mit Mitteln wie Pyramin, Betanol oder Avadex BW zurückgehalten werden. Eine aufwendige Handhacke zur Unkrautvernichtung soll dadurch nach Möglichkeit vermieden werden. Reicht eine Maschinenhacke nicht aus, muß zur Not eine zweite Hacke durchgeführt werden. Dabei ist jedoch ein Anhäufeln der Rübenreihen in Anbetracht einer zügigen, vollmechanischen Ernte zu vermeiden. Um den Ertrag zu steigern, sind eine oder zwei Kopfdüngungen zu empfehlen.

Den neben der Vereinzelung höchsten Arbeitsaufwand aber erforderte bisher die Ernte der Futterrüben. 165 Arbeitskraftstunden sind notwendig, um 1 ha Futterrüben von Hand zu ernten. Während man vor einigen Jahren zwar schon Zuckerrüben — obgleich diese in geringerem Umfang angebaut wurden — vollmechanisch erntete, war es technisch noch nicht möglich, die Futterrübe maschinell in einem Arbeitsgang zu roden, zu köpfen und zu sammeln. Methoden — wie vom Landtechnischen Verein empfohlen —, Rüben mit anhaftendem Blatt mit dem Frontlader zu roden, setzten sich nicht durch. Ebenso wenig fand das dänische System, mit Schlegelfeldhäcksler das Blatt und mit dem Rodelader die Rübenkörper zu ernten, Anklang bei den deutschen Landwirten. Man könnte auch hier den Slogan anwenden „der Bunkerköpfröder macht's möglich“.

Der erste in Deutschland hergestellte Bunkerköpfröder fußt auf einer Konstruktion für eine Flachsraufmaschine, die vor etwa 40 Jahren in Halle gebaut wurde. Über Holland kam sie zunächst als Stoppelrübenziehmaschine wieder nach Deutschland zurück. Durch Zusätze von Förderorgan und Bunker wurde sie zu dem uns nun schon seit etwa vier Jahren bekannten Bunkerköpfröder. Es gibt inzwischen fünf Firmen, die solche Vollernter herstellen.

Ehe nun kurz auf die Funktion eingegangen wird, sollen ganz gedrängt die wichtigsten Voraussetzungen für eine einigermaßen reibungslose Ernte geklärt werden:

1. Bei der Sortenwahl auf möglichst gleichmäßige Wuchshöhe und genügend Blattanteil achten. Außerdem sollen die Rüben einen geraden Wuchs haben.
2. Ernte vor Frosteinbruch durchführen.
3. Anbau einer einzigen Rübensorte (also Saatgut nicht mischen).
4. Rüben nicht anhäufeln!
5. Einzelrüben erwünscht.

Abbildung 3

Bunkerköpfröder mit um den Bunker laufendem Elevator. Feinsteuerung sowie Heben und Senken des Raufrades werden hydraulisch vom Beifahrer gesteuert.



Abbildung 4:

Der kippbare Bunker dieses Vollernters wird von hinten beschickt. Feinsteuerung sowie Heben und Senken des Raufrades werden von Hand über Lenkrad und Hebel betätigt.



Abbildung 5:

Überladen der Rüben von einem Bunkerköpfröder mit Kratzbodenentleerung auf einen bereitstehenden Wagen.



3 Fotos: Schürzinger

Alle Maschinen ernten einreihig. Dies ist völlig ausreichend, da bei zweireihiger Ernte der Bunker bei den hohen Ernteerträgen bedeutend größer ausfallen müßte und dadurch ein weit höherer Zugkraftbedarf erforderlich wäre.

Vor dem Ziehaggregat läuft ein Blattheber, der auch welches Blatt noch etwas mit anhebt. Ein Rodeschar, welches besonders bei tiefer im Boden sitzenden Rüben notwendig ist, lockert die Rüben. Diese werden von Raufriemen, die nach dem täglichen Einsatz entspannt werden sollen, am Schopfe gefaßt und durch ein leicht schräg angeordnetes Raufrad langsam aus dem Boden gezogen. Dieses Raufrad soll sich so schnell drehen, daß man den Eindruck hat, es würde am Boden abrollen. Die Maschinen mit größerem Raufraddurchmesser lassen eine zügigere Vorfahrt zu, so daß im Endeffekt eine etwas höhere Leistung dabei herauskommt.

Die Raufriemen – bei vier Fabrikaten handelt es sich um zwei Riemen bei einer Maschine ist es nur einer – führen die Rüben an rotierende bzw. feststehende Köpfmesser. Das Blatt wird abgeschnitten und von den Riemen bis zu einer Längsschwadablage weitergeführt. Einige Vollernter können auch mit Blattbunkern ausgerüstet werden. Der Rübenkörper fällt in ein Hubaggregat, das sich im allgemeinen um den Bunker bewegt, aber auch in Form eines Elevators diesen von hinten beschickt. Vier Roder entleeren den Bunker mittels Kratzkette, ein fünfter kann seinen Bunker auskippen.

Auch die Bedienung ist bei den einzelnen Maschinen unterschiedlich. Einmal bleiben die meisten Handgriffe dem Schlepperfahrer, einmal dem größtenteils noch notwendigen Beifahrer, der hinten auf der Maschine sitzt, überlassen. Die hydraulisch betriebenen Geräte sind hier ein großer Fortschritt. Die für den Beifahrer ausschlaggebendsten Erleichterungen sind: Hydraulische Feinsteuerung, mit der man etwaige Fahrfehler des Schlepperfahrers ausgleicht, und vor allem hydraulisches Heben und Senken des Raufrades, wodurch man dieses den unterschiedlichen Rübenwuchshöhen anpassen kann. Dabei müssen die hydraulisch betriebenen Geräte nicht unbedingt die teuersten sein.

Im großen und ganzen arbeiten die Maschinen recht ordentlich und sauber, aber das Verfahren kann noch verbessert werden. So hat fast noch jeder Bunkerköpfröder einen kleinen Schönheitsfehler. Der eine läßt zu viele Rüben stehen, der andere verliert zu viel bereits angenommene Rüben.

Natürlich spielen auch die Rübensorten eine große Rolle. So schnitten in dem recht trockenen Jahr 1969 die geradwüchsigen, blattreicheren Gehalts- und Mittelrübensorten am besten ab. Massenrüben, deren Wurzeln nicht so tief in den Boden reichen, brachten nicht die gewohnten Erträge (zumindest nicht auf den Versuchspartellen) und hatten nur spärlichen Blattbesatz aufzuweisen. Im Durchschnitt blieben bei allen Sorten 5,2% des gewichtsmäßigen Gesamtertrages ungeerntet auf dem Felde. Das sind bei einem Ertrag von 1000 dz immerhin 50 dz Rüben, also durchschnittlich vier Vollernterbunker voll. Der Schmutzanteil liegt mit 2,3% nicht hoch, und auch der Blattanteil von 6,3% ist selbst für eine Keller-einlagerung unbedenklich.

Damit kommen wir zum letzten Punkt, der Einlagerung. Soll die Ernte zügig vor sich gehen, so ist es am günstigsten, eine Feldrandmiete anzulegen, in die der Bunker seine Füllung ohne Zwischentransport gleich entleeren kann. Diese Feldrandmieten sollen nicht mehr wie üblich mit Stroh und Erde, sondern – wie in der Zeichnung dargestellt – mit Folien und Stroh abgedeckt werden. Nach Ing. STRUBE sind damit in Schleswig-Holstein gute Erfahrungen gemacht worden, obwohl dort nur eine Folie verwendet wurde. In kälteren Gebieten sind auf jeden Fall zwei Folien, eine direkt über den Rüben und eine über der Strohschicht, zu empfehlen.

Steht für die Ernte mehr Zeit zur Verfügung, so kann eine Hofmiete ange-

legt werden. Dabei werden die Rüben an einer Scheunenwand bis 2 oder 3 m hoch mit dem Frontlader angeschüttet und ebenfalls mit Folien und Stroh abgedeckt. Die gewählte Wand soll nicht zu weit vom Stall entfernt liegen.

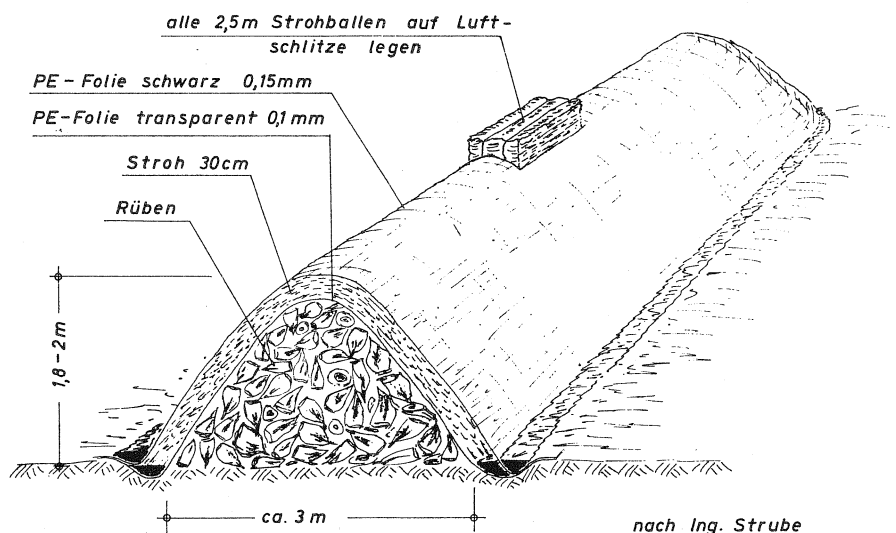
Bei beiden Verfahren müssen mit der Abdeckung die ersten leichten Fröste abgewartet werden, damit sich die Haufen abgekühlt haben.

Abschließend soll noch darauf hingewiesen werden, daß sämtliche Geräte, die zu einer schlagkräftigen Mechanisierung im Futterrübenanbau notwendig sind, einen hohen Kapitalbedarf bei der Anschaffung erfordern, zumal die Einzelflächen, die mit Rüben bebaut werden, im Durchschnitt vielleicht nicht einmal ganz 1 ha groß sind. Daher ist es sinnvoll, diese Geräte – Einzelkornsäuger, Unkrautspritze und Vollernter – nur über Maschinenringe, Gemeinschaften oder Lohnunternehmer einzusetzen.

Zwar ist der Arbeitsaufwand mit etwa 50 bis 60 AKh/ha unter günstigen Umständen für Anbau, Pflege, Ernte und Einlagerung immer noch um das Doppelte höher als der bei Silomais. Jedoch ist der Sprung auf etwa 10% des ursprünglichen Handarbeitsverfahrens ein so großer Erfolg, daß man getrost feststellen kann: Der Futterrübenanbau bleibt weiterhin interessant!

**Ann.:** Namen und Anschriften der Herstellerfirmen können beim Verfasser erfragt werden.

### Futterrübenlagerung in Folienmieten.



## Bunkerköpfröder für Futterrüben

Noch 1962 war man von der vollmechanischen Futterrüben-ernte mit Bunkerköpfrödem ein gutes Stück entfernt, obwohl zu diesem Zeitpunkt um fast 150 000 ha mehr Futterrüben als Zuckerrüben angebaut wurden. Es gab aber bereits Erntemethoden, die leistungsmäßig mit dem „Bunkerköpfröder-Verfahren“ mithalten konnten. So war besonders die in Weihenstephan entwickelte Methode, Futterrüben — ob geköpft oder ungeköpft — zu roden und zu laden, äußerst schlagkräftig, andererseits aber auch mit hohem Schmutzanteil verbunden. Dieses Verfahren sprach die deutschen Landwirte ebensowenig an wie das dänische, wobei ein Schlegelfeldhäcksler das Blatt sowohl köpft wie auch lädt und der Rodelader das Rübenroden und -laden übernimmt.

Die Vorliebe des deutschen Landwirts für Vollernter wird nun auch auf dem Sektor Futterrübe berücksichtigt. Fünf Firmen, ausschließlich im norddeutschen Raum ansässig, stellen Bunkerköpfröder her. Das Ausgangsgerät für den Bunkerköpfröder ist die aus der Flachsraufmaschine der 20er Jahre entwickelte Stoppelrüben-Ziehmaschine.

Ehe nun von den einzelnen Fabrikaten die Rede ist, seien noch einige wichtige Punkte zum Anbau der Rüben genannt, die für eine zügige vollmechanisierte Ernte notwendig sind:

1. Wahl etwas blattreicherer Sorten (günstig sind Mittelrüben)
2. Aussaat nur einer Sorte anstelle von Sortengemischen
3. Reihenabstand 50 cm
4. Rüben nicht anhäufeln.



Bild 1: Bunkerköpfröder der Fa. van Lengerich.

### Die vollmechanischen Bunkerköpfröder

Im Grundprinzip ähneln sich alle Fabrikate bis auf eine Maschine von der Fa. Chr. Böhle, Massenhausen/Waldeck, die erst in diesem oder nächstem Jahr in Serienfertigung gehen dürfte. Dieser Vollernter hat kein Raufrad und erfordert nach Angaben des Herstellers keine zweite Arbeitskraft zur Feinsteuerung der Maschine.

Alle Maschinen ernten einreihig. Bei den hohen Erträgen würde zweireihiges Ernten den Einsatz eines übergroßen Sammelbunkers nötig machen, und die Zugkraft — normal reicht ein 30-PS-Schlepper aus — müßte erhöht werden. Vor dem Ziehaggregat läuft bei den schon bekannten Maschinen ein Blattheber. Bei Vorwärtsfahrt werden die durch ein Rodeschar gelockerten Rüben von einem schräggestellten Raufrad und umlaufenden Riemen an den Blättern aus dem Boden gezogen. Die Riemen führen die Rüben an einen Köpfmechanismus. Zwei Streifbügel sorgen dafür, daß die Rüben gleichmäßig vom Blatt getrennt werden. Die Rüben fallen in ein Hubrad und werden damit in den Sammelbunker gefördert. Das Blatt kann entweder in kleineren Bunkern zur Querschwadablage gesammelt oder auch auf Längsschwaden abgelegt werden.

Zur Ernte sind 2 AK erforderlich. Der Schlepperfahrer muß

einen möglichst gleichbleibenden Abstand zur erntenden Rübenreihe halten und kann den Bunker über Seilzug oder Hydraulik entleeren. Der Steuermann auf dem Roder muß das Rodeschar einsetzen, die seitliche Feinsteuerung und die Tiefenregulierung des Raufrades übernehmen sowie evtl. auch das Entleeren des Blattbunkers überwachen.

Die Rüben werden am Schlagende auf einen bereitstehenden Wagen übergeladen und gleich in einer Feldrandmiete aufgeschüttet. Je nach Sorte und Ertrag geben 150 bis 200 m Schlaglänge eine Bunkerfüllung von etwa 12,5 dz.

Den kleinsten Bunkerköpfröder stellt die Fa. van Lengerich, Emsbüren, her (Bild 1). Bedingt durch seinen geringen Raufraddurchmesser von nur 1 m konnte die Maschine sehr kurz gehalten werden. Auch preislich liegt sie etwas niedriger als die übrigen Vollernter. Dieses Gerät kann als Besonderheit in der Ackerschne angehängt werden und besitzt als Köpfeinrichtung feststehende Messer.

Die Rüben werden von einem umlaufenden Hubrad in den ausreichend bemessenen Bunker gefördert. Die sog. Schwing — Quick — Höhenverstellautomatik des Raufrades stellt für den Befahrer eine erhebliche Arbeitserleichterung dar, wobei sie zusätzlich auch noch mit den Füßen bedient werden kann.

v. Lengerich bietet noch ein weiteres Rübenerntegerät an, den sog. Wagenröder (Bild 2). Es arbeitet genau wie der Vollernter dieser Firma, fördert die Rüben aber nicht in einen aufgebauten Bunker, sondern läßt die Rübe nach dem Köpfvorgang auf ein Sternrad fallen, welches die Rüben reinigt und in einen Elevator fördert, der wiederum den Transport zum nebenherfahrenden Wagen übernimmt.

Der erste Futterrübenvollernter auf dem deutschen Markt wurde von der Fa. Kemper, Stadtlohn, (Bild 3) herausgebracht. Er unterscheidet sich von dem der Fa. v. Lengerich dadurch, daß er etwas größer ist und einen weiteren Raufraddurchmesser hat. Wie alle übrigen Vollernter besitzt er zwei rotierende Messerscheiben, eine glatt, eine gezahnt. Letztere ist bei Kemper zwangsgetrieben, so daß Verstopfungen vor dem Messer fast ausgeschlossen sind. Eine Sicherheitsquetschrolle zerdrückt zu tief — nämlich am Körper — erfaßte Rüben, wodurch ein Abspringen des Riemens weitgehend unterbunden wird.

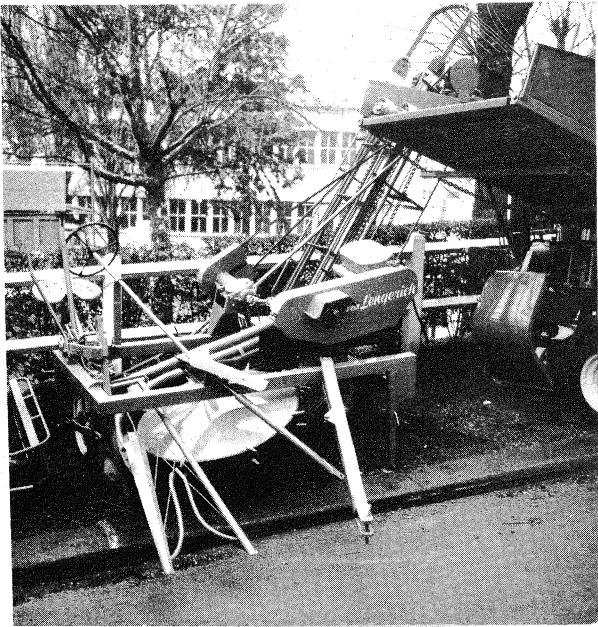
Ebenso wie Kemper kann auch bei Strautmann in Laer b. Osnabrück (Bild 4) die Verstellung des Raufrades gegen Aufpreis hydraulisch bedient werden, ansonsten sind mehrere Unterschiede sofort sichtbar. Dieser Bunkerköpfröder hat ein sehr großes Raufrad und als einziger nur einen umlaufenden Raufriemen, so daß hier das Rübenblatt zwischen Raufriemen und das blanke Raufrad geklemmt wird. Besonders auffallend ist der relativ groß angelegte Bunker und der weit darüberlaufende Elevator.

Die bislang beschriebenen Vollernter werden alle traditionell mit Zahnradern, Keilriemen u. ä. angetrieben, und alle entleeren ihren Bunker mittels Kratzboden. Davon weicht nun die Fa. Fähsch, Düren, mit ihrem Beta 1500 ab (Bild 5), der hydraulisch angetrieben wird. Darüber hinaus ist auch die Feinsteuerung hydraulisch, das Rodeschar wird hydraulisch aus- und eingefahren, und der Bunker wird zum Entleeren hydraulisch gekippt. Aus diesem Grund fördert ein Elevator die Rüben von hinten in den Bunker. Der Beta 1500 hat ein großes Raufrad und einen Blattheber aus Metall.

### Funktionsfähigkeit und wirtschaftliche Aspekte

Die technische Funktion der Futterrüben-Vollernter ist zufriedenstellend und vom Prinzip her recht ansprechend. Von normal gewachsenen Rüben mit ausreichendem Blattanteil wird nur ein geringer Prozentsatz stehengelassen. Die Verschmutzung liegt naturgemäß um 10 v. H. höher als beim Handernteverfahren. Weiterhin ist es nicht möglich, die Rüben völlig ohne Blattreste zu ernten. Aber der Blattanteil von etwa 5 v. H. schadet selbst der Einlagerung im Keller nicht, bei Mietenlagerung ist er ohnehin bedeutungslos. Der Anteil an Verletzungen steigt gegenüber dem Handverfahren nicht, im Gegensatz zu anderen maschinellen Erntemethoden behandeln die Bunkerköpfröder die Futterrüben schonend.

Mit dem Vollernter können je Tag etwa 0,7–1 ha abgeerntet werden, je nachdem, ob die Einlagerung über Wagen in den Keller oder direkt in Feldrandmieten erfolgt. Läßt man das Laden und Abfahren des Blattes unberücksichtigt, werden zur reinen Ernte 22 AK/ha und 11 Schleppersunden/ha notwendig, da ja zwei Arbeitskräfte gebraucht werden. Der Preis für die Vollernter liegt im Verhältnis zu den einzelnen Anbauflächen von meist unter 1 ha Futterrüben je Betrieb recht hoch und beträgt zwischen 6500,— und 8500,— DM. Da



**Bild 2: Rübenerntegerät der Fa. van Lengerich**



**Bild 3: Futterrübevollernter der Fa. Kemper**



**Bild 5: Vollernter der Fa. Fähse**

sich die Ernte über etwa 4–6 Wochen hinziehen kann, werden die Bunkerköpfröder fast nur über Maschinenringe, Lohnunternehmer oder Gemeinschaften eingesetzt. Auch der Wagenroder der Fa. v. Lengerich erfordert wegen seines hohen Aufwands an AK und Schleppern eine überbetriebliche Nutzung.

Durch die Vollmechanisierung konnte der hohe Arbeitsaufwand in der Futterrübenenernte von 160 auf rund 20 Std/ha gesenkt werden. Da sich auch bei der Aussaat und Pflege von Futterrüben größere Arbeitseinsparungen ergeben, ist der Futterrübenanbau für viele Betriebe wieder interessant geworden.

*Ing. H. Schürzinger, Weihenstephan*



**Bild 4: Bunkerköpfröder der Fa. Strautmann.**

# Die automatisierte Eliten-Sämaschine und eine neue Mechanisierungskette in der Getreidezüchtung

Klaus Grimm und Gerhard Rödel

Landtechnik Weihenstephan

Aus den Arbeiten der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik<sup>1)</sup>

An die Saatzuchtbetriebe wurde die Forderung gestellt, die bisherigen aufwendigen Arbeitsgänge in der Getreidezüchtung, ganz gleich, ob sie als Dibbelsaat von Hand oder als Horstsaat mit den Streublechen durchgeführt wurden, zu mechanisieren.

Ziel der konstruktiven Entwicklung in Weihenstephan war es nun, eine Arbeitskette zu finden, die Anbau, Ernte und auch die Verarbeitung der A-Stämme in der Getreidezüchtung weitgehend mechanisiert und gleichzeitig den Arbeitsaufwand wesentlich verringert.

Im Vordergrund der gesamten Mechanisierung stand jedoch die Magazinierung des Saatgutes, die sich wie ein roter Faden durch die gesamte Arbeitskette zieht.

## 1. Die Rationalisierung des Elitenanbaues

Der Grundgedanke bei der Entwicklung der Elitensämaschine war, daß man, im Gegensatz zu den Horstsäaten mit Streublechen, die Körner mit möglichst gleichmäßigem Abstand in Reihen sät, wobei von vornherein darauf starker Wert gelegt wurde, daß dieser Effekt sowohl bei Weizen und Gerste als auch bei Hafer erzielt wird. Damit können die Vorteile der Handdibbelsaat in der Zuchtauslese weitgehend beibehalten und gleichzeitig ein wesentlich höherer Arbeitsgewinn erzielt werden.

In Weihenstephan wurde für die Weiterentwicklung der Mechanisierung eine motorisierte sechsreihige Einachs-Sämaschine (1,25 m Arbeitsbreite)<sup>2)</sup> verwendet.

Da das neuentwickelte Säaggregat im wesentlichen aus den Säköpfen, dem Bodenantrieb, einer Programmscheibe und dem Aufsatz für die Magazinzuführung besteht, ist der Aufbau nicht starr an ein bestimmtes Aufsatzgerät gebunden. Es kann ohne weiteres, je nach den Gegebenheiten der einzelnen Zuchtbetriebe, auf die verschiedenen Grundgeräte aufgebaut werden (z. B. Geräteträger mit 1,25 m Spurweite für den sechsreihigen Einsatz oder mit 2,50 m Spurweite für den zwölfreihigen Einsatz).

### 1.1. Arbeitsvorgänge bei der Aussaat mit der Eliten-Sämaschine

Eine Möglichkeit ist, das Saatgut mit der Hand der Sämaschine zuzuführen (Bild 1). Hierbei wird auf den Vorverteiler des Säaggregats ein Trichter aufgesteckt. Das sich in Tüten befindende Saatgut wird mit der Hand in den Einfülltrichter des Vorverteilers geschüttet.

Die andere Möglichkeit ist die Magazinbeschickung (Bild 2). Die Beschickung und die Steuerung der Magazinanzahl erfolgt dabei vollautomatisch. Ein Einzelmagazin (Bild 3) besteht aus  $2 \times 6 = 12$  Zellen mit je einem Fassungsvermögen von  $8 \text{ cm}^3$ . Dieser Rauminhalt entspricht bei Weizen etwa 160, bei Gerste 140 und bei Hafer 120 Körner.

Vor dem Säbeginn werden zehn gefüllte Magazine auf einen Spezialdeckel geschoben (Bild 4). Dieser Deckel wird mit einem Riegel auf dem Magazintisch festgespannt, um einen ausreichenden Halt bei der Feldfahrt zu gewährleisten. Mit

der Elitensämaschine können dann 20 Parzellen zu je 6 Reihen hintereinander und ohne anzuhalten ausgesät werden. Sind diese zehn Magazine vom Deckel abgeschoben, so wird dieser abgenommen und ein neuer mit zehn vollen Magazinen aufgelegt.

Beim Säbeginn werden alle zehn Magazine mit dem Mitnehmer von Hand verschoben, bis das erste Magazin am Vorschubanschlag anliegt (Bild 5). Die ersten sechs Zellen entleeren sich und das Saatgut fällt direkt durch den angehobenen Vorverteiler (Bild 6) in das Zellenrad. Danach schließt der Vorverteiler. Sechs neue volle Magazinzellen werden nachgeschoben, in den Vorverteiler entleert und gespeichert. Beim nächsten Parzellenanfang wird der Vorverteiler wieder angehoben, die gespeicherten Körner fallen in das Zellenrad und eine neue Parzelle kann sofort ausgesät werden. Diese Vorgänge wiederholen sich fortlaufend, bis die zehn Magazine ausgesät sind. (Der Arbeitsrhythmus der Maschine soll später noch einmal bei der Programmscheibensteuerung erklärt werden.)

### 1.2. Aufbau der Eliten-Sämaschine

Die weitgehend gleichmäßige Dünnsaat der Maschine wird über die Kombination Kegel- und Zellenradverteilung er-

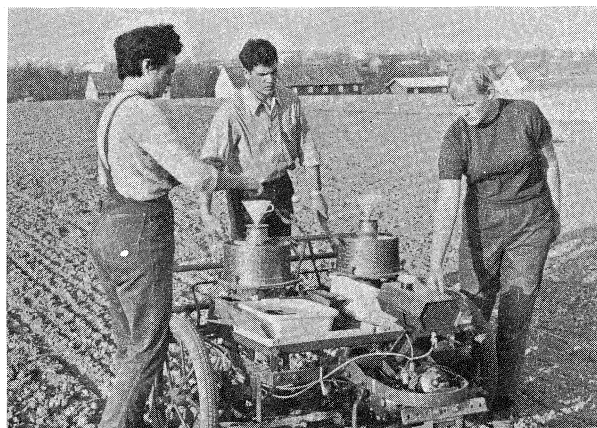


Bild 1: Elitensaat mit Handbeschickung

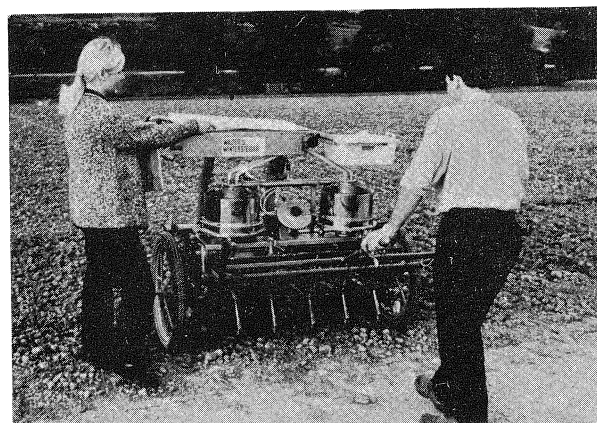


Bild 2: Eliten-Sämaschine mit Magazinbeschickung

<sup>1)</sup> In Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt (ORR, HÖSER und LOI, WENISCH) wurde eine Mechanisierungskette entwickelt, die bereits seit 1968 von verschiedenen in- und ausländischen Saatzuchtbetrieben mit Erfolg eingesetzt wird. Verleihung der Goldenen Preismünze für dieses Verfahren auf der Leipziger Messe 1969

<sup>2)</sup> Einachs-Sämaschine der Fa. Walter & Wintersteiger



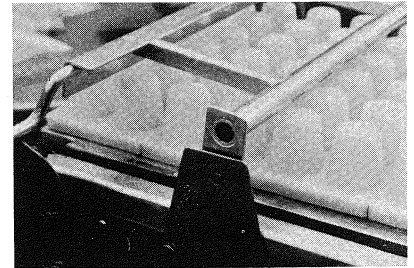
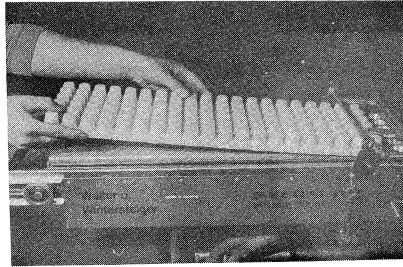
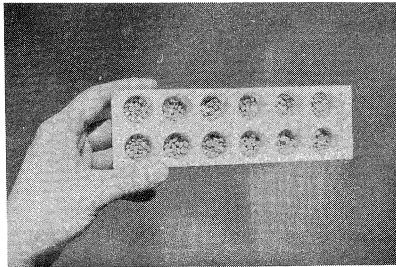


Bild 3: Einzelmagazin — Bild 4: Auflegen des Deckels mit zehn Magazinen auf den Magazintisch — Bild 5: Vorschubanlage am Magazintisch

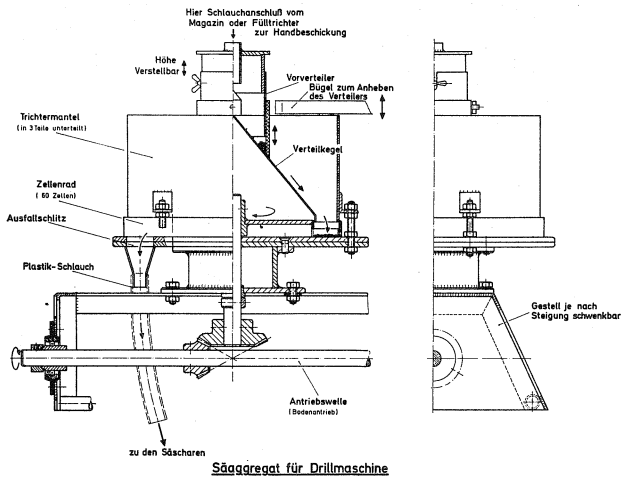


Bild 6: Säggagrat der Drillmaschine mit dem Vorverteiler und dem Zellenrad

reicht (Bild 6). Die Körner verteilen sich sehr gleichmäßig über einen Kegelzylinder in ein Zellenrad. Dieses Zellenrad dreht sich bei der Vorfahrt der Maschine, so daß die einzelnen Körner in Abständen direkt in die Säschare fallen und auch in diesen Abständen abgelegt werden. Ein Zentrifugalverteiler wie er beispielsweise bei der Øyord-Sämaschine unter dem Verteilerkopf eingebaut ist, ist bei diesem Gerät wegen des Direktauswurfes in die Säschare nicht notwendig. Dadurch wird auch eine Vermischung des Saatgutes vermieden und gleichzeitig der Anlaufweg wesentlich verkürzt. Eine gute Verteilung ist auch bei einem hängigen Gelände gegeben, da die Maschine einen Hangausgleich besitzt (Bild 7). Ein Verteilerkopf speist bei der Normalausführung drei Säschare, so daß für eine sechsstufige Sämaschine zwei Verteilersysteme notwendig sind.

Der Antrieb des Zellenrades erfolgt durch das Bodenantriebsrad der Eliten-Sämaschine (Bild 8). Mit Hilfe der Wechselradsätze (Bild 9; s. auch Bild 8) kann das Übersetzungsverhältnis vom linken Antriebsrad zu den Zellenrädern be-

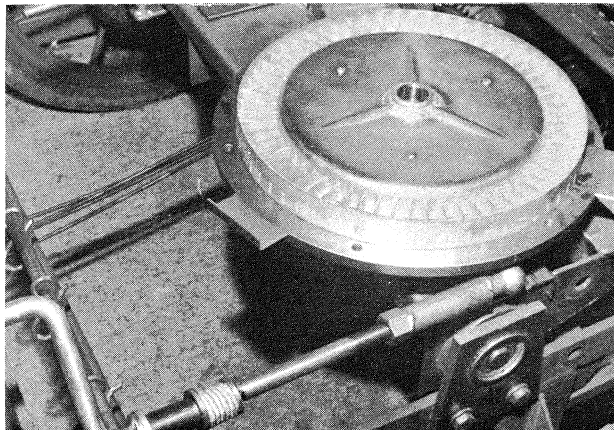


Bild 7: Zellenrad und Verstellkurbel zum Hangausgleich

lieblich verändert und dadurch die Parzellenlänge beeinflusst werden. Durch die Wechselräder kann das Übersetzungsverhältnis von der Zellenrad-Antriebswelle zum Programm-antrieb hin zusätzlich verändert und somit die sogenannte Zykluslänge geändert werden. Die Zykluslänge ist der zurückgelegte Fahrweg während einer Programmscheibenumdrehung um 360 Grad.

Für den richtigen Arbeitsablauf der Magazinsteuerung an der Maschine sind zwei pneumatische Steuerkreise verantwortlich, die mit Hilfe einer Programmscheibe geschaltet werden. Steuerkreis I (Bild 10) steuert den Vorschub der

Vorgelege Kettenräder

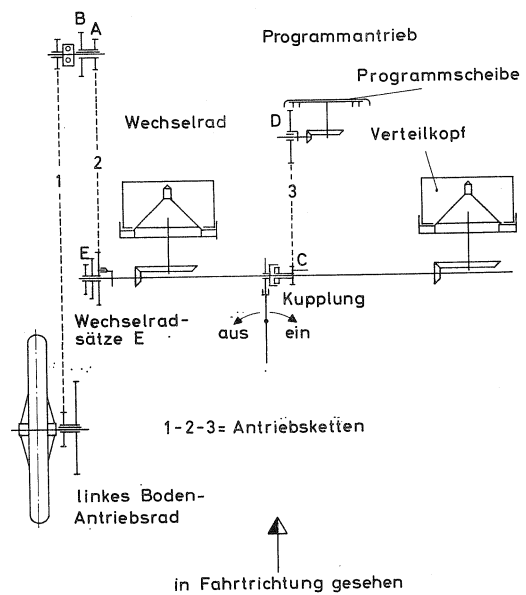


Bild 8: Antriebsschema der Eliten-Sämaschine

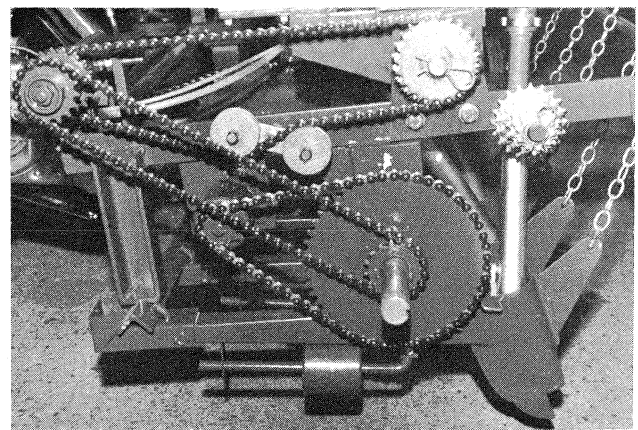


Bild 9: Bodenantrieb mit Stufenübersetzung für das Zellenrad

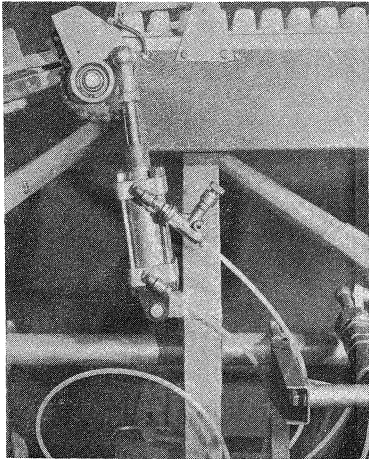


Bild 10: Hubzylinder für den Magazinvorschub (Steuerkreis I)

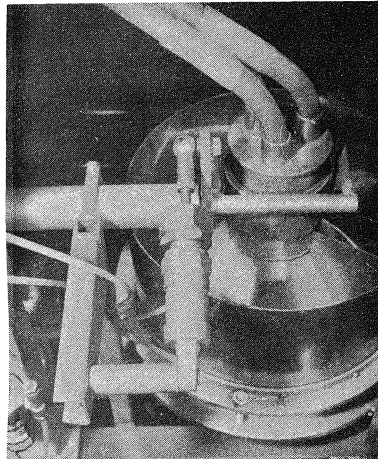


Bild 11: Hubzylinder für den Vorverteiler (Steuerkreis II)

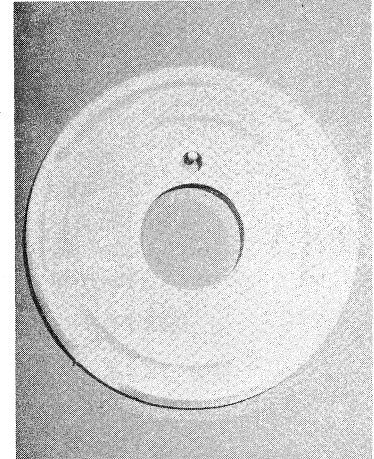


Bild 12: Programmscheibe aus Polyamid  
Oberer Strich: Innere Spur (Steuerkreis I)  
Unterer Strich: Äußere Spur (Steuerkreis II)

Magazine am Maschinentisch, und Steuerkreis II (Bild 11) steuert den Säbegriff beziehungsweise die Parzellen- und die Weglänge durch den Vorverteiler.

Die Programmscheibe (Bild 12) an der Elitensämaschine wurde so ausgelegt, daß bei einer Umdrehung der Scheibe vier Parzellen hintereinander ausgesät werden können. Auf der Unterseite der Scheibe befinden sich zwei Spuren, die von zwei Steuerschaltern (Bild 13) (Steuerkreis I und Steuerkreis II) abgetastet werden. Das Arbeitsprogramm auf der Scheibe wird von dem Züchter nach seinem Anbauplan eingestellt. Um den Programmverlauf besser verständlich zu machen, soll er anhand eines Beispiels erklärt werden.

Beispiel zur Markierung einer Programmscheibe

Angenommen aufgrund des Zuchtplanes sei die Zykluslänge 7,40 m und die anteilige Parzellenlänge 1,40 m. Innerhalb der Zykluslänge von 7,40 m werden vier Parzellen zu je 1,40 m gewünscht. Der beanspruchte Weg für alle vier Parzellen beträgt demnach  $4 \times 1,40 = 5,60$  m.

Die Differenz von Zykluslänge zu gesamter Weglänge ( $7,40 - 5,60 = 1,80$  m) steht nun für vier Wege nach jeder Parzelle, die beliebig aufgeteilt werden können, zur Verfügung (Bild 14).

Die Festlegung der Ausnehmungen auf der Programmscheibe kann nun entweder rechnerisch oder durch Abfahren einer mit Querstrichen versehenen Wegstrecke vorgenommen werden.

Äußere Spur (Vorverteiler)

Der erste Schnitt in die Spur hat grundsätzlich immer beim 0-Punkt (= 0 Grad) senkrecht zur Bodenfläche zu erfolgen, dann wird die Spur etwa 25 Grad lang bis auf den Boden weggearbeitet, im Anschluß folgt ein schräger Auslauf etwa 5 Grad lang.

Diese Ausnehmungslänge ist ein Erfahrungswert, den das Ventil braucht, um den Zylinder richtig durchzuschalten. Zum Ausarbeiten der Spur eignet sich am besten eine Zwickzange mit senkrechter Schneide oder ein über der Flamme erhitztes scharfes Messer. Die gleichen Ausnehmungen wiederholen sich nun über den ganzen Umfang, dem Uhrzeigersinn und der Beschriftung folgend.

Die nächsten „Kommandopunkte“ (senkrechte Schnitte auf die Bodenfläche mit anschließender Ausnehmung) erfolgen nun beim jeweiligen nächsten Parzellenbeginn, das sind vom 0-Punkt aus die Wegmarken 1,70, 3,50 und 5,20 m (s. Bild 14).

a) Rechnerische Methode

Parzelle 2  
 7,40 m ..... 360 Grad  
 1,70 m ..... x

$$x = \frac{360 \cdot 1,70}{7,40} = \approx 82,7 \text{ Grad}$$

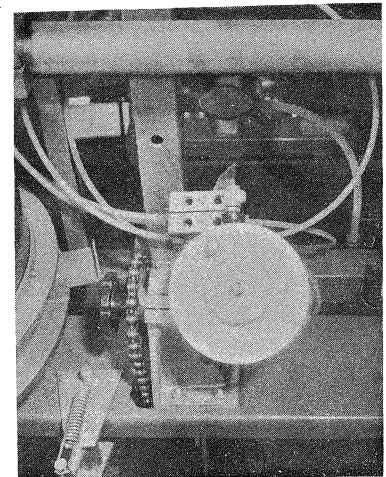


Bild 13: Programmscheibe mit Steuerschalter I (unterer Strich) und II (oberer Strich)

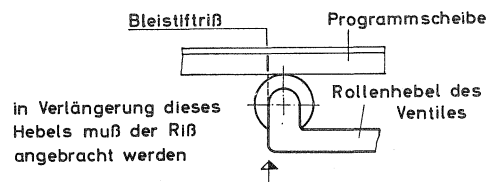
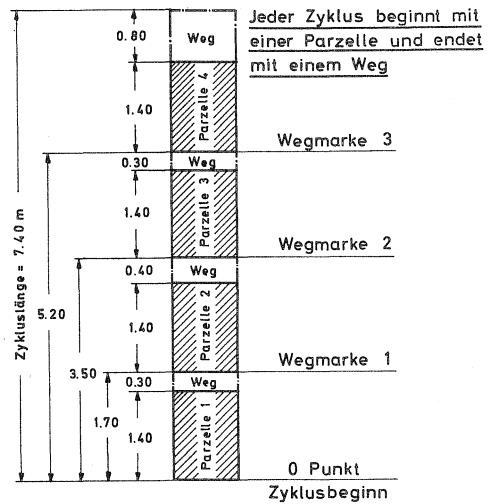


Bild 14: Beispiel für die Markierung einer Programmscheibe

Hier wird nun die 2. Ausnehmung wie oben beschrieben angebracht und somit das Kommando zum Beginn der 2. Parzelle gegeben.

Parzelle 3

$$7,40 \text{ m} \dots \dots 360 \text{ Grad}$$

$$3,50 \text{ m} \dots \dots x \quad x = \frac{360 \cdot 3,50}{7,40} \approx 170 \text{ Grad}$$

Hier wird nun die 3. Ausnehmung angebracht und somit das Kommando zum Beginn der 3. Parzelle gegeben.

Parzelle 4

$$7,40 \text{ m} \dots \dots 360 \text{ Grad}$$

$$5,20 \text{ m} \dots \dots x \quad x = \frac{360 \cdot 5,20}{7,40} \approx 253 \text{ Grad}$$

Hier wird nun die 4. Ausnehmung angebracht und somit das Kommando zum Beginn der 4. Parzelle gegeben.

b) Durch Abfahren einer mit Querstrichen versehenen Wegstrecke

Diese Methode ist aufwendiger, dafür aber absolut sicher. Auf ebenem Boden wird eine 0-Marke gezogen, von dort aus an den Punkten 1,70, 3,50 und 5,20 m ein Querstrich gezogen. Nun müssen die erforderlichen Kettenräder aufgelegt und die Programmscheibe auf 0-Stellung gebracht werden. Die erste Ausnehmung, wie oben beschrieben, ist von vorn herein klar und beginnt bei 0 Grad.

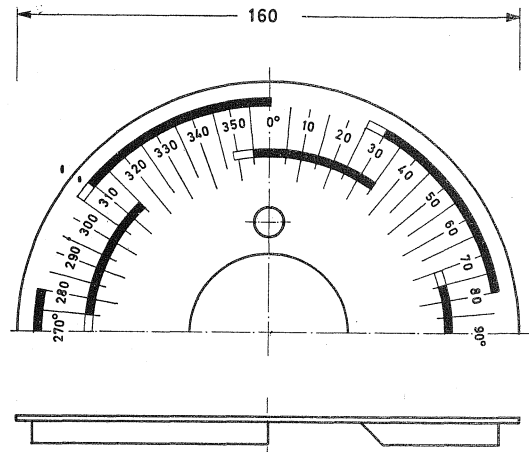
Man setzt nun das Gerät mit dem Spuranzeiger beziehungsweise bei Geräten ohne Spuranzeiger mit der Sästiefelspitze auf die 0-Marke der Wegstrecke und beginnt, die Wegstrecke langsam abzufahren. Bei der Wegmarke 1,70 m wird nun mit einem Bleistift (s. Bild 14) auf der äußeren Spur der Scheibe ein Riß angebracht. Danach wird langsam weitergefahren und bei der Wegmarke 3,50 und 5,20 m ein weiterer Riß angebracht. Nun wird die Scheibe abgenommen und die äußere Spur wie schon beschrieben ausgearbeitet.

Innere Spur (Magazinvorschub)

Bei der Ausnehmung der inneren Spur braucht man nur nach Bild 15 vorzugehen, die volle Spurlücke der äußeren Spur muß also durch ein Spurstück um 10 Grad nach beiden Seiten hin der inneren Spur überdeckt werden. Damit ist die Programmscheibe fertig und steht für jahrelangen, störungsfreien Betrieb zur Verfügung.

1.3. Die Saatbeetbegrenzung

Saatanfang und Saatende sind an der Maschine so einstellbar, daß die Beetkanten verhältnismäßig exakt und gleichmäßig verlaufen. Eine Saatüberlappung, besonders bei Saat-



Ausnehmung bei äußerer Spur 25°; Auslaufschräge 5°

Ausnehmung bei innerer Spur 35-40°; Auslaufschräge 7 1/2°

Bild 15: Ausnehmen der inneren Spur

längen ab 1 m, ist auf Wegen über 25 cm Breite selten (Bild 16). Eine zusätzliche mechanische Abgrenzung ist damit nicht unbedingt notwendig. Legt man auf ganz exakte Beetlinien oder auf das dadurch schönere optische Bild großen Wert, so ist ein Abgrenzen mit Handhacke, Fräse oder chemischen Mitteln angebracht.

Die Maschine besitzt außerdem verschiedene Saatzmöglichkeiten. Die Grundauführung hat, wie bereits erwähnt, bei sechs Reihen eine Arbeitsbreite von 1,25 m. Erweiterungen sind jeweils um ein Vielfaches davon möglich. Die Ahren- oder Pflanzennachkommenschaften können bei der Kornzuführung von Hand wie folgt gesät werden: einreihig je A-Stamm<sup>3)</sup>, dreireihig je A-Stamm oder sechstreihig je B-Stamm<sup>4)</sup>.

<sup>3)</sup> A-Stamm = Nachkommenschaft einer Einzelähre oder Einzelpflanze  
<sup>4)</sup> B-Stamm = Nachkommenschaft eines A-Stammes

Tafel 1: Kornverteilung bei der Eliten-Sämaschine  
 Maschinentyp: „System Weihestephan“

Getreideart	Sollstärke 5 cm				Sollstärke 4 cm				Sollstärke 3 cm				Gesamt			
	Körner in %			Lück. in cm	Körner in %			Lück. in cm	Körner in %			Lück. in cm	Körner in %			Lück. in cm
	0-2 cm	2-x cm	üb. 8 cm		0-2 cm	2-x cm	üb. 8 cm		0-2 cm	2-x cm	üb. 8 cm		2-x cm	üb. 8 cm	in cm	
<b>Gerste</b>																
Feld-Maschine: Prototyp																
1-reihig	24,3	74,8	14,2		26,8	71,2	8,8		34,0	66,0	8,0					
3-reihig	26,8	73,2	17,4		34,8	65,2	7,8		32,8	67,2	8,4					
Ø %	25,6	74,5	15,3		31,8	68,2	8,3		33,4	66,6	8,2		69,8	10,6		
Sandbeet-Maschine: Serie Nr. 1																
1-reihig Ø	19,3	80,7	17,9	10,8	27,6	72,4	10,0	9,4	36,4	63,6	4,3	10,0	72,2	10,7	10,1	
<b>Weizen</b>																
Feld-Maschine: Prototyp																
1-reihig	25,2	74,8	14,2		34,5	65,5	11,7		38,4	61,6	7,4					
3-reihig	26,8	73,2	13,4		31,6	68,4	14,4		37,3	62,7	7,0					
Ø %	26,0	74,0	13,8		33,1	67,0	13,1		37,9	62,2	7,2		67,7	11,4		
Sandbeet-Maschine: Serie Nr. 1																
1-reihig Ø	14,2	85,8	16,1	10,7	30,4	69,5	10,1	12,4	38,5	61,5	5,1	10,8	72,3	10,4	11,3	
Sandbeet-Maschine: Serie Nr. 5																
1-reihig Ø	14,7	85,3	15,3	11,5	17,4	82,7	11,2	10,7	27,8	72,2	4,4	8,8	80,1	10,3	10,3	

Anmerkung: Wiederholung 12; Reihenlänge 1,5 m



Bild 16: Zuchtbeete nach dem Ablauf, nicht abgegrenzt

Über die Magazinbeschilderung sind folgende Variationen möglich:

- 1-reihig je A-Stamm
- 2-reihig je A-Stamm
- 3-reihig je A-Stamm
- 6-reihig je B-Stamm

Die Länge des Elitenbeetes kann von 0,5 bis 3,0 m gewählt werden. Es sind verhältnismäßig kleine Abstufungen möglich. Ebenso sind verschiedene Wegbreiten einzustellen. Die Möglichkeiten der Maschine sollen zusätzlich bis zu einer Beetlänge von 12 m für Anbauversuche erweitert werden.

Zum Aufwuchs eines guten Elitenbestandes und zur Entnahme von Einzelpflanzen sind bei dieser Saatmethode etwa 25 Körner je Reihe und laufender Meter angemessen. Die Saatstärke kann aber beliebig nach unten oder oben variiert werden, je nachdem wie viel Körner für eine bestimmte Saatlänge in die einzelnen Magazinbecher gegeben werden. Maximal ist eine Saatlänge von umgerechnet etwa 200 kg/ha bei Weizen möglich.

Die Saat- und Kornverteilungsversuche (Tafel 1) haben ergeben, daß die Kornverteilung der Sämaschine zwar nicht so exakt wie das Handdibbeln ist — was auch nicht erwartet werden kann — aber daß sie, rein züchterisch gesehen, vollkommen ausreicht, und zwar

für den Aufwuchs eines guten und gleichmäßigen Elitenbestandes,

für die Differenzierung der Eliten untereinander bei den verschiedenen Bonituren,

für die Ernte von Einzelähren und nicht zuletzt

für die Entnahme und Selektion von Einzelpflanzen bis zu einer Quote von 60 bis 70 Prozent des Gesamtbestandes (Bild 17).

Die Qualität der Saat wird nach unseren Erfahrungen allen Anforderungen, die ein Züchter als Grundlage für einen guten Zuchtgarten erachtet, gerecht.

#### 1.4. Möglichkeiten der Zuchtgartenanlage

Die Verwendung der „Weihenstephaner Eliten-Sämaschine“ eröffnet die verschiedensten Möglichkeiten der Zuchtgartenanlage. Es sollen hier nur einige Beispiele angeführt werden. Der Zuchtgarten kann bei der Individualauslese mit Pflanzennachkommenschaften wie bisher üblich in zwei- oder dreireihigen Eliten angelegt werden. Die Maschine fährt aber über mehrere Beete hinweg, so daß die Magazine oder die Tüten, der Saatfolge entsprechend, sorgfältig eingeordnet werden müssen.

Bisher — und so wird in Weihenstephan auch nach Einführung der neuen Mechanisierung gearbeitet — sind die Zuchtgärten in der Regel so angelegt worden, daß die Bonitierungswege senkrecht zu den Saatzeilen laufen. Man kann

sie aber auch parallel, also längs den Reihen, anlegen, was bei der Anlage mit der Maschine gewisse Vereinfachungen bringt, aber eine Umstellung beim Bonitieren erfordert, da man hier nicht in die Reihen blickt, sondern quer dazu steht. Für den Einsatz der Maschine spricht weiterhin ihre enorm hohe Leistung. In Weihenstephan wurden in zweijährigem praktischen Einsatz — also nicht nur bei kurzzeitigen Versuchen — folgende Durchschnittsleistungen je Arbeitsstunde bei einer Maschinenbreite von 1,25 m erzielt:

bei Kornbeschilderung von Hand (3 Personen notwendig — s. Bild 1)

dreireihige A-Stämme	500 bis 600 Stück
einreihige A-Stämme	800 bis 1000 Stück

bei Beschilderung über Magazine (2 Personen notwendig — s. Bild 2)

einreihige A-Stämme	etwa 3000 Stück
---------------------	-----------------

Diese hohen Leistungen verringern das Wetterrisiko wesentlich, da selbst eine große Anzahl von Eliten in wenigen Tagen bestellt werden können. Ein weiterer arbeitswirtschaftlicher Vorteil gegenüber der herkömmlichen Methode kommt dazu, daß mit der vorgeschlagenen mechanischen Dünnsaat viel weniger Zeit zum Vormarkieren der Zuchtschläge verwendet werden muß. Es braucht weder eine Dibbelwalze vorzumarkieren, noch ist das exakte Ausmessen jedes einzelnen Zuchtbeetes notwendig. Es genügt, wenn bei der Saat mit Magazinen nach jedem vierten Beet, bei Handbeschilderung nach jedem zweiten Beet eine Markierungslinie gezogen wird (Kalkstreifen), so daß etwaige Ungenauigkeiten des Programmablaufes, verursacht durch den Bodenschlupf, korrigiert werden können. Die Wege werden ja automatisch von der Maschine freigelassen.

Da diese Maschine sät und nicht dibbelt, entfällt das Zudecken, wodurch ein gleichmäßigerer Auflauf gewährleistet wird, was sich besonders in den Jahren bemerkbar machen dürfte, in denen nach der Saat eine Trockenheit eintritt. So konnte im trockenen Jahr 1968 in Weihenstephan bei der Maschinensaat ein wesentlich besserer und gleichmäßigerer Aufgang als bei der Hand- und Streublechsaat beobachtet werden.

#### 2. Rationalisierung des Ernteverfahrens

Seit Jahren wird in den verschiedenen Zuchtbetrieben bereits eine vereinfachte, arbeitssparende Elitenernte durchgeführt, bei der nicht alle, sondern nur einige A-Pflanzen aus den Pflanzennachkommenschaften gezogen und die restlichen Pflanzen insgesamt als sogenannte Sekunden für den Anbau in Drillsaat geerntet werden.

Bildet man die erwähnten Nachkommenschaftsgruppen, ganz gleich ob bei Pflanzen- oder Ährenselektion, so können aus der Gruppe im Elitenbestand die erforderlichen Pflanzen oder Ähren für den weiteren Elitenaufbau entnommen wer-



Bild 17: Einzelselektion ist möglich — hier dargestellt an reifen Weizenpflanzen (im Hintergrund eine Abdeckfolie)

den. Sind die Einzelpflanzen- oder Ährennachkommenschaft innerhalb einer Nachkommenschaftsgruppe bereits weitgehend ausgeglichen, so kann die Nachkommenschaftsgruppe später mit dem Mähdrusch insgesamt geerntet werden. Dieser Mähdrusch der sogenannten Sekunden bietet sich deshalb an, weil die sechsreihige Nachkommenschaftsgruppe 1,25 m breit ist und daher mit der vollen Schnittbreite des Parzellenmähreschers geerntet werden kann. Gleichzeitig hat man dadurch den Vorteil, daß diese Sekunde durch das Anlageverfahren (sechsreihiges Doppelbeet) so viel Saatgut liefert, daß sie nicht, wie bisher vielfach praktiziert, in sogenannten Beobachtungspartzen mit Drillsaat zur Saatgutvermehrung für die spätere Leistungsprüfung gestellt werden muß, sondern daß sie sofort in eine vollwertige Leistungsprüfung aufgenommen werden kann. Es liegen somit ein Jahr früher exakte Leistungsergebnisse der Neuzüchtungen vor. Dadurch können eventuell Flächen, Kosten und Zeit eingespart werden.

### 3. Rationalisierung bei der Elitenverarbeitung

Die gesamte Arbeitskette wäre nicht vollständig, wenn die Verarbeitung der Eliten nicht ebenfalls rationalisiert werden könnte.

#### 3.1. Drusch der Eliten

Zu diesem Zweck ist für den Drusch der Einzelähren ein normaler, herkömmlicher Ährendrescher<sup>5)</sup> so umgebaut wor-

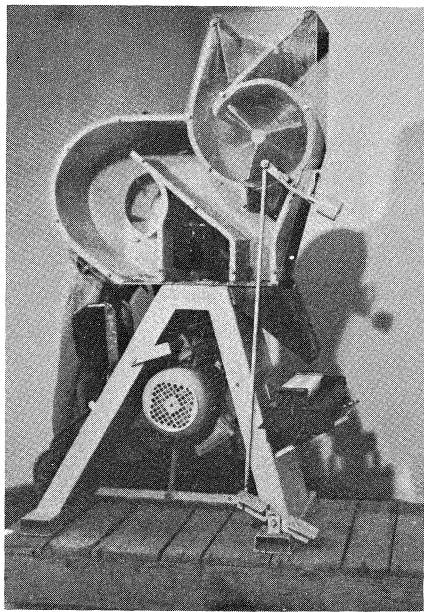


Bild 18: Ährendrescher mit Abfüllvorrichtung

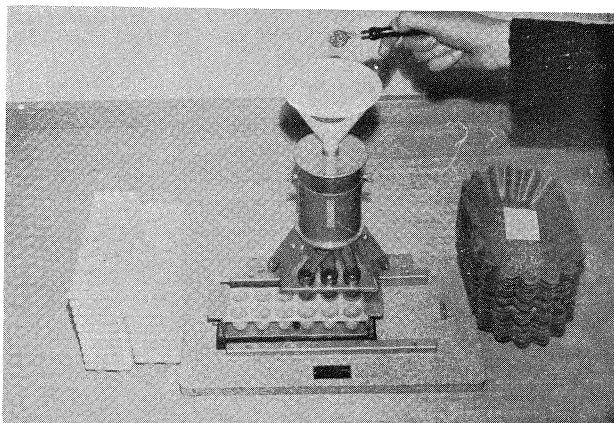


Bild 19: Kornverteiler für dreireihige Verteilung

den, daß gleichzeitig zwei Ähren gedroschen werden können. Am Kornauslauf ist ein Mechanismus angebracht, in den ein Magazin eingeschoben wird und gleichzeitig zwei Ähren direkt in zwei verschiedenen Magazinzellen gedroschen werden können. Die Magazine werden nach dem Druschvorgang automatisch so weiterbewegt, daß zwei neue, leere Zellen unter dem Kornauslaufstutzen zu stehen kommen und der Druschvorgang fortgesetzt werden kann (Bild 18).

Gerade bei der Arbeit über Nachkommenschaftsgruppen ist dieses System sehr gut anzuwenden, da eine Nachkommenschaftsgruppe mit zwölf Ähren je ein Magazin ausfüllt und deshalb Fehlermöglichkeiten ausgeschlossen sind. Der Arbeitseffekt durch dieses „Doppeldreschen“ ist sehr hoch, weil unmittelbar in die Magazine gedroschen wird. Das Saatgut wird in den Magazinen gelagert und bis zur Saat daraus nicht mehr entnommen.

Bei Pflanzennachkommenschaften, die zwei- oder dreireihig ausgesät werden sollen, werden die einzelnen Pflanzen insgesamt mit „normalen Ährendreschern“ gedroschen. Das Saatgut wird dabei von Hand über ein eigens konstruiertes Handabfüllgerät sehr gleichmäßig in die notwendigen zwei oder drei Magazinzellen gefüllt.

Das Handabfüllgerät ist mit einem auswechselbaren Kornverteiler ausgestattet. Es kann ein Kornverteiler zum Dritteln oder Halbieren der Saatgutmenge eingesetzt werden. Der Trichtereinsatz ist in der Höhe verstellbar und je nach der Kornmenge für die günstigste Verteilgenauigkeit einstellbar. Befüllt wird das Handabfüllgerät mit einem Dosierlöffel. Der Dosierlöffel enthält eine bestimmte Kornmenge, die dann in den Einfülltrichter geschüttet wird (Bild 19). Der Magazintisch ist nach zwei Richtungen verschiebbar und rastet je nach der gewünschten Saatgutaufteilung unter dem Kornauslaufstutzen ein.

#### 3.2. Die Kornbeurteilung

Bei der Arbeitsweise über Pflanzennachkommenschaften wird die Kornbonitur vor dem Einfüllen in die Magazine vorgenommen.

Werden Ähren gedroschen und direkt beim Drusch in die Magazine gefüllt, so kann ohne Schwierigkeiten in den Magazinen bonitiert werden. Eine vergleichende Beurteilung ist sehr gut möglich, da die Körner aus den Einzelähren der Nachkommenschaftsgruppen in den Magazinen auf engem Raum und doch sehr übersichtlich beurteilt werden können. Sollen die Körner einzelner Ähren ausgeschieden werden, so können diese aus den Zellen mit einem Staubsauger abgesaugt werden.

#### 3.3. Die Lagerung des Kornmaterials

Die Lagerung des Kornmaterials in den Magazinen unmittelbar nach dem Drusch bis zur Bestellung ist ohne weiteres möglich. Die Einzelzellen der Magazine verzüngen sich konisch nach unten, so daß 10 bis 15 Magazine zur Aufbewahrung in Regalen übereinander gestapelt werden können. Die Magazine sitzen dabei nicht fest aufeinander; zwischen der unteren und der oberen Zelle bleibt etwa ein Spalt von 1 mm frei, so daß das Kornmaterial nachtrocknen, zumindest aber atmen kann. Eine Erstickungsgefahr besteht demnach nicht.

#### 3.4. Beizen des Kornmaterials

Für das Beizen der Eliten in den Magazinen wurde ein Zusatzgerät entwickelt (Bild 20). Die Zufuhr der Beize erfolgt über ein Dosiergerät. Zur Vermeidung von Beizschäden wird die Trockenbeize in einem Verhältnis von 1:1 mit Talkum verdünnt. Das Einpudern und Absieben des Beizüberschusses erfolgt über die Funktion des Schüttelapparates. Gleichzeitig können zehn zwölfzellige Magazine gebeizt werden. Mit

<sup>5)</sup> Eine Maschine der Fa. Walter & Wintersteiger

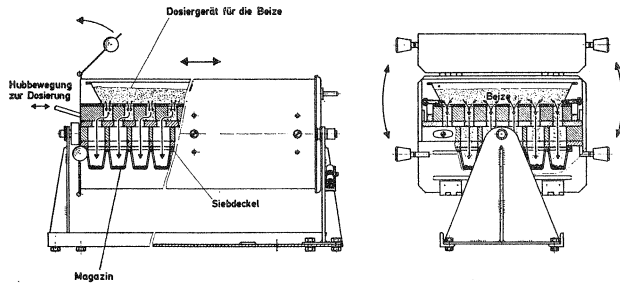


Bild 20: Beizgerät mit Magazinen und Dosiergerät für die Beize

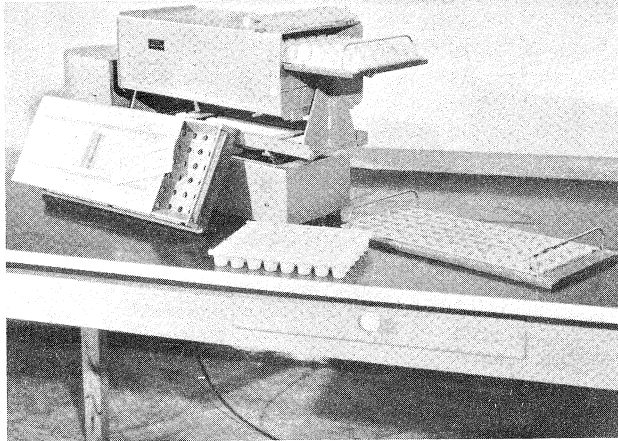


Bild 21: Ansicht der Beizapparatur  
(A), = Beizgerät; (B) = Dosiergerät für Beize

einer Beizfüllung können mehrere Magazinsätze behandelt werden. Die empfehlenswerte Beizung kurz vor der Saat ist möglich, da die Arbeitsleistung des Beizgerätes sehr groß ist.

Der Beizvorgang geht so vor sich: Auf einem Siebdeckel (Bild 21) werden zehn Magazine aufgeschoben und in das Beizgerät eingelegt. Das Beizgerät wird in der Drehachse um 180° geschwenkt. Jetzt wird das Dosiergerät mit der Beize in das Beizgerät geschoben. Je nach Anzahl der Hubbewegungen am Dosiergerät fällt mehr oder weniger Beize in die unten liegenden Magazine. Das Dosiergerät wird herausgezogen und ein neuer Siebdeckel mit Magazine eingeschoben. Da die Rüttelmaschine mit einer Zeituhr versehen ist, kann die gewünschte Beizdauer sehr leicht eingestellt werden. Das Beizgerät wird nach dem Beizvorgang wieder um 180° geschwenkt und die Beize fällt von oben in die unteren Magazine. Die oberen Magazine geben die überflüssige Beize ab, die Beize fällt durch den Siebdeckel und die unteren Körner werden gebeizt. Dieser Vorgang kann sich fortlaufend wiederholen, bis wieder Beize dazudosiert werden muß.

### 3.5. Saatvorbereitung der Eliten

Wie bereits erwähnt, werden jeweils zehn Magazine auf eine Deckplatte aufgeschoben, damit bei der Saat die Maschine kontinuierlich beschickt werden kann. Diese Arbeit muß genau nach dem Anlageplan erfolgen, damit die entsprechende Reihenfolge eingehalten wird und keine Säfehler entstehen. Es ist zweckmäßig, hierfür standardisierte Zuchtgartenpläne anzulegen, damit eine erleichterte Kontrolle möglich ist.

Wird der Zuchtgarten in Längssaat, also in parallel zum Bonitierungsweg laufenden Reihen angelegt, so sind die Magazine nach den laufenden Anbaunummern aufzuschieben.

Bei der Quersaat — die Reihen laufen senkrecht zum Bonitierungsweg — ist die Zusammenstellung und Ordnung der

Magazine nach einer Art Baukastensystem, entsprechend dem Anbauplan, vorzunehmen.

Insgesamt betrachtet, bietet diese Arbeitskette in der Rationalisierung der Zuchtarbeit erhebliche Vorteile. Es stellt eine echte Ergänzung der bisherigen Mechanisierungsmöglichkeiten dar und trägt besonders dazu bei, die sehr kostenaufwendige Zuchtgartenansaat, ohne daß die Mechanisierung zu große Konzessionen von der Idealverteilung der Pflanzen fordert, wesentlich zu verbilligen und gleichzeitig das Witterungsrisiko erheblich zu verringern. Darüber hinaus können ebenso Ernte und Verarbeitung des Zuchtmaterials rationalisiert und vereinfacht werden.

## 4. Zusammenfassung

Mit Hilfe der dargestellten Mechanisierungskette dürfte wohl eines der größten Probleme in der Rationalisierung der Pflanzenzüchtung beseitigt worden sein. Es sollte ein Überblick über die Einsatzmöglichkeit der vollautomatischen Elitensämaschine sowie der Elitenernte mit dem Parzellenmähdrescher, über den Ährenbeziehungsweise Pflanzenbruch, die Saatgutbeizung und die Vorbereitung des Zuchtmaterials für die Aussaat gezeitigt werden.

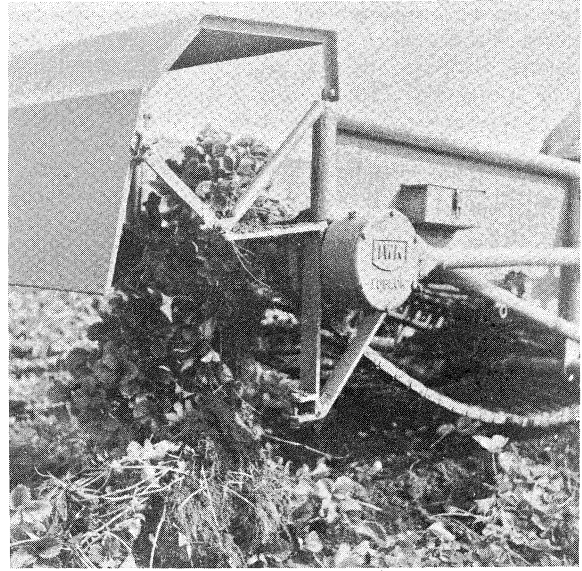
Die in der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik Weihenstephan entwickelten Geräte, im einzelnen die Elitensämaschine (System Weihenstephan), der Ährendrescher (umgebaut für den Magazindruck), die Beizgeräte (für die Magazine), die Siebdeckel (für die Magazine), die Dosiergeräte (für die Magazine) und der Kornverteiler (für die Magazine) werden von einer Firma seit 1968 in Serie hergestellt. Das gesamte Programm wird jetzt in den meisten Ländern Europas ausgeliefert.

## Schrifttum

- [1] HOESER, K., K. WENISCH und F. KEYDEL: Rationalisierung des Anbaues, der Ernte und der Verarbeitung in der Getreidezüchtung über eine neu entwickelte Mechanisierungskette. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 61 (1969) S. 252—261
- [2] WENISCH, K.: Automatisierte Ähren- und Pflanzensaat und ihre Auswirkung auf das Zuchtverfahren. Der Pflanzenzüchter 12 (1970) S. 194—207
- [3] GRIMM, K. und G. RÖDEL: Tätigkeitsbericht Landtechnik 1968/69 o. O. o. J.

## Stipendienprogramm Informatik

Die Studiengänge für das Fach Informatik werden gegenwärtig an verschiedenen Universitäten mit Nachdruck eingerichtet. Denn ein Rückstand zu vergleichbaren Industrienationen im Ausbildungsangebot unserer Hochschulen gilt es aufzuholen und zugleich eine empfindliche Lücke zu schließen, die heute zwischen Angebot und Nachfrage bei Informatikern klafft. Die Aufbauarbeiten haben nun eine sinnvolle Ergänzung gefunden. Um jungen deutschen Wissenschaftlern und Studenten die Möglichkeit zu geben, Erfahrungen in Forschung und Ausbildung auf dem Gebiet der Informatik zu sammeln, hat der Deutsche Akademische Austauschdienst mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft ein entsprechendes Stipendienprogramm aufgelegt. Es ist auf die Vereinigten Staaten und Großbritannien beschränkt. Um Stipendien können sich bewerben: Nachwuchswissenschaftler mit überdurchschnittlichen wissenschaftlichen Leistungen für einen Forschungsaufenthalt, Wissenschaftler der Fachrichtungen Mathematik, Elektronik und Studierende der Informatik mit abgeschlossenem Vordiplom für einen Studienaufenthalt.



## Ein Verfahren zur mechanischen Gewinnung von Erdbeerjungpflanzen

Von G. RÖDEL

Der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik wurde die Aufgabe gestellt, ein Arbeitsverfahren zu entwickeln, das es ermöglicht, Erdbeerjungpflanzen von der Mutterpflanze und voneinander mechanisch zu trennen und schonend aufzunehmen. Die Anregung zu diesen Arbeiten und eine finanzielle Unterstützung wurden der Landesanstalt von Herrn DIETER EBERLE aus Bronnen, Kreis Mindelheim, gegeben.

Konstruktiv waren zur Erreichung des Zieles folgende Aufgaben zu lösen:

1. Abtrennen der Jungpflanzen und Zerteilen der Ranken;
2. Ausheben der Jungpflanzen;
3. Vorreinigung der Jungpflanzen;
4. Nachreinigen der Jungpflanzen;
5. Schwadablage.

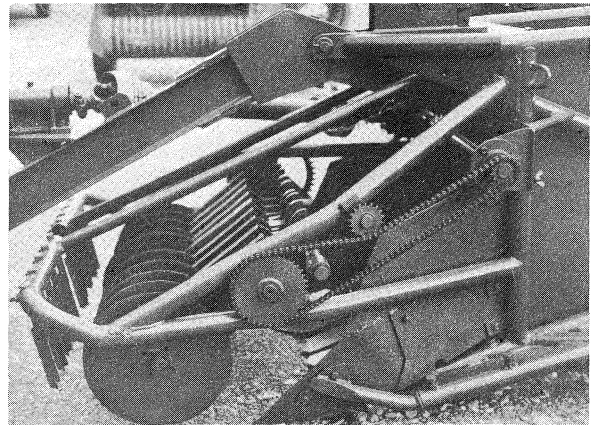
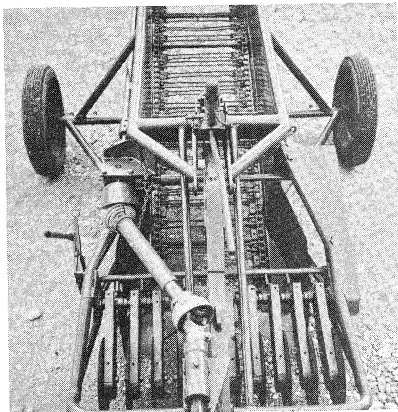


Abb. 2: Sechantrieb und Aufnahmeschar



Ein umgebauter, einreihiger, zapfwellengetriebener Siebkettengerät bildete das Grundgerät. Er wurde wie folgt umgebaut: Entsprechend den Reihenabständen der Mutterpflanzen von jeweils 1 m wurde die Fahrspur des Roders auf 2 m verbreitert. Das Aufnahmeschar erhielt eine Arbeitsbreite von 90 cm. Vor den Scharen wurden jeweils 10 einzeln aufgehängte, angetriebene (200 Upm) Scheibenseche mit einem Durchmesser von 33 cm angebracht (Abb. 1, Abb. 2). Die Seche haben die Aufgabe, die Erdbeerranken in Abständen von ca. 10 cm zu durchtrennen. Das Rodeschar hebt aus einer Arbeitstiefe von 15—20 cm die Jungpflanzen aus dem Boden. Die Siebkette übernimmt das Fördern der Pflanzen. Am Heck des Roders wurden rotierende Federzinken angeordnet, die die ankommenden Pflanzen auflockern. Gleichzeitig werden die Jungpflanzen an ein Prallblech geschleudert um anhaftende Erdklumpen,

die von der Siebkette nicht aufgelöst wurden, zu zertrümmern. Ein Rüttelsieb unterhalb der Zinkenwelle trennt die letzten Erdreste von den Erdbeerjungpflanzen (Abb. 3). Die gerodeten Erdbeerjungpflanzen werden dann in Schwadform zwischen den beiden Mutterpflanzenreihen abgelegt. Die Aufnahme des Schwades kann von Hand oder mechanisch erfolgen.

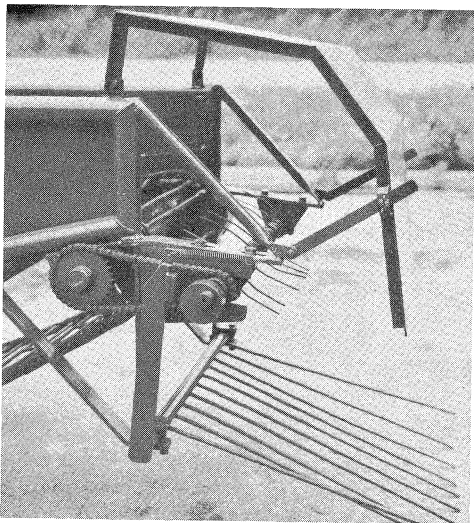
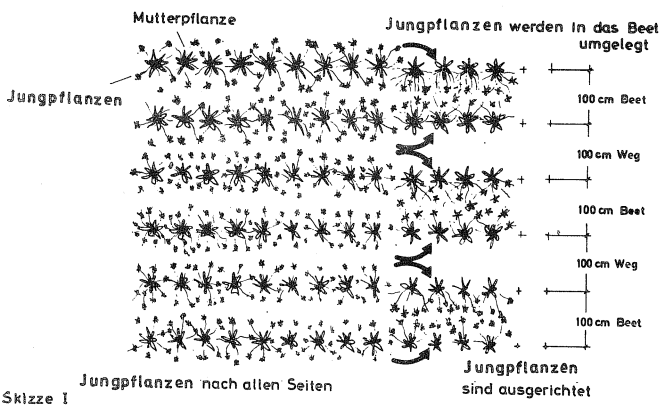


Abb. 3: Federzinkenwalze, Prallblech und Rüttelsieb

**Feldvorbereitung für den Rodereinsatz**

Für den Einsatz dieses Versuchsrodere war es notwendig, die Vermehrungspflanzung entsprechend herzurichten. Der Reihenabstand zwischen den Mutterpflanzen betrug

**Feldvorbereitung für den Rodereinsatz**



Skizze I

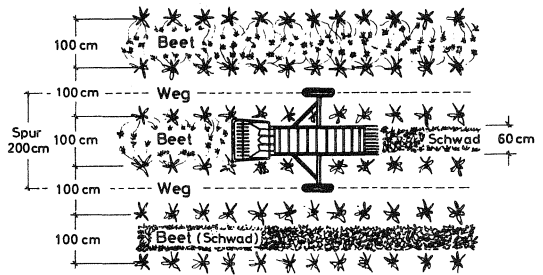
Abb. 4: Erklärung im Text

100 cm. Noch bevor die ersten Jungpflanzen fest anwurzeln, werden die Ranken mit der Hand von beiden Seiten in die Vermehrungsreihe gelegt, so daß abwechselnd eine Fahr- und eine Vermehrungsreihe entsteht (Abb. 4).

**Arbeitsablauf**

Für die Ernterversuche wurde die Schlepperspur auf 200 cm eingestellt. Der Roder wurde in das Zugpendel des Schleppers gehängt und mit einer Arbeitgeschwindigkeit von 3 km/h gezogen (Abb. 5). Die Arbeitstiefe betrug 15 bis 20 cm, die Schare gingen links und rechts knapp an den Mutterpflanzen vorbei. Bei dieser Arbeitstiefe konnten die Seche nur 1 cm tief in den Boden eindringen und Wurzelbeschädigungen kaum verursachen.

Bei wiederholten Versuchseinsätzen (insgesamt wurden 4 ha geerntet) zeigte sich, daß die Aufnahme, das Vorreinigen und Nachreinigen, sowie die Schwadablage der Pflanzen gut funktionierten. Voraussetzung war jedoch ein weitgehend siebfähiger Boden. Das Durchtrennen der Ranken erfolgte von den Scheibensechen nicht immer einwandfrei. Die Ursache hierfür ist zum Teil in ungünstigen Bodenverhältnissen zu suchen, aber auch an der exakten



Einsatz des Roders in den dafür vorbereiteten Beeten

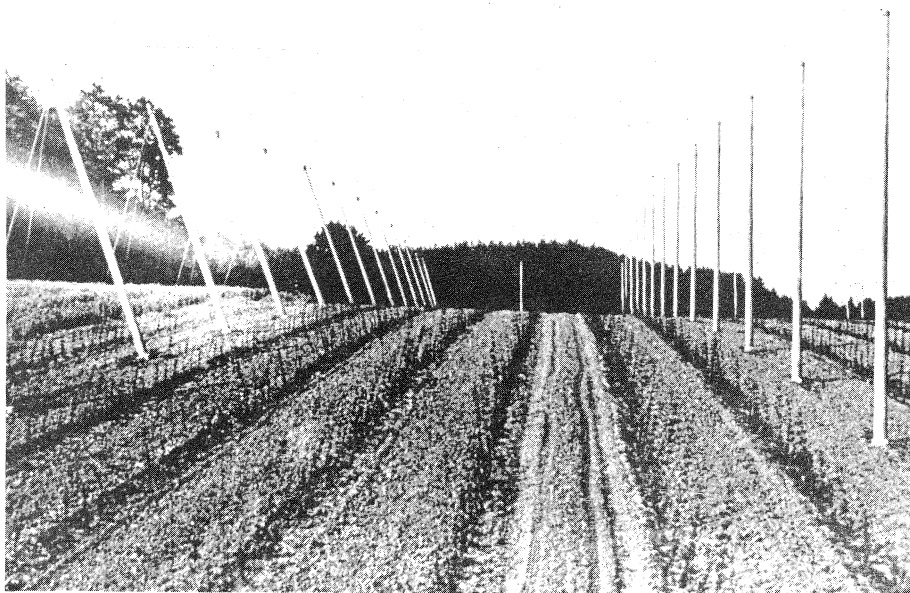
Skizze III

Abb. 5: Erklärung im Text

Einstellung der Seche. Hier müßten noch weitere Verbesserungen erfolgen. — Die Verluste hielten sich in engen Grenzen, sie lagen bei ca. 10 %. Für das Personal war der Einsatz der Versuchsmaschine eine große Erleichterung, denn das mühevoll Ausstechen der Erdbeerjungpflanzen entfiel, es blieb nur noch ein Aussortieren.

Die Versuche wurden von uns 1970 nicht fortgeführt. Es ist aber anzunehmen, daß durch einige zusätzliche Verbesserungen dieses Verfahren durchaus für eine Reihe von Betrieben interessant sein könnte.





## Hopfenaufleitedrähte — ein Vorschlag für ihre Normung

H. D. Zeisig und J. Kreitmeier, Landtechnik Weihenstephan

Aufleitedraht ist für den Hopfenbau ein jährlich benötigter Massenartikel. Die ganzen Jahre her war nur von Drahtstärken ohne Qualitätsnorm die Rede, wobei die Hersteller der Drähte für den Hopfenpflanzler ganz im Gegensatz bei seinen Maschinen, Pflanzenschutz- und Düngemitteln anonym blieb. Sogar Prozesse mußten geführt werden, um Schadenersatzleistungen in Fällen zu klären, wo selbst bei gleicher Drahtstärke, aber verschiedenen Bezugsquellen des Hopfenpflanzers Hopfenschäden entstanden waren. Für den Hopfenpflanzerverband war dies der Anlaß, über eine enge Zusammenarbeit mit Oberbaurat Dr. Ing. Zeisig, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Weihenstephan, und den maßgeblichen Drahtherstellern, den Firmen Weihrauch und Westfälische Union, eingehende Versuche einzuleiten, um den Hopfenpflanzern Normen für die Drahtverwendung nennen zu können. In folgender Arbeit faßt Dr. Zeisig die Ergebnisse zusammen.

Die Redaktion

Im Jahre 1971 betrug die Hopfenanbaufläche in der BRD nach offiziellen Angaben 15 373 ha. Setzt man für die Aufleitedrähte einen durchschnittlichen Verbrauch von rd.

270 kg/ha an, so bedeutet das, daß im Jahre 1971 etwa 4 200 t Draht für das Aufleiten des Hopfens verarbeitet wurden.

Als Aussage über die Belastbarkeit der Drähte galt bisher die Angabe ihres Durchmessers. Die daraus abgeleitete Ansicht, daß, je größer der Drahtdurchmesser, um so höher müsse auch die Belastbarkeit des Drahtes sein, trifft nur bedingt zu. Bereits im Jahre 1970 (s. a. Hopfen-Rundschaue Nr. 23/24, 1970) wurde aufgrund der damaligen Untersuchungen die Drahtstärke der Aufleitedrähte als zweckmäßiges Unterscheidungsmerkmal für den Hopfenpflanzler in Frage gestellt. Eine bessere Absicherung der Ergebnisse, besonders in Bezug auf die erforderliche Mindestbruchlast, mußte jedoch mit Hilfe von neuen Versuchen während der Vegetationsperiode 1971 vorgenommen werden. Aus diesem Grunde wurden 14 verschiedene Drahtsorten an zehn Orten (Windgefährdete und Windgeschützte Lagen) der Hallertau überprüft, wobei sowohl Proben vor dem Aufhängen, d. h. also vom neuen Draht, als auch Proben während der Hopfenernte gezogen und auf einer Zerreißmaschine untersucht wurden. Die bei diesen Versuchen eingesetzten Drähte hatten je nach Sorte Durchmesser von 1,0 — 1,45 mm mit mittleren Bruchlasten beim neuen Draht zwischen 38,1 und 60,2 Kp. Bei jeder

untersuchten Drahtsorten wurden pro Standort bzw. Hopfensorte mindestens 500 Reben aufgeleitet, so daß die während der Vegetationsperiode erfolgte Feststellung der Schadstellen (gefallene Reben) einen hinreichend genauen Überblick über die Eignung der verschiedenen Drähte für die einzelnen Hopfensorten ergab. Die als vertretbar angesehene Grenze der Schadstellenzahl wurde mit 0,2% angenommen; d. h., wenn auf 500 Reben während der Vegetationsperiode weniger als 1 Rebe durch Reißen des Drahtes gefallen war, kann die verwendete Drahtsorte als geeignet für die entsprechende Hopfensorte angesehen werden.

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen bestätigen im wesentlichen die bereits 1970 getroffenen Feststellungen. Weder der Drahtdurchmesser noch die Reißfestigkeit (Kp/mm<sup>2</sup>) sind ein geeigneter Beurteilungsmaßstab für die Haltbarkeit der Aufleitdrähte. Lediglich die Bruchlast ergibt ein brauchbares Unterscheidungsmerkmal.

Diese Bruchlast soll, um eine ausreichende Haltbarkeit der Aufleitdrähte zu gewährleisten, je nach Hopfensorte zum Erntezeitpunkt zwar bestimmte Mindestwerte nicht unterschreiten (z. B. 35 Kp bei Hallertauer Mittelfrüh) jedoch liegt die Bruchlastminderung durch Einwirkung von z. B. Rost, Spritzmitteln, mech. Beanspruchungen oder auch evtl. Pflanzensäften nicht im Einflußbereich des Drahtherstellers. Daraus folgt, daß für die neuen Drähte bestimmte Mindestbruchlasten gefordert werden müssen, die eine ausreichende Haltbarkeit gewähren.

Um nicht für jede Hopfensorte einen anderen Draht verwenden zu müssen, erscheint es zweckmäßig, zunächst bei den Hopfensorten eine Klassierung in leichte und mittelschwere bis schwere vorzunehmen. Aufgrund ihres Wuchses werden eingeteilt:

Leichte Sorten	schwere — mittelschwere Sorten
Hallertauer Mittelfrüh	Brewers Gold
Spalter	Hersbrucker Spät
Tettnanger	Hüller Bitterer u. Ä.
Northern Brewer u. Ä.	
39 Kp	— Mindestbruchlast — 47 Kp

Die durchgeführten Untersuchungen haben, wie in der obigen Zusammenstellung angegeben, gezeigt, daß beim neuen Draht, für leichte Sorten eine Mindestbruchlast von 39 Kp und für mittelschwere bis schwere Sorten eine Mindestbruchlast von 47 Kp zu fordern ist.

Bei diesen Werten sollte die Bruchdehnung (u. a. ein Maß für die Weichheit des Drahtes), bezogen auf eine Prüflänge von 100 mm 25% nicht unterschreiten. (Die von uns untersuchten Drahtproben hatten beim neuen Draht alle eine Dehnung von größer als 35%, allerdings ist in diesem Wert die Maschinendehnung mit enthalten).

Die Bruchlastminderung während der Vegetationsperiode 1971 betrug bei den untersuchten Drahtproben maximal rd. 13%, beim 1 mm Draht; stärkere Drähte zeigten geringere Werte, jedoch läßt sich aus den durchgeführten Untersuchungen nicht mit Sicherheit ableiten, daß die Bruchlastminderung um so geringer ist, je dicker der Draht ist. Die aus den Untersuchungen des Jahres 1970 (Hopfen-Rundschau Nr. 23/24, 1970) abgeleiteten höheren Werte sind offensichtlich darauf zurückzuführen, daß bei den damaligen Untersuchungen die verwendeten neuen Drähte nicht identisch waren mit den während der Hopfenernte gezogenen Drahtproben.

Die oben aufgeführten Mindestbruchlasten, die für die entsprechenden Hopfensorten zu fordern sind, lassen sich bei gezielter Qualitätsstandartisierung für 39 Kp mit einem 1,2 mm starken Draht und für 47 Kp mit einem solchen von 1,3 mm Durchmesser erreichen.

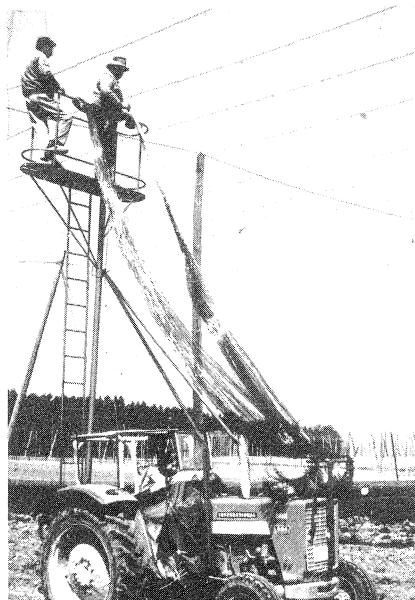
Grundsätzlich können auch dünnere Drähte, wenn sie die geforderten Mindestbruchlasten aufweisen, ohne Schwierigkeiten als Aufleitdrähte verwendet werden. Der von uns versuchsweise eingesetzte 1,0 mm Draht mit einer mittleren Bruchlast von 39,6 Kp führte weder beim Anleiten noch bei der Pflückmaschine und beim Häcksler zu irgendwelchen besonderen Störungen.

Tab.: Lauflänge von Hopfenaufleitdrähten.

Drahtbez. (·/·)	Drahtdurchm. (mm)	Lauflänge (m/100 kg)
10 er	1,0	ca. 16 230
11 er	1,1	ca. 13 400
12 er	1,2	ca. 11 260
13 er	1,3	ca. 9 610
14 er	1,4	ca. 8 330

Der mögliche Vorteil des dünneren Drahtes geht aus der obigen Tabelle über die Lauflängen hervor. Dieser Vorteil kann jedoch nur dann voll zum Tragen kommen, wenn es technisch möglich sein wird, einen dünnen Draht (1,0 mm) zum gleichen kg-Preis herzustellen wie den dickeren Draht ( $\geq 1,2$  mm). Drähte unter 1,0 mm Durchmesser sind nicht von uns untersucht worden. Es kann jedoch vermutet werden, daß bei Drahtdurchmessern wesentlich unter 1,0 mm durch Rostfraß verursachte Kerbwirkungen stärkere Bruchlastminderungen als oben angegeben hervorrufen. Das würde bedeuten, daß für derartige Drähte die zu fordernden Mindestbruchlasten neu festzulegen wären.

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen läßt sich feststellen, daß für Hopfenaufleitdrähte bestimmte Mindestbruchlasten zu fordern sind, wenn die Schadstellen während der Vegetationsperiode auf ein Minimum begrenzt werden sollen. Unter Berücksichtigung der während der Wachstumsperiode aufgetretenen maximalen Bruchlastminderung von 13% ist beim neuen Draht für leichte Hopfensorten eine Mindestbruchlast von 39 Kp und für schwere bis mittelschwere Hopfensorten eine Mindestbruchlast von 47 Kp erforderlich.



"Drahtaufhängen"  
Eine der Frühjahrsarbeiten im Hopfengarten

# Neuere landtechnische Entwicklungen in der Rindviehhaltung

Von Prof. Dr. H. L. Wenner und Dr. H. Schön,  
Institut für Landtechnik, Freising-Weihenstephan

Der technische Fortschritt der letzten 20 Jahre hat wesentlich dazu beigetragen, daß auch in der landwirtschaftlichen Produktion eine erhebliche Verbesserung der Einkommenslage erzielt werden konnte. Allerdings sind große Unterschiede zwischen den einzelnen Betriebszweigen zu verzeichnen. Während in der pflanzlichen Produktion mit Hilfe moderner landtechnischer Lösungen der Anschluß an hohe Einkommenserwartungen leichter erreicht werden kann, blieb die technische Entwicklung im Bereich der tierischen Produktion zurück. Das gilt besonders für die Rindviehhaltung, die nach wie vor ungelöste technische Probleme aufweist. Dabei kann die Landtechnik für die Rindviehmast oder die Aufzucht bei entsprechend großen Einheiten noch günstige Verfahren bereitstellen; erhebliche Schwierigkeiten sind jedoch bei der Milchviehhaltung zu erwarten, einem Betriebszweig, der etwa 40% der gesamten Einkünfte der westdeutschen Landwirtschaft liefert.

Auf Grund dieser überragenden Bedeutung der Milchviehhaltung ergibt sich die sorgenvolle Frage, welche Chancen überhaupt für die Zukunft bestehen und welchen Beitrag die Landtechnik für eine wesentliche Verbesserung der Kuhhaltung leisten kann. Eine solche Fragestellung läßt sich jedoch erst dann erörtern, wenn zunächst die Voraussetzungen für die zukünftige Weiterentwicklung des Betriebszweiges Milchviehhaltung skizziert werden.

Zweifellos wird auch in der Milchviehhaltung als starke Triebfeder für technische Weiterentwicklungen der steigende Einkommensanspruch maßgebend sein, und es ist letztlich Sinn und Aufgabe der Technik, dies zu ermöglichen. Geht man vom augenblicklichen Stand der Einkommensverhältnisse aus, so wird bis etwa 1980 eine Verdoppelung der Einkommen auch in der Landwirtschaft gefordert, wie aus verschiedenen Prognosen hervorgeht. Das bedeutet aber, daß in Zukunft gewaltige Anforderungen an entsprechend leistungsfähige Arbeitsverfahren auch in der Innenwirtschaft gestellt werden müssen. Denn bei der Annahme, daß die Produktpreise nur geringen Veränderungen unterliegen werden, läßt sich eine Steigerung der Einkommen vorrangig durch eine Ausweitung des Produktionsumfanges je Arbeitskraft erreichen. Für die landtechnische Aufgabenstellung ist es deshalb erforderlich, das in Zukunft notwendige Produktionsvolumen je Arbeitskraft zu kennen, um die Anforderungen an künftige Arbeitsverfahren zu fixieren. Hierbei dürfte es genügen, wenn stark vereinfachte Modellrechnungen unterstellt werden, die betriebswirtschaftlich fundierte Untersuchungen nicht

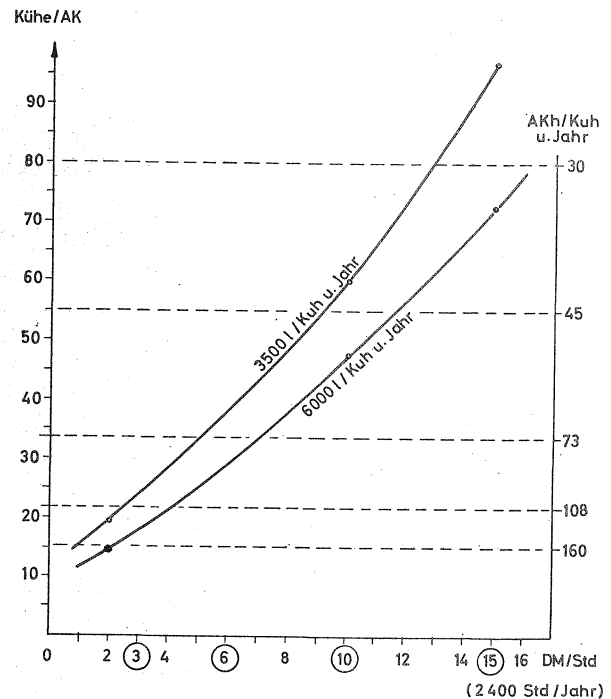


Abb. 1:  
Erforderliches Arbeitsvolumen einer AK bei verschiedenen Einkommensansprüchen und unterschiedlicher Produktionsleistung (Milchvieh ohne Nachzucht; 2400 Std/AK und Jahr; vereinfachte Modellrechnung)

ersetzen können. Deshalb soll und kann eine Betrachtung dieser Art keinen Anhaltspunkt für die einzelbetriebliche Organisation liefern, noch die Frage klären, ob das erforderliche Produktionsvolumen vom Einzelbetrieb oder anderen Betriebsorganisationen erreicht werden kann. Mit diesen Einschränkungen zeigt sich bei heute üblichen Unterstellungen und bei verschiedenen Einkommensansprüchen das in Abb. 1 wiedergegebene Bild.

Für einen Einkommensanspruch von etwa 3 DM/Std. genügt ein Produktionsumfang von etwa 22 Kühen, die ausschließlich von einer AK betreut werden; dazu sind bei der Milchviehhaltung ohne Nachzucht Arbeitsverfahren von 108 AKh/Kuh und Jahr ausreichend. In dieser Situation befindet sich noch ein Großteil unserer milchviehhaltenden Betriebe.

Werden jedoch schon heute 6 DM/Std. angestrebt, dann muß diese Arbeitskraft etwa 35 Kühe betreuen können, falls man eine verkaufte Milchmenge von 3500 l/Kuh und Jahr unterstellen kann. In diesem Fall darf ein Arbeitszeitbedarf von 73 AKh/Kuh und Jahr nicht überschritten werden. Die Zahl der zu haltenden Kühe kann übrigens bei gleichen Einkommenserwartungen reduziert werden, wenn die Milchleistung/Kuh entsprechend zunimmt, eine Maßnahme, die besonders im Hinblick auf die Kapitalbelastung des Betriebes sehr wirkungsvoll ist. In diesem Beispiel bei 6 DM/Std. würden bei 6000 kg Milch/Kuh und Jahr bereits 28 Kühe/AK genügen, gegenüber sonst 35 Kühen.

Alle Planungen — besonders im Bereich der Milchviehhaltung — müssen jedoch wegen der relativ langfristigen Festlegung von Gebäudekapital noch weiter in die Zukunft gerichtet werden. Ein Einkommen von 10 DM/Std. in der Milchviehhaltung erfordert ein Arbeitsvolumen von etwa 55 bis 60 Kühe/AK, wofür nicht mehr als 45 AKh/Kuh und Jahr aufgewendet werden dürfen. Bei sehr hoher Milchleistung genügen 47 Tiere je AK. Im übrigen handelt es sich

in diesem Bereich um heutige Lohnarbeitsbetriebe, die 10 DM/Std. also bei 2400 Std./Jahr 24 000,— DM im Jahr für ihren Melker ausgeben müssen und folglich keine eigene Rendite mehr erzielen können.

Schließlich verlangt ein Einkommensanspruch von 15 DM/Std. — wie er von namhaften Agrarökonomen für die nächsten 10 bis 15 Jahre als notwendig erwartet wird — etwa 80 Kühe/AK mit einem minimalen Arbeitsaufwand von 30 AKh/Kuh und Jahr. Diese Zielvorstellung muß man sich vor Augen halten, wenn an Planungen im Bereich der Milchviehhaltung gedacht wird; denn gerade hier werden Investitionen getätigt, die einige Jahrzehnte genützt werden müssen.

Auf Grund dieser geschilderten Zusammenhänge lassen sich drei Problemkreise für die weitere Entwicklung landtechnischer Verfahren in der Milchproduktion ableiten, auf die in den nachfolgenden Ausführungen näher eingegangen werden soll.

1. Die Anforderungen an die Arbeitsverfahren der Milchviehhaltung werden gegenüber der augenblicklichen Situation zwangsläufig gewaltig steigen. Und in keinem anderen Betriebszweig der landwirtschaftlichen Produktion wie in der Kuhhaltung muß sich infolge der schlechten Ausgangssituation ein Umschwung und eine stark dynamische Entwicklung einstellen, die es erlauben, den Produktionsumfang der Arbeitskraft, also die Zahl der Kühe je Arbeitskraft, erheblich zu steigern.

2. Nicht nur die Zahl der Tiereinheiten je Arbeitskraft, sondern auch die jeweilige Tierleistung ist in Zukunft für das Produktionsvolumen und die Einkommensverhältnisse mit maßgebend. Das bedeutet, daß solche landtechnischen Arbeitsverfahren und technisierten Produktionsprozesse im Vordergrund stehen müssen, welche die volle Ausschöpfung der tierischen Leistung ermöglichen. In diesem Zusammenhang sollen hohe Produktionsleistungen nicht wie in früheren Jahren dazu dienen, die Eigenversorgung zu verbessern, sondern es bietet sich hier die Chance, ohne langfristige Investitionen die Arbeitsproduktivität zu steigern.

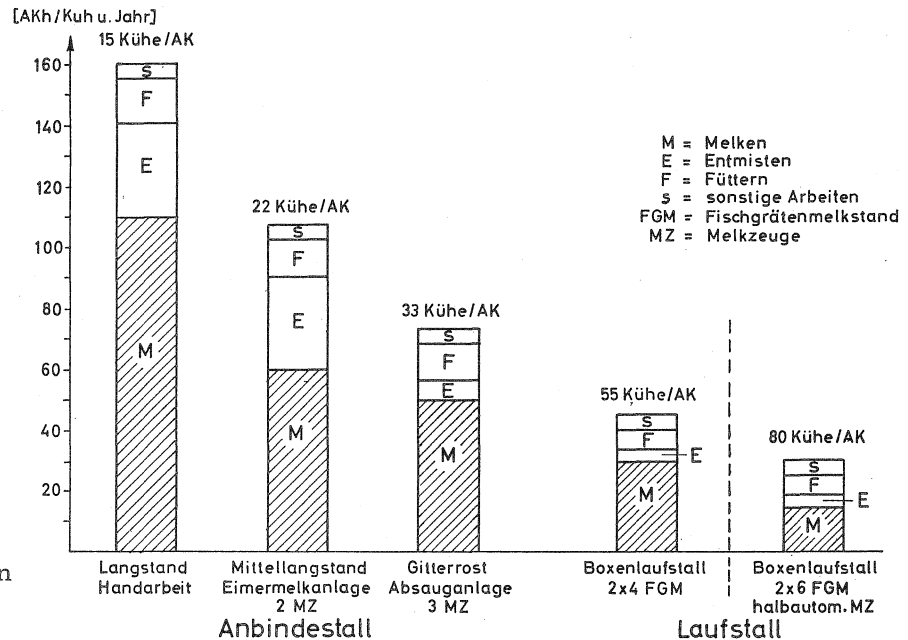
3. Die Ausweitung des Arbeitsvolumens je Arbeitskraft wirft aber nicht nur arbeitswirtschaftliche Probleme auf, sondern führt mit Sicherheit zu ernsthaftem Problemen bei der Kapitalbeschaffung. Während unseren Betrieben bisher durch eine Aufstockung um nur wenige Tiere bereits erhebliche Anstrengungen abverlangt wurden, wird die künftige, wesentlich expansivere Entwicklung um ein Vielfaches höhere Kapitalanforderungen für Herdenaufstockung, neue Stallplätze und zugehörige Mechanisierung stellen. Für diesen Aufstockungsprozeß muß es eine vornehmliche Aufgabe der Landtechnik sein, solche Halte- und Arbeitsverfahren zu entwickeln, die sich stufenweise ausbauen lassen und nur jeweils bescheidene Kapitalmengen erfordern.

In dieser Reihenfolge der Problemstellungen sollen nun einige neuere landtechnische Entwicklungen für die Rinderhaltung besprochen werden, an deren Lösung die Landtechnik Weihenstephan maßgeblich beteiligt war.

### **1. Maßnahmen zur Steigerung der Arbeitsleistung**

Zunächst ist hier die Frage zu klären, in welchem Umfang die bisher gebräuchlichen Arbeitsverfahren die eingangs skizzierten Anforderungen an Arbeits-

Abb. 2:  
Arbeitszeitbedarf und mögliches Arbeitszeitvolumen einer AK bei verschiedenen Verfahren der Milchviehhaltung



produktivität und mögliches Arbeitsvolumen entsprechen, bzw. wo die größten Engpässe auftreten (Abb. 2).

Als Ausgangspunkt dieser Betrachtung soll die Handarbeitsstufe in der Milchviehhaltung gewählt werden. Hierbei sind je Kuh etwa 160 Std./Jahr aufzuwenden, so daß eine Arbeitskraft bei 2400 Std. jährl. Arbeitszeit lediglich etwa 15 Kühe betreuen kann. In diesem Verfahrensvergleich wurde zudem unterstellt, daß die Arbeitskraft ausschließlich für die Kuhhaltung ohne Nachzucht tätig und durch die Futterernte nicht belastet ist. Auffallend hoch ist bereits bei der Handarbeitsstufe der Anteil der Melkarbeiten, die mehr als die Hälfte des gesamten Arbeitsbedarfes erfordern. Wird für diese Arbeiten eine Eimermelkanlage mit zwei Melkzeugen eingesetzt, vermindert sich der Arbeitsbedarf je Kuh auf etwa 108 Std./Jahr, was einem möglichen Arbeitsvolumen von 22 Tieren entspricht. Bei dieser Produktionsleistung kann ein Lohn von etwa 3 DM/Std. erzielt werden.

In einem weiteren Verfahren sind eine Rohrmelkanlage mit drei Melkzeugen, strohlose Gitterrostaufstallung und eine mechanisierte Silagefütterung vorgesehen. Dies entspricht der derzeit höchsten Mechanisierungsstufe des Anbindestalles, und hier kann der Arbeitsbedarf auf etwa 80 Std./Jahr reduziert werden. Eine Arbeitskraft ist folglich in der Lage, bei ausschließlicher Milchviehhaltung 33 Kühe zu betreuen und ein Arbeitseinkommen von 6 DM/Std. zu erzielen. Dies entspricht in etwa unseren heutigen durchschnittlichen Einkommenserwartungen. Damit dürfte aber auch die Grenze arbeitswirtschaftlicher Verbesserungen im Anbindestall erreicht sein, allein wegen der bei dieser Stallform nicht mehr wesentlich zu reduzierenden Melkarbeiten.

Erst im Laufstall mit größerem Fischgrätenmelkstand, vollmechanischer Entmistungsanlage und arbeitssparenden Fütterungsverfahren genügen 45 AKh/Kuh und Jahr, so daß eine Arbeitskraft etwa 55 Kühe betreuen und bei durchschnittlicher Milchleistung einen Stundenlohn von etwa 10 DM erzielen kann. Auf lange Sicht muß jedoch mit einer weiteren Steigerung der Einkommensansprüche ge-

rechnet werden. Für einen Arbeitslohn von 15 DM/Std. beispielsweise müßte eine Arbeitskraft sogar 80 Kühe allein betreuen, ein Arbeitsvolumen, welches heute noch bei keinem bekannten Mechanisierungsverfahren annähernd realisiert werden kann.

Der Übergang zu dieser in Zukunft erforderlichen Produktionshöhe scheidet heute noch vor allem an dem hohen Arbeitszeitaufwand für die Melkarbeiten, die auch beim Laufstall etwa zwei Drittel der gesamten Stallarbeiten einnehmen. So entscheidet die Arbeitsgruppe Melken einschließlich der Vor- und Nacharbeiten über die weitere Ausdehnung der Arbeitsproduktivität im Kuhstall.

Neue Verfahren und neue technische Lösungen sind also in erster Linie unter dem Zwang der Arbeitszeiteinsparungen bei den Arbeiten für Milchgewinnung zu sehen. So stellt sich auch die Frage, ob selbst ein größerer Fischgrätenmelkstand den künftigen arbeitswirtschaftlichen Anforderungen gerecht werden kann, weil bei dieser Melkstandform absätzig mit einer Tiergruppe nach der anderen gearbeitet werden muß, und hier ein kontinuierlicher Arbeitsfluß noch nicht möglich ist. Eine Art „Fließarbeit“ ermöglicht in der Tat erst das Melkkarussell. Hier werden die Tiere an den Arbeitskräften vorbeigefahren. Inzwischen werden von der Industrie verschiedene technische Ausführungen von Karussellmelkständen angeboten, die sich in der Zahl der Buchten- und Melkzeuge, den eingesetzten Arbeitskräften und in ihrer Melkleistung unterscheiden (Abb. 3). Bei einem Vergleich dieser Karussellmelkstände mit dem größeren Fischgrätenmelk-

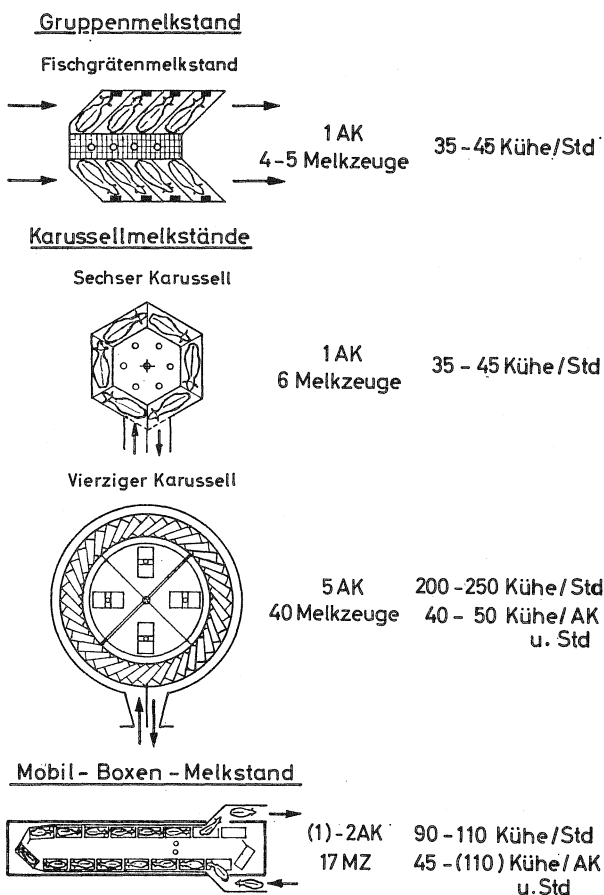
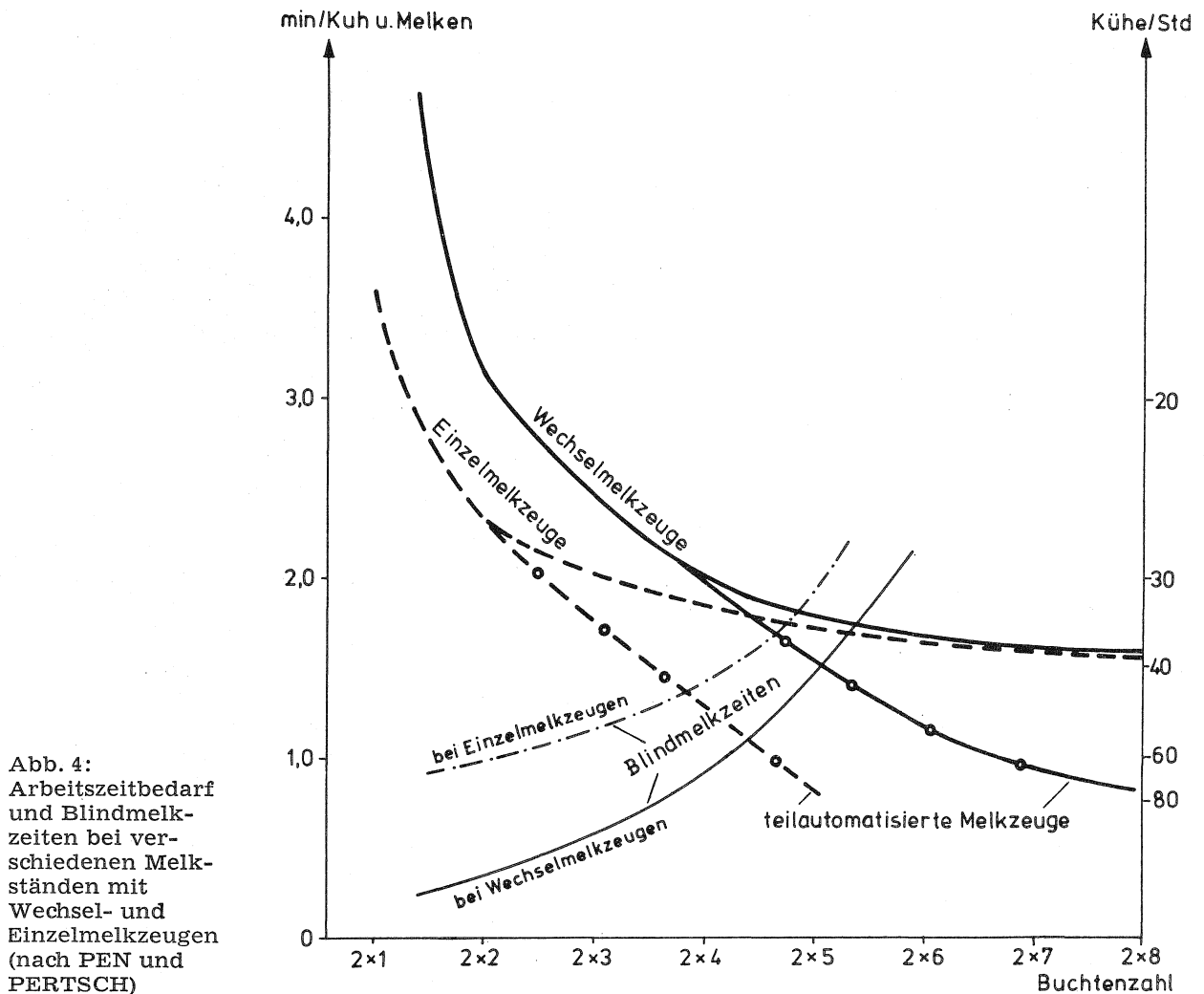


Abb. 3:  
Verschiedene Formen von Großmelkständen



stand ergibt sich jedoch letztlich der interessante Zusammenhang, daß die stündlich von einer Arbeitskraft gemolkenen Kühe nur unwesentlich voneinander abweichen, soweit bei allen Melkständen konventionelle Melkzeuge eingesetzt werden. Dies wird durch neuere Untersuchungen bestätigt, bei denen es sich zeigte, daß die Arbeitsleistung beim Melken weniger von der Melkstandform als von der Zahl der von einer Arbeitskraft ordnungsgemäß bedienten Melkzeuge abhängig ist (Abb. 4).

Bei Gruppenmelkständen wird für zwei gegenüberliegende Buchten meist nur ein Melkzeug vorgesehen (Wechselmelkzeug). Hier kann beim Einsatz von fünf Melkzeugen der Arbeitszeitbedarf je Kuh und Melken unter 1,5 min gesenkt werden. Dadurch können beispielsweise im  $2 \times 5$  Fischgrätenmelkstand 40, unter günstigen Voraussetzungen sogar 45 Kühe in der Stunde gemolken werden. Eine weitere Steigerung der Melkzeugzahl bringt dagegen keine nennenswerten Arbeitszeiteinsparungen mehr. Allerdings steigen dann die Blindmelkzeiten in einem bedenklichen Maße an. Ähnliches gilt beim Einsatz von Einzelmelkzeugen. Ist für jede Bucht ein eigenes Melkzeug vorgesehen, so können im  $2 \times 3$  Fischgrätenmelkstand etwa 30 bis höchstens 35 Kühe/Std. gemolken werden. Bei einer



weiteren Steigerung der Melkzeuge je AK treten aber auch hier Blindmelkzeiten in bedenklichem Umfang auf.

Eine weitere Steigerung der Melkzeugzahl über das genannte Maß hinaus führt nur dann zu arbeitswirtschaftlichen Verbesserungen, wenn auf die Nachmelkarbeiten verzichtet wird und gleichzeitig die Blindmelkzeiten eingeschränkt werden.

Auf Grund weltweiter Entwicklungen und auch eigener Arbeiten zeichnen sich in letzter Zeit Lösungen dieses Problems ab, die vor allem dazu führen, die Blindmelkzeiten einzuschränken. Als erster Schritt kann durch optische Signalgabe die Arbeitskraft besser als bisher auf das Milchflußende aufmerksam gemacht werden, eine Möglichkeit, die besonders im Anbindestall von Vorteil sein kann. Sofort nach Ende des Milchflusses kann der Melkvorgang aber auch automatisch unterbrochen werden, und die Arbeitskraft kann erst später nachmelken und die Melkzeuge abnehmen, wenn es dem optimalen Arbeitsablauf entspricht. Blindmelkzeiten werden so völlig ausgeschaltet. Die arbeitswirtschaftlich günstigste Lösung besteht jedoch zweifellos darin, wenn auf das Nachmelken verzichtet wird und nach Beendigung des Milchflusses nicht nur der Melkvorgang abgeschaltet, sondern auch die Melkzeuge abgenommen und zur Seite geschwenkt werden (Abb. 5).

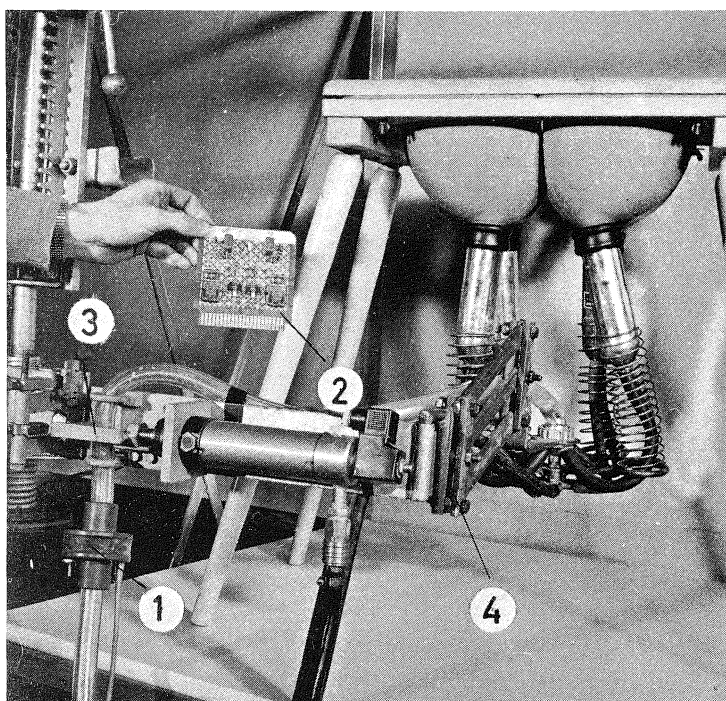


Abb. 5:  
Funktionsmodell einer teil-  
automatisierten Melkanlage.  
1 = Impulsgeber; 2 = Schaltrelais;  
3 = Abschaltvorrichtung für  
Vakuum; 4 = Schwenkarm

Die Arbeitskraft braucht dann lediglich die Melkzeuge anzusetzen, so daß ein Melker zwischen 10 und 12 Melkzeuge gleichzeitig bedienen und überwachen und über 80 Kühe je Stunde melken kann. Dies gilt jedoch nur für den Melkstand, gleich ob es sich um einen Fischgrätenmelkstand oder ein Melkkarussell handelt. Beide Formen werden gleichmäßig von dieser Entwicklung profitieren, so daß große Unterschiede in der Arbeitsproduktivität zwischen den verschiedenen Großmelkständen kaum auftreten.

Bei all diesen Melkständen wird es also in absehbarer Zeit möglich sein, den Arbeitszeitbedarf beim Melken entscheidend zu reduzieren; dadurch wird dann eine Arbeitskraft in die Lage versetzt, bis zu 80 Kühe allein zu betreuen einschließlich der sonstigen Arbeitsbereiche. Die eingangs gestellten Forderungen nach kräftiger Ausdehnung des Arbeitsvolumens erscheinen daher realisierbar. Allerdings lassen sich diese Zielvorstellungen selbst bei höchster Mechanisierungsstufe nicht im Anbindestall verwirklichen. In Zukunft wird für größere Tierbestände ausschließlich die Laufstallhaltung in Frage kommen.

## 2. Maßnahmen zur Steigerung der tierischen Leistung

Die Frage stellt sich aber, ob auch die Laufstallhaltung den steigenden Leistungsanforderungen an unsere Tiere gerecht wird, oder ob eine individuelle Betreuung des Einzeltieres beibehalten werden muß, wie dies als Vorteil des Anbindestalles immer wieder hervorgehoben wird. In erster Linie handelt es sich um eine individuelle, gezielte Fütterung, um das volle Leistungspotential des Einzeltieres auszuschöpfen; denn hohe Tierleistungen hängen zunächst von der Fütterung ab. Es sollte deshalb das Ziel weiterer Entwicklungen sein, im Laufstall ähnlich günstige Fütterungsverfahren wie im Anbindestall anzuwenden.

Grundsätzlich muß im Laufstall zwischen der Einzeltier- und der Herdenfütterung unterschieden werden (Abb. 6). Bisher herrscht bei diesem Stallsystem

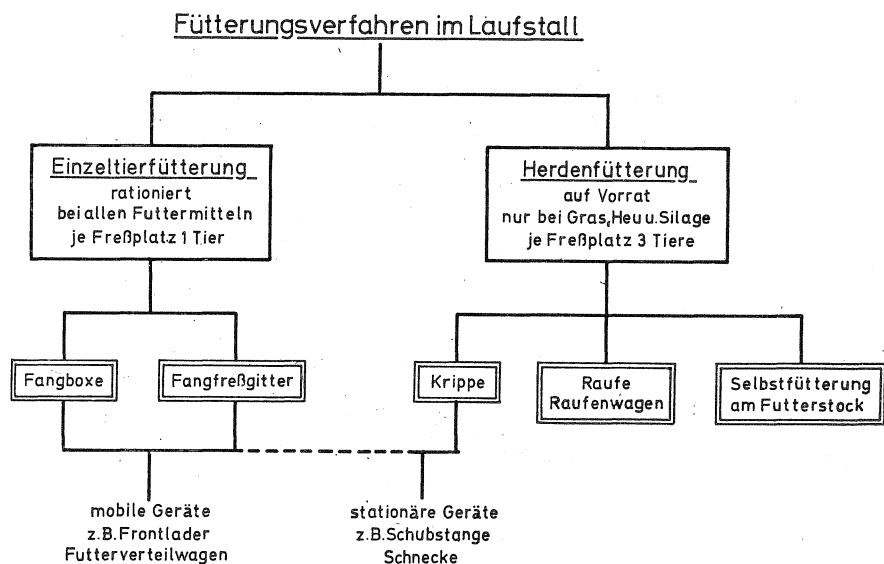


Abb. 6:  
Übersicht über die ver-  
schiedensten Arbeitsver-  
fahren zur Futtervorlage  
in Rinderlaufställen

allerdings die Herdenfütterung vor, bei der die wichtigsten Grundfutterarten Gras, Silage, Heu ohne Beschränkung auf Vorrat gereicht werden. Dazu genügt ein Freßplatz für drei Tiere, so daß die Fütterungseinrichtungen nur wenig Platz beanspruchen. Daher sind die Selbstfütterung am Futterstock, feste Vorratsraufen und mechanische Futterzubringer bei der Laufstallfütterung weit verbreitet. Als zusätzliche Lösung kam in letzter Zeit der Raufenwagen hinzu

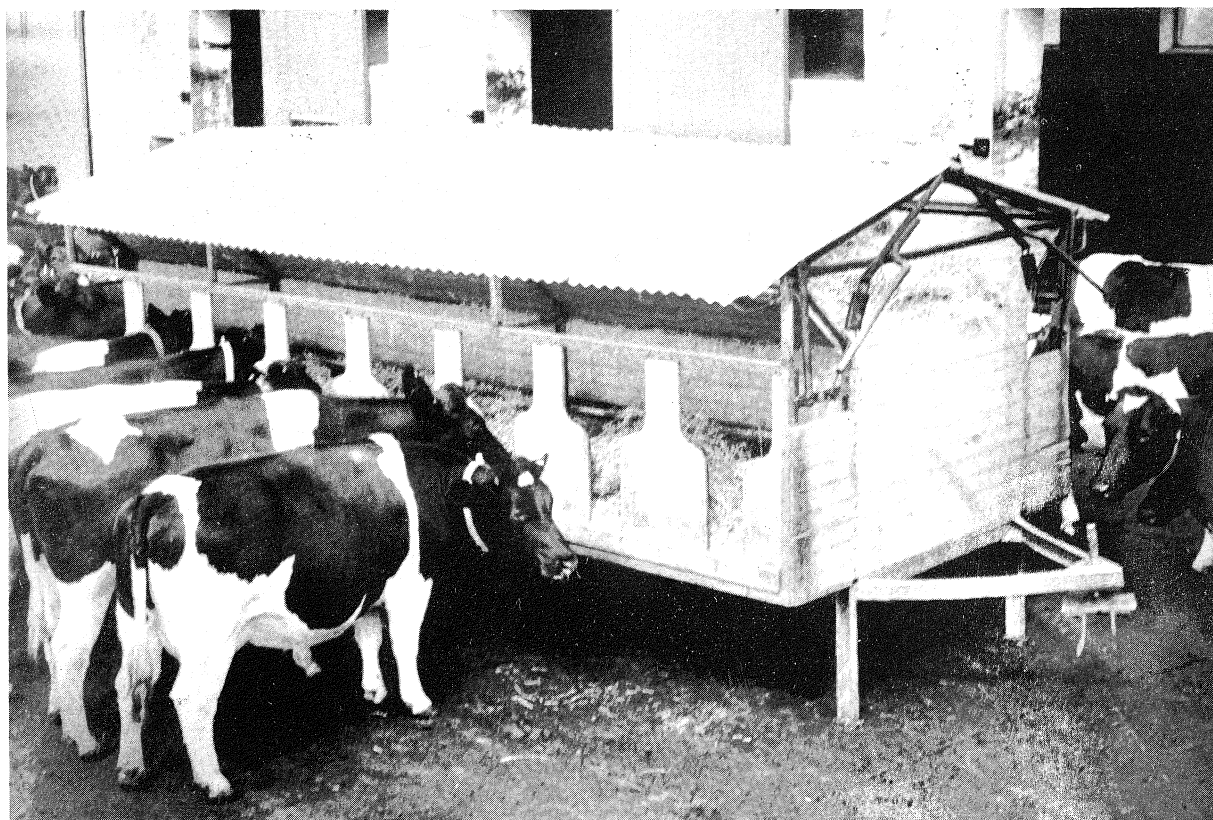


Abb. 7: Raufenwagen für das Füttern von Heu, Silage und Gras, ausreichend für etwa 40 Kühe. Zum Futterauffüllen wird das Dach aufgeklappt

(Abb. 7), der mit Frontlader oder Greifer am Futterlager gefüllt, mit dem Schlepper zum Stall gezogen und dort zur direkten Futterentnahme durch die Tiere abgestellt wird. Er eignet sich besonders bei größeren Entfernungen zwischen Futterlager und Stall zur billigen Mechanisierung der Futtervorlage. Alle Verfahren der Herdenfütterung befriedigen aber nur bei relativ einseitigen Futterrationen, die lediglich aus Heu und Silage bestehen und in Grünlandbetrieben üblich sind.

Demgegenüber können bei der Einzeltierfütterung alle Futtermittel rationiert und individuell jedem einzelnen Tier zugeteilt werden. Dies ist besonders für sehr schmackhafte und teils hochwertige Futterstoffe wichtig, die nicht auf Vorrat verabreicht werden können, wie Kraftfutter, Treber, Schnitzel, Futterrüben und gegebenenfalls auch Rübenblatt. Vielseitige Futterrationen aus diesen Futtermitteln sind vor allem in Ackerbaubetrieben üblich.

Voraussetzung für die Einzeltierfütterung aber ist, daß alle Tiere während der Futteraufnahme an Einzelfreßplätzen festgehalten werden. Das ist im Anbindestall immer der Fall, jedoch stehen auch im Laufstall inzwischen praktikable Lösungen für die Einzeltierfütterung zur Verfügung. So wurde — ausgehend vom Anbindestall — die Sperr- oder Fangboxe entwickelt, die das Einzeltier mit Ausnahme der Melkzeiten ständig in einer kombinierten Liege- und Freßboxe festhält. Hoher Kapitalaufwand und teilweise noch auftretende funktionelle Mängel beschränken aber vorerst noch eine weitere Verbreitung dieses Stall-

systems. Anders verhält es sich mit Fangfreßgittern, die in allen Laufstallsystemen eingebaut werden können und die lediglich die Tiere während des Fressens festhalten. Als recht günstige Lösung haben sich einfache Klappbügel über einem Spaltfreßgitter bewährt, die je nach Drehstellung folgende Funktionen übernehmen: Aussperren der Tiere während der Futterzubereitung; Einfangen und Festhalten jedes Einzeltieres während der Freßzeit; freie Vorratsfütterung ohne Fixieren der Tiere am Freßplatz. Eine solche Fütterungseinrichtung kann auf den Laufhof (Abb. 8), in einem gesonderten Raum oder direkt in

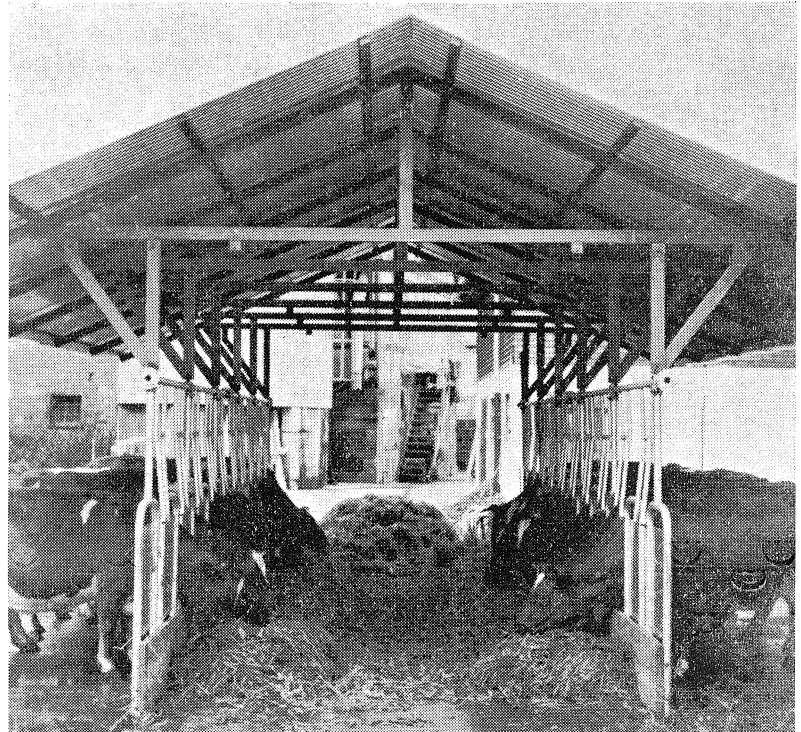


Abb. 8:  
Fangfreßgitter zur Einzeltier-  
fütterung auf dem Laufhof

den Liegebereich montiert werden. In allen Fällen ist nunmehr der bisherige Vorteil des Anbindestalles durch seine individuelle Fütterung des Einzeltieres auch im Laufstall zu verwirklichen — ein wichtiger Baustein zur Erzielung hoher Tierleistungen auch bei der Laufstallhaltung.

### 3. Maßnahmen zur Senkung des Kapitalbedarfes

Somit wird in Zukunft die Frage nach der zweckmäßigen Stallform weniger durch die Möglichkeit zur vollen Ausschöpfung der tierischen Leistung, sondern vielmehr durch die Höhe des erforderlichen Kapitalbedarfes entschieden.

Deshalb wird man bereits heute, verstärkt aber in Zukunft, die verschiedenen Stallssysteme mit ihrer zugehörigen Mechanisierung nach dem notwendigen Kapitalbedarf beurteilen müssen; denn das investierte Kapital entscheidet häufig über die Wirtschaftlichkeit des gesamten Betriebszweiges. Hier ergeben sich nun aber auch für landtechnische Folgerungen interessante Zusammenhänge und

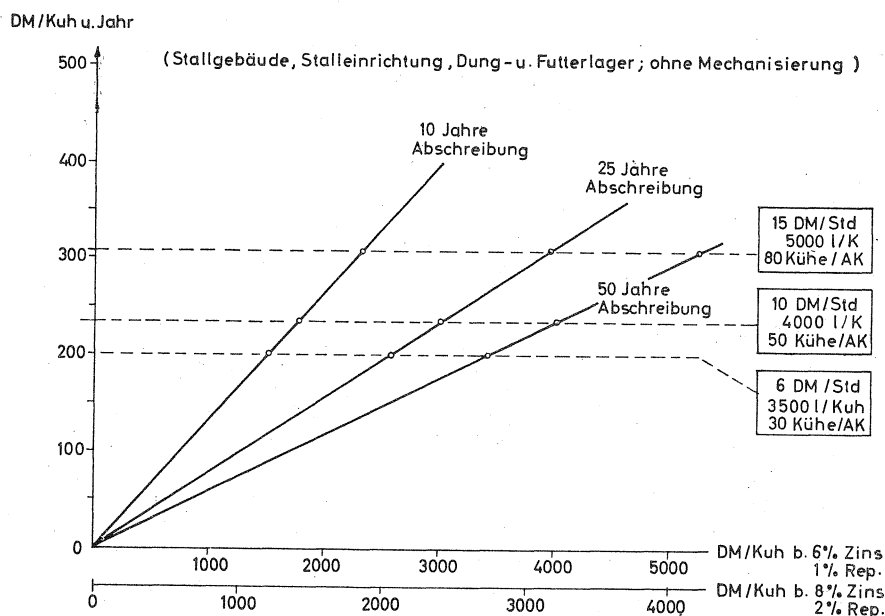


Abb. 9:  
Gebäudekosten je Kuh  
und Jahr bei unter-  
schiedlicher Abschrei-  
bung und Investitions-  
höhe

Grenzen, die für einen wirtschaftlichen Kapitaleinsatz nicht überschritten werden dürfen (Abb. 9).

Wird in Anlehnung an die in Abb. 1 wiedergegebenen Beispielsberechnungen ein Arbeitsvolumen von 30 Kühen/AK und eine jährliche Milchleistung von 3500 l unterstellt, um einen Stundenlohn von 6 DM zu erzielen, dann dürfen jährliche Gebäudekosten von 200 DM/Kuh nicht überschritten werden. Unterstellt man nun eine Nutzung von 50 Jahren für die Gebäude, so können nicht mehr als 3400 DM/Kuh für Stallgebäude, Stalleinrichtungen, Dung- und Futterlager investiert werden. Eine Abschreibungsquote von 50 Jahren kann man jedoch heute bei Gebäuden nicht mehr unterstellen, da sie sehr schnell von moderneren Stallformen überholt werden. Bei Massivgebäuden dürfte deshalb heute eine 25-jährige Abschreibung realistischer sein. Hier müßten dann die Investitionen unter 2600 DM je Kuhplatz liegen, was jedoch bei den heutigen Baukosten fast unmöglich erscheint. Von Interesse aber ist, daß unter gleichen Bedingungen für ein Leichtgebäude mit zehn Jahren Abschreibung bis zu 1500 DM/Kuh aufgewendet werden dürfen. Vielleicht wird es in Zukunft leichter sein, mit Hilfe von Leichtbauhallen diese Grenze einzuhalten, als Massivgebäude unter 2600 DM/Kuhplatz zu erstellen.

Ähnliche Relationen ergeben sich in anderen Beispielen, wenn die in Zukunft zu erwartenden 50 bzw. 80 Kühe je Arbeitskraft unterstellt werden. Hier können etwas höhere Investitionen je Kuh noch wirtschaftlich tragbar sein, wenn gleichzeitig — wie ebenfalls angenommen — die verkaufte Jahresmilchmenge je Kuh erheblich steigt. In keinem Fall dürfte aber selbst bei einem Großstall die Investitionssumme von 4000 DM/Kuh bei 25jähriger Abschreibung bzw. von 2300 DM/Kuh bei 10jähriger Abschreibung überschritten werden.



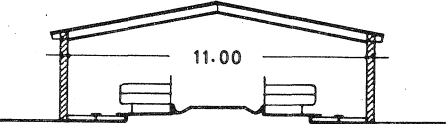
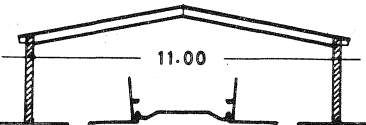
Verschärft wird diese Situation in allen Fällen bei höheren Zinsen für das eingesetzte Baukapital. Das gleiche gilt bei höheren laufenden Reparaturen. So erniedrigt sich bei 8% Zins und 2% Reparatur die errechnete Investitionsgrenze beispielsweise von 3000 DM/Kuh auf 2300 DM/Kuh.

Die angestellten Modellrechnungen zeigen also sehr deutlich folgende Tendenzen: Durch den Zwang zu immer kürzeren Abschreibungen dürfen nur sehr bescheidene Kapitalmengen für die baulichen Anlagen investiert werden. Wird diese Grenze überschritten, führt dies zwangsläufig auch bei gesteigerter Arbeitsproduktivität zu einer empfindlichen Verminderung der Einkommenserwartungen. Deshalb sollten für kurzlebige Gebäude nach Möglichkeit nicht mehr als 1500 bis 2000 DM/Kuhplatz und bei massiven Gebäuden mit 25jähriger Abschreibung höchstens 2500 bis 3500 DM/Kuh investiert werden.

Diese ökonomisch vorgegebenen Grenzen werden in der Praxis bereits heute weit überschritten, und es stellt sich die Frage nach künftigen Maßnahmen und Wegen, um billigere Gebäude zu erreichen. Grundsätzlich muß dieses Problem nach zwei Richtungen hin untersucht werden:

1. niedrigere Investitionen durch entsprechende Stallsysteme und Stallformen;
2. billigere Bauausführungen der Gebäudehülle und der erforderlichen baulichen Anlagen.

Bereits bei den verschiedenen Stallsystemen für die Milchviehhaltung zeigen sich große Unterschiede in der überbauten Fläche und in der erforderlichen Wärmedämmung und damit auch im Bauaufwand, wie aus Abb. 10 hervorgeht.

	Gebäude		Lauffläche m <sup>2</sup> /Tier	Bauaufwand ×) DM/Tier
	mit Wärmedämmung m <sup>2</sup> /Tier	ohne Wärmedämmung m <sup>2</sup> /Tier		
 Liegeboxenlaufstall m. Außenfütterung	—	3,5	6	1600
 geschlossener Liegeboxenlaufstall	7	—	—	2600
 Freißboxenlaufstall	6	—	—	2400
 Anbindestall	6	—	—	2300

×) bei 50 Tieren ohne Dungstätte, Futterlager Nebengebäude u. Masch.

Abb. 10: Vergleich verschiedener Stallsysteme für Milchvieh in der überbauten Fläche und dem Bauaufwand

So erfordert der Anbindestall, der ein vollständig geschlossenes und isoliertes Gebäude verlangt, mittlere Bauaufwendungen. Der Einbau von Kombi- oder Freißboxen verschiedenster Ausführungen beansprucht bereits zwangsläufig höhere Aufwendungen, da zusätzlich ein gesonderter Melkstand erforderlich ist. Noch höhere Kapitalaufwendungen benötigt der geschlossene Liegeboxenlaufstall, der gegenüber dem Anbindestall ein um 2 m breiteres, ebenfalls wärme-gedämmtes Gebäude voraussetzt. So ist bei diesem Stallsystem das größte Volumen an wärme-gedämmtem Stallraum je Kuh und daher auch der höchste Bauaufwand notwendig. Dagegen verlangt der Laufstall mit getrennten Funktionsbereichen nur einen geringen umbauten Raum je Tierplatz, der lediglich für den Liegebereich notwendig ist und auf Grund der dichten Belegung in normalen Klimatalagen nicht isoliert werden braucht. Dadurch sind die Bauaufwendungen für dieses Stallsystem trotz der größeren Laufflächen sehr niedrig und unterschreiten die des Anbindestalles noch beträchtlich. Der Liegeboxenlaufstall mit getrennten Funktionsbereichen und Fütterung außerhalb der Liegehalle ist deshalb nach wie vor das kostengünstigste Stallsystem besonders auch im Hinblick auf größere Tierbestände.

Der Kapitalbedarf für Investitionen in der Milcherzeugung wird aber nicht nur von der Stallform, sondern in sehr großem Umfang auch von der Bauausführung bestimmt. Hier existieren außerordentlich große Spannen des Investitionsbedarfs vom massiven Gebäude in Einzelanfertigung über Gebäude aus vorgefertigten Teilen, der Gebäudeerstellung in Selbsthilfe bis hin zum Foliengebäude. Diese Stufen gelten nicht nur für die Stallhülle, sondern ebenso für Silobehälter und Dunglager (Abb. 11).

Die Unterschiede in den Gesamtinvestitionen je Kuhplatz können dabei erheblich schwanken zwischen dem herkömmlichen Massivbau in Einzelanfertigung und voll versetzbaren seriengefertigten Folienkonstruktionen. Sicherlich wird in Zukunft die höchste Investitionsstufe mehr und mehr ausscheiden, da eine Einzelanfertigung des Wirtschaftsgebäudes an Ort und Stelle durch Handwerker infolge rapide steigender Löhne unerschwinglich wird. Auf der anderen Seite liegen über dem Einsatz von Folienbauten teils widersprechende Erfahrungen vor, und es muß sicher noch viel Entwicklungsarbeit geleistet werden, bis eine generelle Empfehlung erfolgen kann. So wird der Schwerpunkt in naher Zukunft vorrangig bei der Verwendung vorgefertigter Serienteile und dem verstärkten Einsatz der handwerklichen Selbsthilfe liegen.

In diesem Zusammenhang verdienen bei Stallgebäuden neben vorgefertigten Stallgebäuden freitragende Starrrahmenhallen für den Selbstbau besonderes Interesse. Ähnlich günstig könnte die Mastenbauweise abschneiden, die jedoch noch auf baupolizeiliche Schwierigkeiten stößt. Als Silobehälter haben sich inzwischen selbstgefertigte, billige Flachbehälter neben preiswerten Hochsilos aus Holz durchgesetzt. Aber auch Foliensilos gewinnen vor allem in Jahren mit Futterüberschüssen zunehmenden Anklang. Für die Flüssigmistlagerung wird ebenfalls der preiswerte halbhohe Behälter aus Holz oder Schalungssteinen bevorzugt. In Zukunft kann aber auch hier eine Foliengrube an Bedeutung gewinnen, sobald die Flüssigmistpumpen größere Förderweiten überwinden können.

Vergleich unterschiedlicher Bauweisen

x) 6.5 DM / AKh  
xx) ohne Lohnanspruch

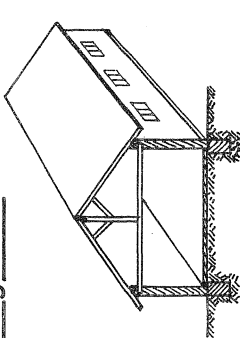
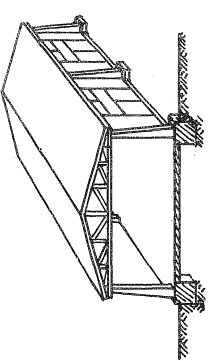
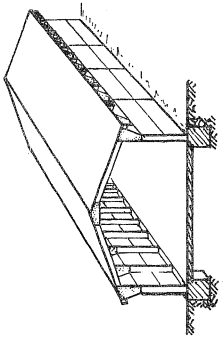
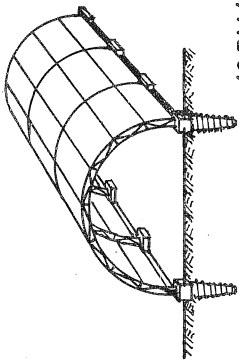
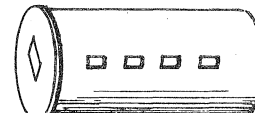
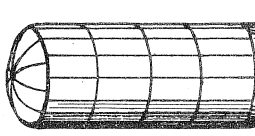
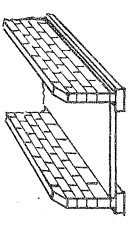
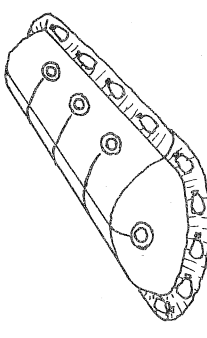
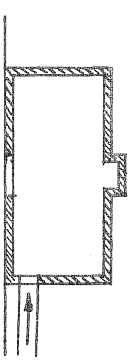
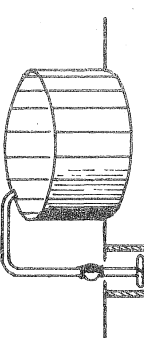
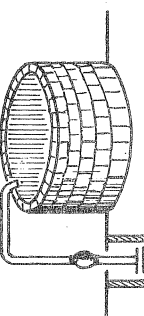
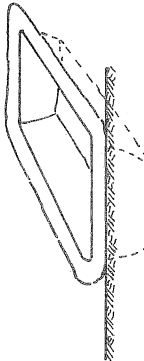
<p>Massivbau, Einzelanfertigung, hoher Kapitalbedarf, lange Abschreibung</p> <p><u>Ziegelbau</u></p>  <p>145 DM/m<sup>2</sup></p>	<p>vorgefertigte Serien-Teile, hoher bis mittl. Kapitalbedarf, lange bis mittlere Abschreibung, bedingt versetzbar</p> <p><u>Elementbauweise</u></p>  <p>130 DM/m<sup>2</sup></p>	<p>Handwerkliche Selbsthilfe, mittlerer bis niedriger Kapitalbedarf, mittl. Abschreibung</p> <p><u>Starrrahmenbauweise</u></p>  <p>60 DM/m<sup>2</sup> x) 45 DM/m<sup>2</sup> xx)</p>	<p>Folienkonstruktionen, Serienfertigung, niedriger Kapitalbedarf, kurze Abschreibung, voll versetzbar</p> <p><u>Folienhalle (ohne Wärmedämmung)</u></p>  <p>40 DM/m<sup>2</sup></p>
<p>80 DM/m<sup>3</sup></p> <p><u>Monolitische Bauweise</u></p>  <p>50 DM/m<sup>3</sup></p>	<p>120 - 40 DM/m<sup>3</sup></p> <p><u>Montage-Bauweise</u></p>  <p>50 - 40 DM/m<sup>3</sup></p>	<p>40 DM/m<sup>3</sup> x) 32 DM/m<sup>3</sup> xx.)</p> <p><u>Schalungsbausteine</u></p> 	<p>1 - 1,5 DM/m<sup>3</sup></p> <p><u>Foliensilo</u></p> 
<p>100 DM/m<sup>3</sup></p> <p><u>Tiefbehälter</u></p> 	<p>70 - 40 DM/m<sup>3</sup></p> <p><u>Hochbehälter; Montagebau</u></p> 	<p>35 DM/m<sup>3</sup> x) 25 DM/m<sup>3</sup> xx.)</p> <p><u>Hochbehälter; Schalungsbausteine</u></p> 	<p>10 DM/m<sup>3</sup></p> <p><u>Foliengrube</u></p> 

Abb. 11: Vergleich verschiedener Bauweisen für Wirtschaftsgebäude und bauliche Anlagen



Neben den Gebäuden muß auch die zugehörige Mechanisierung die eingangs gestellte Forderung nach geringen Investitionen erfüllen. Allerdings sind bei arbeitswirtschaftlich gleichwertigen Lösungen meist nur geringere Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren festzustellen. Vielleicht kann aber mit starker Ausdehnung der Kuhbestände die mobile Mechanisierung gegenüber den bisher meist gebräuchlichen stationären Geräten, also fest mit dem Gebäude verbundenen Arbeitshilfsmitteln an Bedeutung gewinnen. Das gilt sowohl für Fütterungsanlagen als auch für Entmistungsgeräte, die bei mobiler Ausführung bei größeren Beständen geringere Investitionen beanspruchen als vergleichbare stationäre Einrichtungen (Abb. 12). Besonders günstig im Kapitalbedarf schneidet die mobile

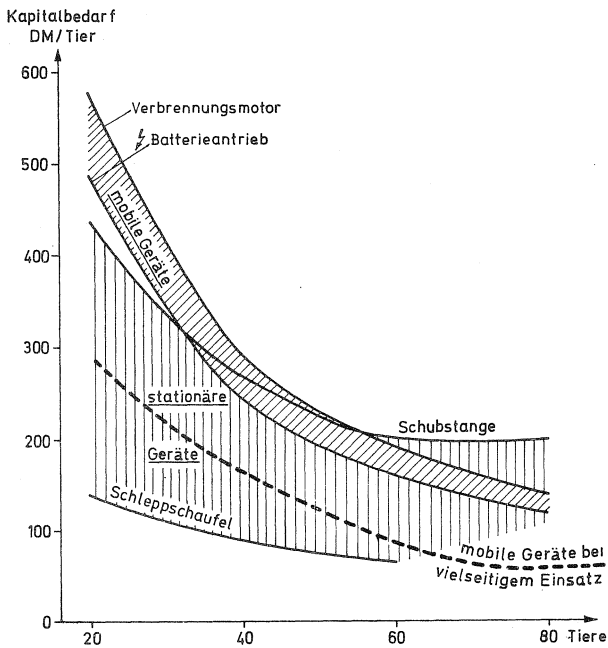


Abb. 12: Kapitalbedarf je Tier für die Mechanisierung von Füttern und Entmisten mit mobilen und stationären Geräten

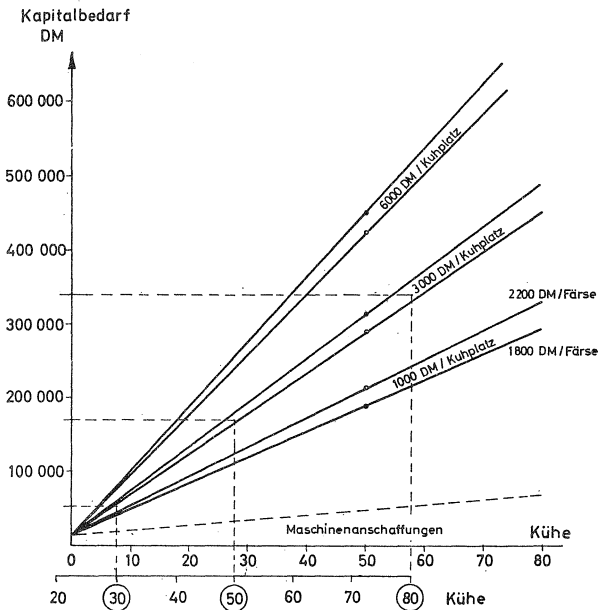


Abb. 13: Erforderlicher Kapitalbedarf (Kühe, Gebäude, Maschinen) zur Herdenaufstockung in der Milchviehhaltung bei unterschiedlichen Bauaufwendungen und einem Ausgangsbestand von 0 bzw. 22 Tieren

Mechanisierung jedoch erst dann ab, wenn ein Gerät für beide Arbeiten — also sowohl für das Entmisten als auch für das Füttern — eingesetzt werden kann.

Die Probleme der Kapitalaufwendungen für Gebäude und Maschinen sind jedoch nicht allein unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit zu sehen. Mehr und mehr ist es die mangelnde Liquidität, die eine für die Zukunft erforderliche Aufstockung unserer Milchviehbestände begrenzt. Die dafür erforderlichen Summen für Gebäude, Maschinen und Vieh wird in der Regel die Finanzkraft unserer Betriebe übersteigen (Abb. 13).

Wird beispielsweise die Milchviehhaltung völlig neu aufgebaut, so sind für 50 Milchkühe bei nur 1000 DM/Kuhplatz bereits insgesamt 200 000 DM, bei 3000 DM/Kuhplatz schon 300 000 DM und schließlich bei 6000 DM Gebäudeaufwendungen sogar über 400 000 DM erforderlich. Für die meisten milchviehhaltenden Betriebe liegen jedoch günstigere Ausgangsbedingungen vor, da sie bereits von einem Grundstock an Vieh und Gebäude ausgehen können. Ist unter den gleichen Bedingungen bereits eine Herde von 20 Kühen vorhanden, so sind für die Aufstockung auf 30 Kühe lediglich 50 000 DM, für eine Erweiterung auf 50 Kühe 180 000 DM und für einen Endbestand von 80 Kühen etwa 250 000 DM aufzubringen.

Infolge dieser gewaltigen Investitionshöhen erscheint bei der Aufstockung der Kuhbestände die Möglichkeit eines sinnvollen Stufenausbaues der Gebäude

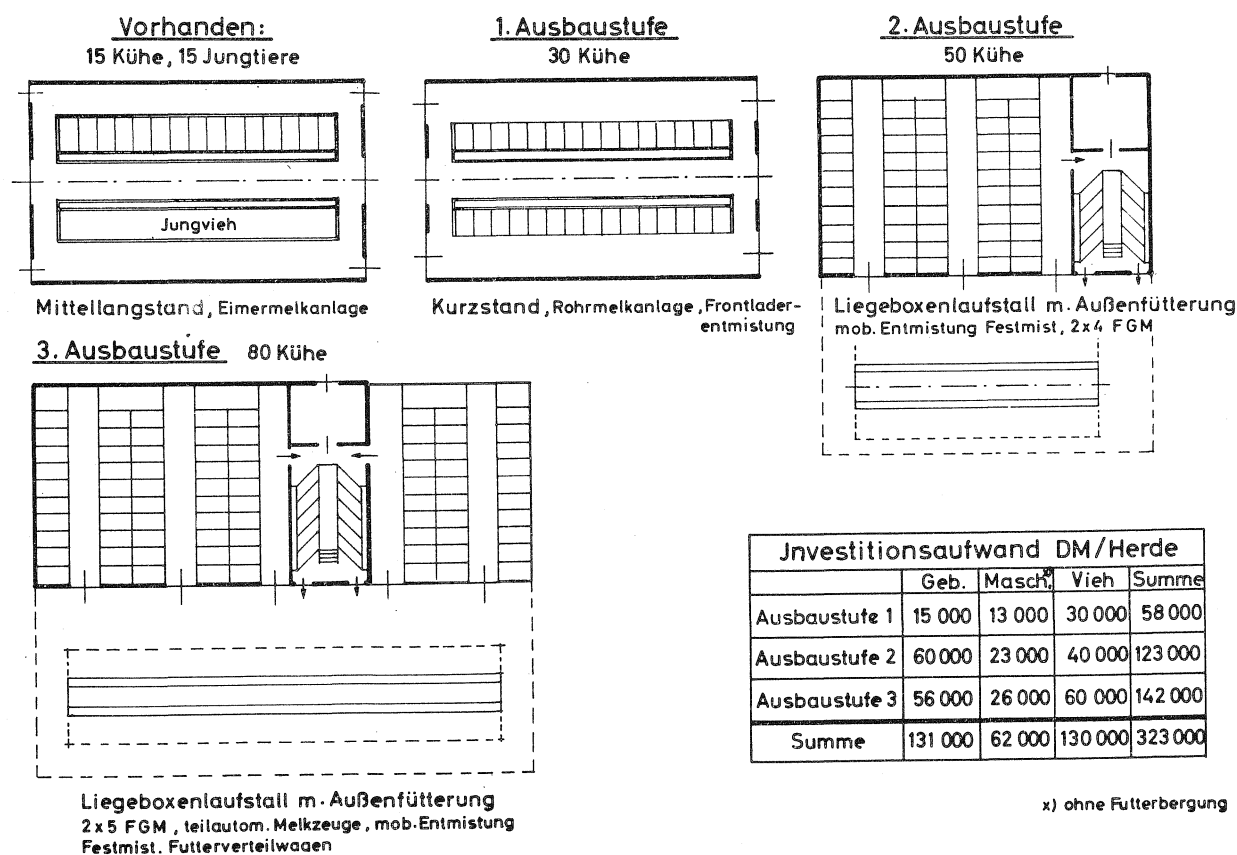


Abb. 14: Modelle für den Stufenausbau einer Milchviehhaltung  
Endausbau: Laufstall mit getrennten Funktionsbereichen und Laufhof (Beispiel 1)

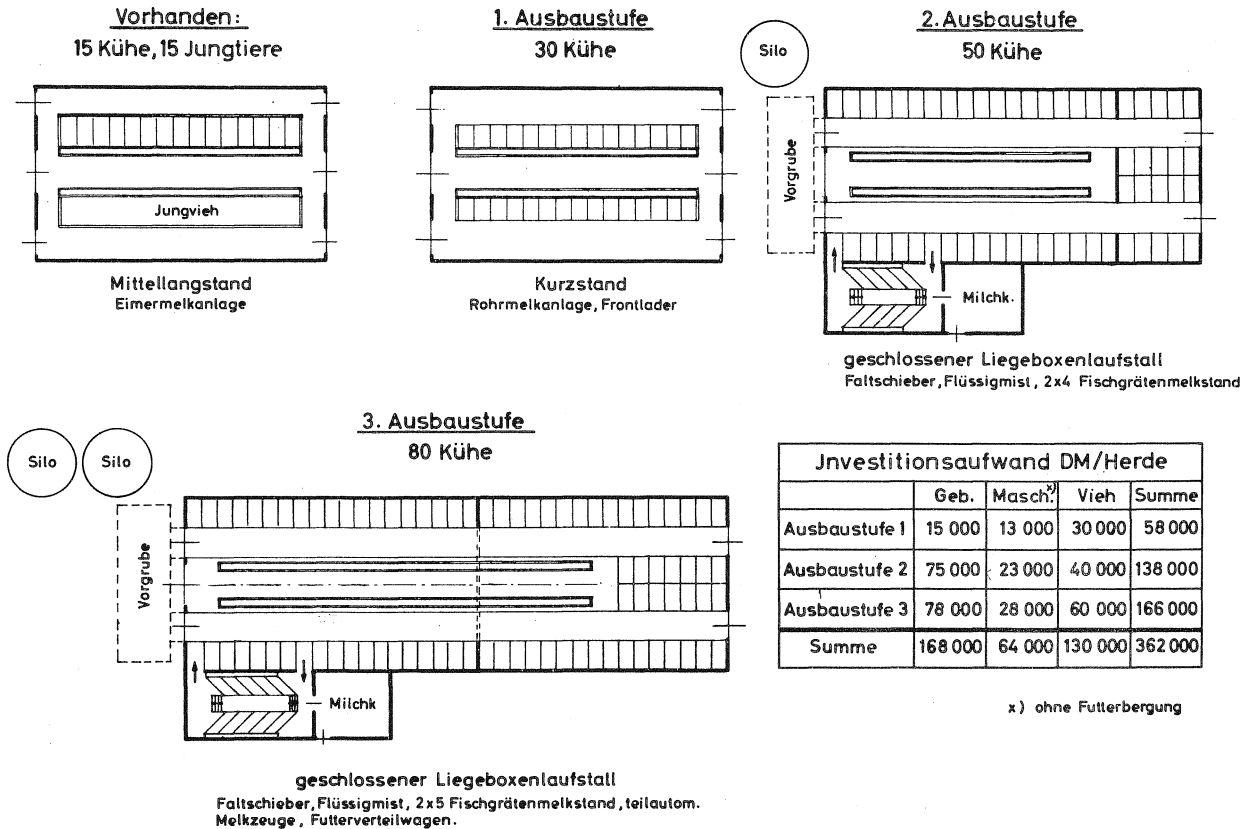


Abb. 15: Modelle für den Stufenausbau einer Milchviehhaltung  
Endausbau: Geschlossener Boxenlaufstall (Beispiel 2)

und der Mechanisierung unerlässlich. Wirtschaftsgebäude und Maschineninvestitionen müssen parallel zur Herdenaufstockung „mitwachsen“ und ein zweckmäßiges Endstadium der Produktion einleiten. Für diese schrittweisen Investitionen in Verbindung mit der Umstrukturierung der Milchviehhaltung liegen bisher nur wenige geordnete Vorstellungen vor, und die Praxis geht manche Irrwege. Hier müssen noch umfangreiche Überlegungen angestellt werden, um zweckmäßige Möglichkeiten des Stufenausbau zu ermöglichen. Als Beispiele dafür können folgende Modelle dienen (Abb. 14 und 15).

In beiden Beispielen wurde, wie meist in der Praxis üblich, von einem Anbindestall herkömmlicher Bauweise ausgegangen. Die erste Ausbaustufe für 30 Kühe kann noch ohne wesentliche Bauaufwendungen durch ausschließliche Nutzung der Stallgebäude für die Milchproduktion realisiert werden. Bei den weiteren Ausbaustufen ist aus arbeitswirtschaftlichen Gründen der Übergang zum Laufstall notwendig, und hier ist die schwierige Entscheidung über das künftige Stallsystem zu fällen. Bei der Wahl eines Laufstalles mit getrennten Funktionsbereichen und Laufhof sind für den weiteren Stufenausbau etwas geringere Kapitalaufwendungen erforderlich als beim Beispiel II. Hier handelt es sich um einen geschlossenen Boxenlaufstall, der vor allem beim Übergang von der ersten zur zweiten Ausbaustufe erhebliche Kapitalaufwendungen je Tier erfordert. Auch die gesamten Gebäudeinvestitionen für den vollen Ausbau

können offenbar etwas niedriger gehalten werden als beim geschlossenen Boxenlaufstall. Die letztgenannte Stallform besitzt allerdings bei beengten Hoflagen und schwierigen klimatischen Verhältnissen einige erhebliche Vorteile gegenüber der erstgenannten Stallform. In beiden Beispielen werden aber Wege gezeigt, wie die enormen Kapitalaufwendungen für die Aufstockung der Betriebe auf einen längeren Zeitraum verteilt werden können und trotzdem die volle Funktionsfähigkeit der Produktion in allen Stufen gewahrt bleibt

### Zusammenfassung

Um die künftig vermehrt auftretenden schwierigen Probleme der Milchviehhaltung zu lösen, müssen verschiedene technische und bauliche Entwicklungen einsetzen. Zunächst sollten die Arbeitszeitaufwendungen für die Kuhhaltung erheblich verringert werden, um die erforderliche Arbeitsproduktivität zu ermöglichen. Dies scheint mit einer Teilautomatisierung des Milchentzuges und dem Einsatz von größeren Gruppenmelkständen in absehbarer Zukunft im notwendigen Umfang erreichbar. Die Laufstallhaltung ist dabei Voraussetzung. Auch in dieser Stallform muß aber eine weitere Steigerung der tierischen Leistung möglich sein. Hierzu können Einrichtungen zur individuellen Fütterung der Einzeltiere beitragen, die die bisherigen Nachteile des Laufstalles vermeiden. Schließlich wird die Chance einer einzelbetrieblichen Aufstockung entscheidend von der erforderlichen Investitionshöhe abhängen. Kapitalgünstige Stallsysteme, Bauausführungen und Mechanisierungsverfahren verdienen hierbei großes Interesse. Weiterhin sind Modelle für einen stufenweisen Ausbau zu erproben, die der einzelbetrieblichen Entwicklung gerecht werden und einen Weg zu künftigen Bestandsgrößen weisen. Nur so wird es gelingen, auch in Zukunft trotz schwieriger ökonomischer Ausgangssituation weiterhin eine rentable Milcherzeugung zu ermöglichen.

### Literaturverzeichnis

- Weinschenk, G., und Heinrichsmeyer, W.: Landwirtschaft bis 1980. Agrarwirtschaft 19 (1970), H. 1, S. 1—10.
- Heidhus, T.: Technik und Strukturwandel in der Landwirtschaft. Grundlagen der Landtechnik, Band 19 (1969), Nr. 6.
- Seminar für Beraterfortbildung, Dachau: Beispiele zur Programmplanung. Mitteilungen zur Beratung (1968), H. 1.
- Schön, H., und Pen, C. L.: Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen bei den Melkarbeiten. Landtechnik 24 (1969), H. 9.
- Wenner, H. L., Schön, H., und Pertsch, Ch.: Optimale Buchten- und Melkzeugzahl beim Fischgrätenmelkstand. Der Tierzüchter 23 (1971), H. 2.
- Schön, H.: Voraussetzungen und Möglichkeiten einer Mechanisierung der Vorratsfütterung in Rinderlaufställen. KTBL-Berichte über Landtechnik Nr. 133 (1970).
- Versbach, M.: Technik und Verfahren der Einzeltierfütterung im Rindviehlaufstall. KTBL-Berichte über Landtechnik Nr. 139 (1970).
- Eichhorn, H., Boxberger, J., und Seufert, H.: Flüssigmist. Schriftenreihe der Bauberatung Zement (1970).
- Grimm, K.: Entwicklungsrichtung der Technik der Entmistung. Landtechnische Forschung 18 (1970), H. 2, S. 47—54.

## Arbeitsverfahren der tierischen Veredelung im Vollerwerbsbetrieb

Dr. H. Schön, Weihenstephan-Freising

Landwirtschaftlicher Vollerwerb ist auf längere Sicht nur dann üblich, wenn es auch in diesem Wirtschaftszweig gelingt, den steigenden Einkommenserwartungen zu folgen. Bei stotkenden Erzeugerpreisen können höhere Einkommensansprüche aber nur durch steigende Produktionsleistungen je Arbeitskraft befriedigt werden; in der Viehhaltung neben höheren tierischen Leistungen vorrangig durch größere Herden je Arbeitskraft.

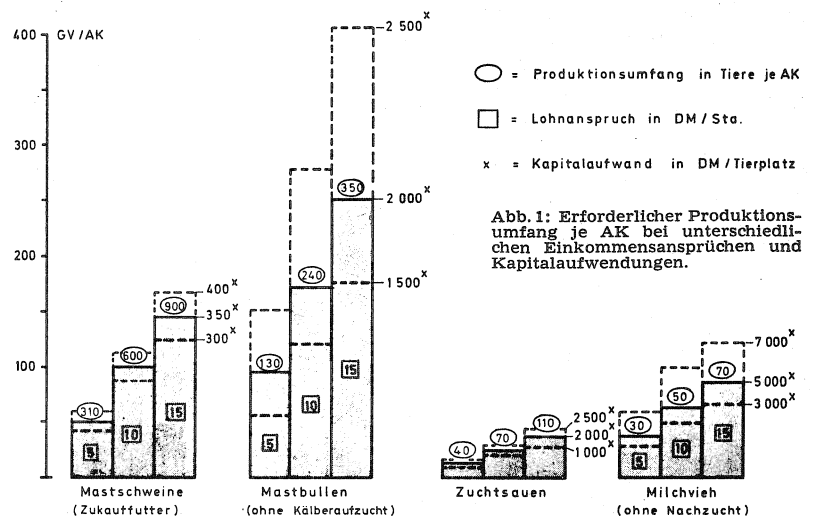
Der Landtechnik kommt dabei die Aufgabe zu, Arbeitsverfahren zu entwickeln, die bei wirtschaftlich vertretbarem Kapitaleinsatz die Betreuung künftig erforderlicher Herdengrößen ermöglicht.

### Arbeitswirtschaftliche Anforderungen an die Produktionsverfahren

Um die künftigen arbeitswirtschaftlichen Anforderungen näher festzulegen, wurde in einer Modellrechnung versucht, den bei unterschiedlichen Einkommensansprüchen notwendigen Produktionsumfang je Arbeitskraft zu bestimmen<sup>1)</sup>.

Die Ergebnisse dieser Modellberechnungen, bei denen von durchschnittlichen Verkaufserlösen und mittleren Leistungen ausgegangen wurde, sind in Abbildung 1 wiedergegeben. Das erforderliche Produktionsvolumen verschiedener Veredelungsweige ist dabei in GV je AK aufgetragen.

<sup>1)</sup> Bei diesen Bedingungen wurde davon ausgegangen, daß 1 AK ausschließlich in dem entsprechenden Tierhaltungszweig beschäftigt ist, eine Annahme, die auch in Zukunft in den wenigsten Betrieben verwirklicht werden dürfte. Deshalb lassen sich daraus keinerlei Aussagen über die erforderliche Betriebsgröße oder über eine erforderliche Betriebsorganisation ableiten.



Im einzelnen interessieren aber weniger die Großvieheinheiten je Arbeitskraft, sondern vielmehr die Zahl der Tiere, die von einer Arbeitskraft bei 5, bei 10 und bei 15 DM Lohnanspruch je Stunde betreut werden müßten. Diese Angaben sind bezogen auf mittlere Kapitalaufwendungen in den jeweiligen Ovalen genannt.

Bei Mast Schweinen auf Zukauffutter-Grundlage müßten demnach bei 5 DM/h 310 Tiere, bei 10 DM/h 600 Tiere und bei 15 DM/h 900 Tiere von einer Arbeitskraft betreut werden. Gewisse Verschiebungen ergeben sich allerdings je nach Höhe der Kapitalaufwendungen je Mast Schweineplatz.

Ein außerordentlich hoher Produktionsumfang wird zur Erzielung eines höhe-

ren Arbeitseinkommens bei der Bullenmast erforderlich. Ist eine Arbeitskraft ausschließlich in der Bullenmast beschäftigt, so müßte sie bei niedrigen Einkommenserwartungen 130 Tiere, bei mittleren 240, und bei hohem Stundenlohn sogar 350 Tiere betreuen. In sehr starkem Maß wird dieses erforderliche Produktionsvolumen von den jeweiligen Kapitalaufwendungen für Gebäude und Maschinen beeinflusst.

Ein wesentlich niedrigeres Produktionsvolumen ist dagegen bei der Zuchtsauenhaltung erforderlich. So genügen 40 Tiere, um einen Stundenlohn von 5 DM zu erzielen, und bei 70 Tieren/AK ist bereits ein Stundeneinkommen von 10 DM möglich. Bei langfristigen Planungen sollte aber bereits heute ein Lohnan-

spruch von 15 DM je Stunde berücksichtigt werden. Für dieses hohe Arbeitseinkommen müßte eine Arbeitskraft über 100 Zuchtsauen betreuen.

Ähnliches gilt für die Milchviehhaltung. Ohne Nachzucht und bei einer jährlichen Milchleistung von 4500 Liter je Kuh müßte bei diesem Betriebszweig eine Arbeitskraft 30 Tiere betreuen um ein Arbeitseinkommen von 5 DM/h zu erzielen. Bei 10 DM sind es bereits 50 Tiere und bei 15 DM müßte eine Arbeitskraft gar 70 Kühe halten.

Bei dieser Betrachtung stellt sich die dringende Frage: Können solche Tierzahlen ohne arbeitswirtschaftliche Überlastung in Zukunft überhaupt bewältigt werden, und welche Verfahren sind es, die diesen Anforderungen auch künftig genügen?

Um diese Frage zu klären, sollen die einzelnen Arbeitsverfahren der tierischen Veredlung in ihrem Arbeitszeit- und Kapitalbedarf einem kritischen Vergleich unterzogen werden.

**Arbeitslösungen für die Fleischzeugung**

Bei der Schweinemast mit Ferkel- und Futterzukauf zeigt sich dabei folgendes (Abb. 2): Bei herkömmlichen Halteverfahren und voller Handarbeit ist mit etwa 6 AKh/Jahr und Mastplatz ein Produktionsumfang von 350 Tieren je AK möglich. Dies genügt, um einen Lohnanspruch von etwa 5 DM zu erfüllen. Werden in absehbarer Zeit 10 DM/h gefordert, so ist bereits eine Teilmechanisierung der einzelnen Arbeitsverrichtungen, insbesondere der Entmistungsarbeiten, erforderlich. Für hohe Einkommensansprüche ist allerdings eine volle Mechanisierung aller Arbeitsgänge durch Teilspaltenboden oder Fallschieber und vollmechanischen Futterverteilanlagen notwendig. Bei diesen Arbeitslösungen kann eine Arbeitskraft in der Getreidemast bereits heute mehr als 1000 Mastplätze betreuen — ein Produktionsvolumen, das arbeitswirtschaftlich künftigen Anforderungen entsprechen dürfte.

Günstige arbeitswirtschaftliche Lösungen sind heute auch bei der Mastbullenhaltung möglich (Abb. 3). Allerdings nicht im Anbindestall. Die Haltung im Mittellangstand und Handarbeit erlauben lediglich einen Produktionsumfang

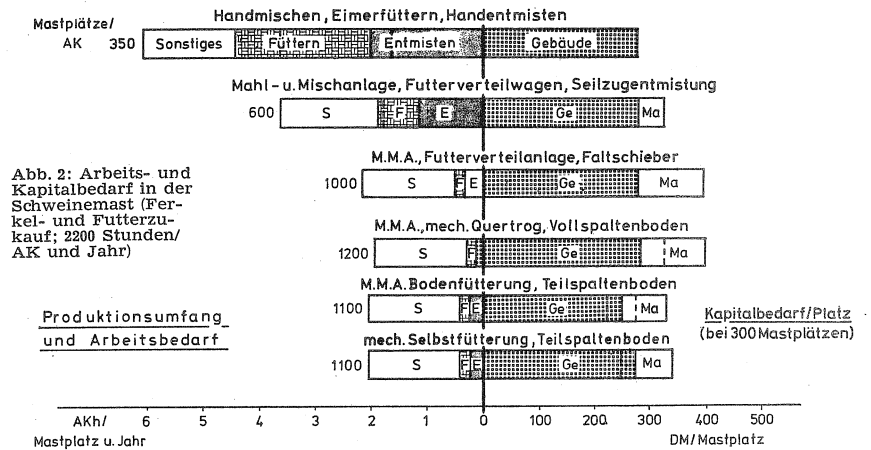


Abb. 2: Arbeits- und Kapitalbedarf in der Schweinemast (Ferkel- und Futterzukauf; 2200 Stunden/AK und Jahr)

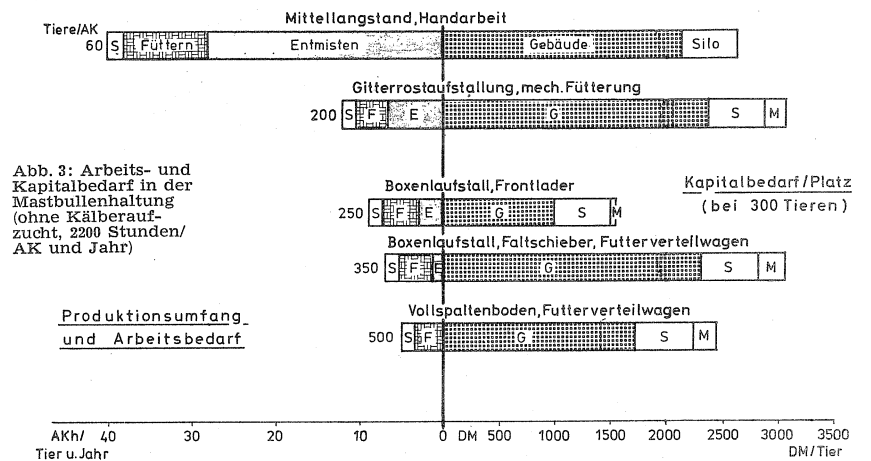


Abb. 3: Arbeits- und Kapitalbedarf in der Mastbullenhaltung (ohne Kälberaufzucht; 2200 Stunden/AK und Jahr)

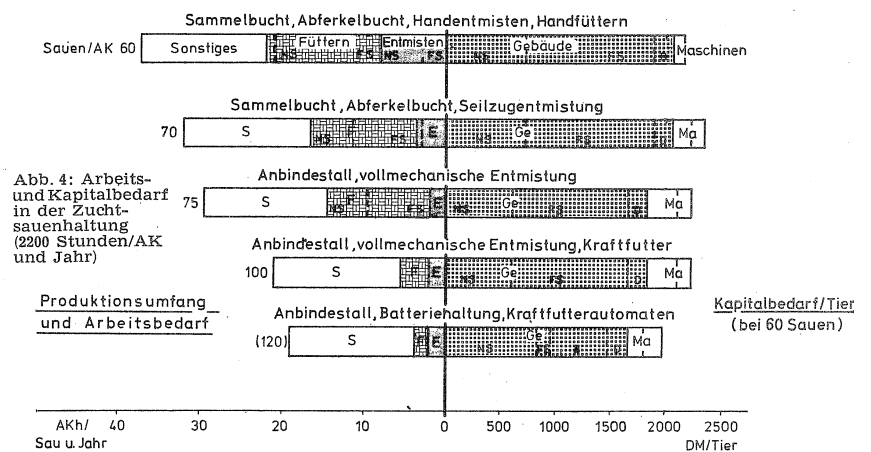


Abb. 4: Arbeits- und Kapitalbedarf in der Zuchtsauenhaltung (2200 Stunden/AK und Jahr)

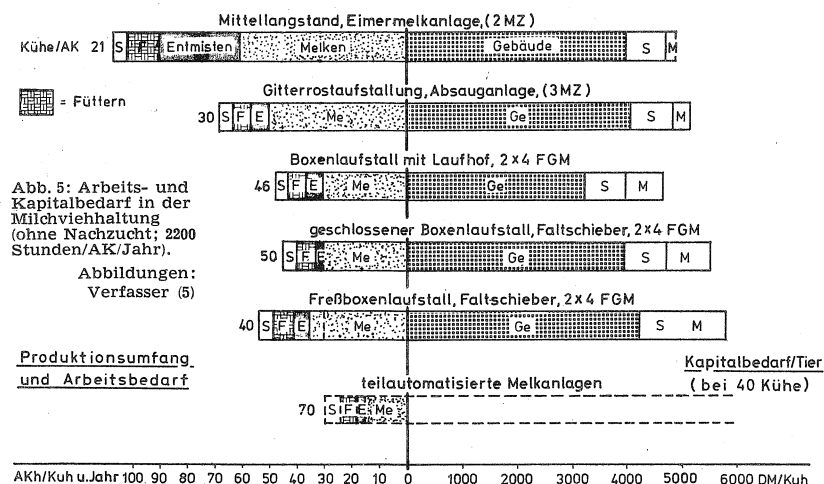


Abb. 5: Arbeits- und Kapitalbedarf in der Milchviehhaltung (ohne Nachzucht; 2200 Stunden/AK/Jahr).

Abbildungen: Verfasser (5)

von etwa 60 Tieren je AK. Auch bei Vollmechanisierung der Entmistungs- und Fütterungsarbeiten reichen die erzielten Arbeitszeiteinsparungen noch nicht aus, um künftigen Einkommensansprüchen zu genügen.

Vor allem aber ist es der hohe Kapitalaufwand für Neubauten, der dieses Halteverfahren weitgehend unwirtschaftlich macht.

Billigere Lösungen, die zudem arbeitswirtschaftlich auch künftigen Anforderungen entsprechen, sind bei der Laufstallhaltung möglich. Bereits der Liegeboxenlaufstall mit Laufhof und Frontladerentmischung gestattet ein Produktionsvolumen von 250 Masttieren je Arbeitskraft. Bemerkenswert bei dieser Stallform sind die einfache Mechanisie-

rung der Entmistungsarbeiten und die niedrigen Gebäudeaufwendungen, die dieses Stallsystem vor allem für kapitalarme Aufstockungsbetriebe besonders interessant machen. Dagegen ist der hochmechanisierte, geschlossene Liegeboxenlaufstall mit Faltschieberentmischung und Innenfütterung als kapitalaufwendiges Stallsystem anzusprechen, so daß diese Haltungsform trotz weiterer Arbeitseinsparungen zumindest bei Neubauten für die Bullenmast weitgehend ausscheidet.

Eine außerordentlich hohe Arbeitsproduktivität ist bei der Bullenmast im Vollspaltenbodenstall möglich. Allerdings sind auch bei diesem Haltsungsverfahren — trotz dichter Stallbelegung — bei Neubauten Kapitalaufwendungen von über 2000 DM je Mastplatz erforderlich.

Weitere Bemühungen sollten also in erster Linie zur Senkung des Kapitalbedarfes führen. Dies ist vor allem bei der Futterlagerung und der Fütterung möglich. So können Flachsilos und bewegliche Futterverteiler, die mit Frontlader oder Schaufellader gefüllt werden, zu einer spürbaren Kostensenkung führen. Bei allen Verfahren der Fleischerzeugung stehen also heute bereits landtechnische Lösungen zur Verfügung, die — anders als bei der Ferkelerzeugung und der Milchproduktion — zumindest arbeitswirtschaftlich auch künftigen Anforderungen entsprechen.

#### **Arbeitslösungen für die Zuchtsauen- und Milchviehhaltung**

Bei diesen Betriebszweigen sind noch schwierige arbeitswirtschaftliche Probleme zu lösen. So ist bei der Zuchtsauenhaltung trotz moderner Aufstallungsformen und mechanischer Entmistungsanlagen nur ein Produktionsumfang von etwa 70 Tieren je AK möglich. Ein Produktionsvolumen von mehr als 100 Zuchtsauen je AK, wie es für hohe Einkommensansprüche notwendig sein dürfte, ist nur möglich, wenn auch die Fütterungsarbeiten mechanisiert werden können. Dies setzt allerdings volle Getreidefütterung voraus, deren Wirtschaftlichkeit bei der Sauenhaltung nicht immer gesichert ist.

Weitere arbeitswirtschaftliche Fortschritte sind in Zukunft gegebenenfalls bei der Batteriehaltung der Ferkel möglich. Allerdings müssen bei diesen Verfahren noch viele produktionstechnische Fragen geklärt werden.

Die größten arbeitswirtschaftlichen Probleme treten heute und vermehrt in Zukunft jedoch bei der Milchviehhaltung auf. Bei den herkömmlichen Haltsungsverfahren im Mittellangstand mit Eimermelkanlage und Schubkarrenentmischung müssen je Kuh und Jahr etwa 110 Stunden aufgebracht werden. Ohne Nachzucht kann dadurch eine AK nur etwa 20 Kühe betreuen. Damit können bei vollen Kapitalkosten nicht einmal niedrige Einkommensansprüche befriedigt werden.

30 Kühe können dagegen bereits bei der Gitterrostaufstallung und den Ein-

satz von Absaugeanlagen durch 1 AK betreut werden. Dieses Produktionsvolumen reicht gerade aus, um bei durchschnittlicher Milchleistung derzeitige Einkommensansprüche mit etwa 5 DM/h zu erfüllen. Mittlere Einkommenserwartungen, wie sie bereits in nächster Zukunft mit etwa 10 DM/h zu veranschlagen sind, können bei voller Gebäudeverzinsung und Abschreibung bei dieser Stallform nicht mehr befriedigt werden. Dies ist nur im Laufstall möglich, wobei sich in den letzten Jahren eindeutig der Liegeboxenlaufstall durchgesetzt hat.

Zunächst ist der Boxenlaufstall mit Laufhof zu nennen. Er besteht aus einer Liegehalle ohne Fütterungseinrichtungen, so daß eine intensive Nutzung des Raumes möglich ist. Die Fütterung erfolgt außerhalb des Gebäudes auf dem Laufhof. Bei dieser Stallform sind je Kuh etwa 50 Arbeitsstunden je Jahr bei Beständen ab etwa 30 Kühe aufzuwenden.

Dieser Arbeitsaufwand kann im geschlossenen Liegeboxenlaufstall um weitere 5 Stunden gesenkt werden. Hier sind Liegeboxe, Lauffläche und Futtertisch in einem Gebäude weitgehend witterungsunabhängig vereint, so daß sich diese Stallform bei der Milchviehhaltung trotz höherer Kapitalaufwendungen durchgesetzt hat.

Neu in den letzten Jahren hinzugekommen ist der Freiboxenlaufstall bei dem versucht wird, die Vorteile von Anbinde- und Laufstall zu koppeln. Arbeitswirtschaftlich konnte diese Stallform allerdings nicht alle Erwartungen erfüllen. Durch den Umtrieb zum und vom Melkstand ist ein höherer Arbeitszeitaufwand als bei den üblichen Laufstallformen erforderlich.

Alle diese Laufstallformen genügen in ihrer Arbeitsproduktivität lediglich mittelfristigen Zielvorstellungen. Für langfristige Einkommenserwartungen müssen neue Haltsungsverfahren gefunden werden, die die Betreuung von mehr als 70 Tieren durch eine Arbeitskraft ermöglichen.

Weitere technische Verbesserungen sollen dabei vor allem bei den Melkarbeiten versucht werden, die mehr als zwei Drittel der gesamten Stallarbeiten beanspruchen. Durch den Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge zeigen sich hier aber bereits Ansätze einer Lösung, die dazu führen kann, die Arbeitsleistung beim Melken zu verdoppeln. Von besonderem Interesse ist dabei, daß diese teilautomatisierten Melkzeuge in den herkömmlichen Fischgrätenmelkstand eingebaut werden können und daß dafür keine Großmelkanlage, die extreme Herdenkonzentrationen erfordern, notwendig sind.

#### **Möglichkeiten überbetrieblicher Nutzung neuer Arbeitsverfahren**

Alle diese Arbeitsverfahren in der tierischen Veredelung lassen sich zumindest theoretisch im „Ein-Mann-Betrieb“ verwirklichen. Ein Zwang zur überbetrieblichen Zusammenarbeit mehrerer

Einzellandwirte in Gemeinschaftsställen dürfte deshalb aus landtechnischer Sicht auch in Zukunft nicht bestehen.

Dennoch wird in der tierischen Veredelung verstärkt nach Formen überbetrieblicher Zusammenarbeit gesucht. Im wesentlichen hat dies folgende Gründe:

**1** Gemeinsame Maschinennutzung soll, wie in der Außenwirtschaft, zu niedrigen Erzeugungskosten führen. Allerdings sind die Möglichkeiten gemeinsamer Maschinenverwendung in der Innenwirtschaft sehr begrenzt. Dies ist vor allem in dem täglich mehrmals notwendigen Einsatz der Geräte und in der Ortsgebundenheit der tierischen Erzeugung begründet.

Gemeinsame Maschinennutzung in der Innenwirtschaft ist nur möglich, wenn die örtliche Trennung der Produktionsstätten überwunden und bewegliche Mechanisierungsformen bevorzugt werden. Hier könnten landwirtschaftliche Produktionsstätten in gesonderten Bauungsgebieten am Ortsrand an Bedeutung gewinnen.

**2** Viel entscheidender als die gemeinschaftliche Nutzung von Maschinen ist in Zukunft eine personelle überbetriebliche Zusammenarbeit in der tierischen Veredelung. Größere Herden binden den Landwirt verstärkt auch an Sonn- und Feiertagen an den Stall, ohne Urlaubs- und Krankenvertretung. Hier dürfte ein wesentlicher Ansatzpunkt zur künftigen überbetrieblichen Zusammenarbeit gegeben sein, ohne daß — wie vielfach vorgeschlagen — die Einzelbetriebe in Gemeinschaftsunternehmen mit zweifelhaftem finanziellen Erfolg zusammengeschlossen werden. Abwechselnde Feiertags- und Urlaubsvertretung ist auch zwischen Einzelbetrieben möglich, sei es durch gegenseitige Absprache, durch die gemeinsame Anstellung einer Arbeitskraft oder durch die Vermittlung von Aushilfskräften innerhalb des Maschinenringes.

**3** Ein vermehrter Zwang zur überbetrieblichen Zusammenarbeit ist schließlich auch bei der Futterbergung gegeben. Durch die laufende Herdenaufstockung der Einzelbetriebe verschärft sich die Arbeitsspitze im Sommer zunehmend, da in der gleichen Zeitspanne die doppelte bzw. dreifache Futtermenge geerntet werden muß. Diese Arbeitsspitze zu brechen, ist der Einzelbetrieb in der Regel überfordert. Auch die Zusammenarbeit mehrerer Vollerwerbsbetriebe kann dies nicht restlos bewältigen, da die Arbeiten der Futterernte im hohen Maße termingebunden und witterungsabhängig sind. Eine echte Lösung könnte hier die Zusammenarbeit zwischen Neben- und Vollerwerbsbetrieben bringen.

Nebenerwerbslandwirte werden auf lange Sicht zunehmend die Veredelungswirtschaft aufgeben. Sie können aber in Zusammenarbeit mit Vollerwerbslandwirten weiter ihre Grünlandflächen bewirtschaften und mit ihnen gemeinsam die Futterernte durchführen.

# Stallsysteme für große Tierbestände

## Studien in vier Ländern Osteuropas

Von H. Eichhorn, J. Boxberger, H. Seufert, Weihenstephan

Die vermutliche Entwicklung der Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland wird besonders von den Veränderungen in den Größenordnungen der Nutztierbestände abhängen. Das Anwachsen der Produktion in der tierischen Veredelungswirtschaft erfordert Entscheidungen, die von den bisherigen Auffassungen über die Organisation kleinerer und mittlerer Tierhaltungen erheblich abweichen. Es sind brauchbare technische und bauliche Einrichtungen für die tierische Erzeugung zu schaffen, die es gleich anderen Unternehmungen unserer Volkswirtschaft gestatten, ein wesentlich größeres Produktionsvolumen von weniger Arbeitskräften bewältigen zu lassen. Daraus ergeben sich andere Verfahren der Tierproduktion als bisher; sie benötigen zusätzliche technische Hilfsmittel und ein Höchstmaß an ökonomischer Planung.

Die Erfahrungen aus Ländern mit Großanlagen für die tierische Produktion können für diese Überlegungen bereits wertvolle Orientierungshilfen vermitteln. Diesem Zweck diente im vergangenen Sommer eine Studienreise durch vier Staaten Osteuropas — Tschechoslowakei, Ungarn, Rumänien und Jugoslawien. Es sollten insbesondere Anregungen zur Lösung folgender Probleme gefunden werden:

1. Grundlagen zur ökonomischen Planung von Anlagen für größere Tierbestände einschließlich Organisationsformen.
2. Sinnvolle Aufstellungsformen für eine umfangreiche Rindvieh- und Schweinehaltung.
3. Bewältigung der Arbeiten im Bereich Futterentnahme und Futteraufbereitung.
4. Verfahren und technische Hilfsmittel zur Entmistung größerer Ställe einschließlich Aufbereitung und Verwertung der Fäkalien.
5. Beherrschung des Stallklimas in großen Stallräumen.

Das Interesse für die Technologie in großen Nutztierbeständen konzentrierte sich nicht nur auf die Besichtigung von Staatsgütern, Kombinat und landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaften, sondern schloß ebenso Aussprachen in Projektierungsinstituten und in Hochschulen ein. So war die Information in den Agro-Projekten (staatliche Planungsbüros) für das Kennenlernen der in Aussicht genommenen baulichen und technischen Lösungen außerordentlich wertvoll. Diese Institutionen bemühen sich z. B. in der CSSR auch um die industriellen Anlagen, die oftmals mit der landwirtschaftlichen Produktion integriert sind (weiterverarbeitende Betriebe), wodurch häufig industrielle Baumethoden und Bauweisen (z. B. Montagehallen) auf die landwirtschaftlichen Großbetriebe übertragen werden.

### Entwicklungstendenzen

Die Entwicklung zum Einsatz perfekter technischer Einrichtungen in der Stallwirtschaft ist insbesondere in Ländern mit steigender Industrialisierung (z. B. CSSR) zu bemerken. Von je einer Arbeitskraft sollen in Zukunft 2500 Mastschweine, 20 000 Legehennen, 60 Milchkühe und 300 Mastbullen versorgt werden können. Die Arbeitskräftesituation auf dem Lande verschlechtert sich auch dort von Jahr zu Jahr, man ist gezwungen, nicht nur hohe Löhne zu zahlen, sondern auch Siedlungen städtischen Charakters mit komfortableren Wohnhäusern, Dienstleistungseinrichtungen, kulturellen und medizinischen Einrichtungen zu schaffen. Die ausgearbeiteten Vorschläge sind sehr fortschrittlich. Ganz allgemein kann jedoch festgestellt werden, daß zwar eine nach industriellen Methoden durchgeführte Organisation eine Gesamtintegration der landwirtschaftlichen Erzeugung ermöglicht, aber die einzelnen Produktionsverfahren durch unzureichende technische Detailausführung nicht immer befriedigen und nur durch vermehrten Handarbeitseinsatz ausgeglichen werden können. Die Funktionssicherheit aller technischen Produktionshilfsmittel als unbedingte Voraussetzung für größere Arbeitsproduktivität ist wesentlich geringer als in den westlichen Ländern. Überhaupt sind die Kenntnisse über westliche Lösungen selbst bei fortschrittlichen Projektierungsbüros unzureichend — im Gegensatz zu den Hochschulinstituten. Wesentlich engere Beziehungen bestehen zu der DDR, die neben Planungen auch komplette Stalleinrichtungen zu einem meist hohen Preis auf Rubelbasis liefert. Das gilt vor allem für die Länder CSSR, Ungarn und Rumänien.

In Ungarn werden zur Zeit Gebäude für 600 Kühe geplant, man denkt allerdings bereits auch schon an Ställe mit 2000 Milchkühen. Ähnliche Vorstellungen über die Tierhaltung, jedoch in wesentlich größerem Ausmaß, entwickeln sich in Rumänien. Dagegen steht in Jugoslawien ein freieres Unternehmensprinzip auf staatlicher Basis im Vordergrund. Als Bauweise steht vor allem der Fertigbau zur Diskussion. Dies gilt im übrigen für den gesamten Ostblock. Die besuchten landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften befinden sich teilweise bereits auf dem Wege über ausgeprägte Agrarkombinate zu Bio-Industrien, wozu alle verarbeitenden Zweige der Nahrungsmittelwirtschaft wie Molkereien, Schlächtereien, Brauereien, Nährmittelfabriken usw. gehören.

Die derzeitige Gebäudesituation ist in der Praxis aller vier besuchten Länder ähnlich. Teilweise versucht man auch heute noch, zunächst alte Gebäude durch Umbauten, sogenannte Adaptionen besser zu nutzen. Für die angestrebte und teilweise bereits durchgeführte Großproduktion in der tieri-

schen Veredelung reicht jedoch dieser Gebäudebestand nicht mehr aus. So bleiben selbst Wirtschaftsgebäude aus den 50er Jahren oftmals ungenutzt liegen und verfallen. Daneben oder auf einem günstigeren Standort werden dann Neuplanungen als Montagebauten mit vorgefertigten Teilen verwirklicht.

Ungelöst und bisher nicht sonderlich ernst genommen sind die Probleme der Beseitigung tierischer Abgänge. Nur an wenigen Stellen sind zaghafte Versuche zu erkennen — in Anlehnung an die städtische Fäkalienaufbereitung — mit den riesigen Dungmengen ohne Transportbelastung fertig zu werden. Häufig ist allerdings bei großer Flächenausstattung die vollständige Verteilung des Dungs auf Acker- und Grünland noch möglich, ohne daß von einer Flächendeponie gesprochen werden kann.

In den folgenden Ausführungen sollen am Beispiel der Rindvieh- und Schweinehaltung einige wesentliche Kriterien zu den Stallsystemen in den bereisten Ostblockländern herausgestellt werden.

### Stallformen für die Rindviehhaltung

Vor etwa zwei Jahrzehnten begannen in den bereisten Ländern Bestrebungen, für die Rindviehhaltung Großanlagen zu errichten, die für die Unterbringung von 300 bis ca. 1000 Kühe oder Mastbullen vorgesehen waren. Die inzwischen 20 Jahre alten Gebäude, in denen 1 AK etwa 20 bis 25 Milchkühe versorgen kann, sollen in Zukunft wesentlich enger belegt werden, um auch die Produktivität einer AK auf 50 bis 60 Tiere zu erhöhen.

Charakteristisch für diese Altbausubstanz sind die zahlreichen Stützen, die den Einbau technischer Hilfsmittel sowie den gesamten Umbau erschweren (Bild 1). Häufig zeigen diese Gebäude bereits starke Bauschäden, hervorgerufen durch Wasserdampfkondensation im Baustoff, da man zunächst die Bedeutung von Lüftungsanlagen unterschätzte. Durch die vorgegebenen und unveränderbaren Fütterungs- und Entmistungsachsen war meist nur der Umbau vom Mittellangstand zum Kurzstand möglich, der wiederum meist mit Halsrahmen und Kettenentmistungsanlagen ausgestattet ist.

Demgegenüber werden neue Stallanlagen für Rindvieh nur in Montagebauweise erstellt, wobei man bevorzugt das Prinzip der Skelettbauweise anwendet. Sie erlaubt der billigeren betriebseigenen Baubrigaden, ohne Hinzuziehung von Bauunternehmern, die Selbsterstellung der Gebäude. Allen Neuplanungen liegen heute Stallklimaberechnungen zugrunde, woraus sich die notwendigen Wärmedämmwerte von Wänden, Decken sowie die Leistung der





Bild 1: Typisches Altgebäude (ca. 20 Jahre) eines Großbetriebes, das nur schwer zu modernisieren ist und daher von neuen Gebäuden abgelöst werden soll

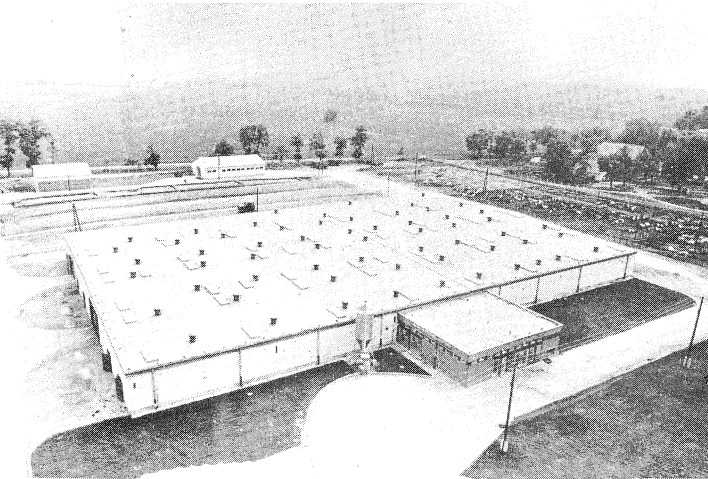


Bild 2: Kompakte Stallanlage (Blockbauweise) für 256 Milchkühe

erforderlichen Lüftungseinrichtungen ableiten. Es handelt sich dabei vornehmlich um geschlossene Stallanlagen.

#### Bauweisen

Zur Unterbringung dieser Tierbestände kennt man zwei verschiedene Bauweisen:

1. Die Kompakt- oder Blockbauweise; der gesamte Tierbestand ist in einem Gebäude untergebracht (Bild 2 und 3).

2. Die Pavillonbauweise; der Bestand ist in kleinere Herden von 100 bis 200 Tieren unterteilt, die sich in getrennten Ställen, den Pavillons, aufhalten (Bild 4).

Die Blockbauweise und der dazugehörige Betriebsablauf wird im folgenden an einem Stallgrundriß (Bild 3) erläutert. Es handelt sich um einen Liegeboxenlaufstall mit 256 Tierplätzen. Die dazugehörigen 2 x 7 Fischgrätenmelkstände sind zentral angeordnet. Abhängig vom Fassungsvermögen

des Melkstandes werden die Kühe gruppenweise umgetrieben und können sich nach dem Melken am Futtertisch verteilen, so daß sich jeweils zwei Tiere einen Freßplatz teilen müssen. Die Futtervorlage erfolgt über einem schleppergezogenen Futterverteilwagen, der im Flachsilo mit dem Frontlader beschickt wird. Ein Drittel der Stallanlage ist für trockenstehende und kranke Tiere vorgesehen (Anbindestände). Zur Entmistung sind unter dem Spaltboden Treibmistkanäle angelegt, die in kleine Vorgruben außerhalb des Gebäudes münden. Der Flüssigmistlagerraum ist so knapp bemessen, daß der Flüssigmist im zweitägigen Turnus ausgebracht werden muß.

Die Blockbauweise zeichnet sich durch folgende Vorteile aus: Die gesamte Anlage ist platzsparend, da wenig Verkehrswege und Betriebsschutzstreifen angelegt werden müssen. Gleichzeitig nehmen die Installations- und Erschließungskosten we-

niger Umfang als bei der Pavillonbauweise ein. Die Bau- und auch die Instandhaltungskosten sind auf ein Mindestmaß beschränkt. Der geforderte optimale Wärmehaushalt mit 10° C bis 15° C Stalltemperatur und 60 % bis 80 % relativer Luftfeuchte ist mit wenig Isolationsmaterial zu erreichen, da auf jede Kuh nur noch 0,8 bis 1,0 m<sup>2</sup> Wandfläche entfallen (bei ca. 350 Tierplätzen).

Als Nachteile dieser Bauweise sind die langen Fluchtwege zu nennen, die die Tiere bei eventuellem Brandausbruch zurücklegen müssen. Die gleichmäßige Belüftung und Entlüftung des großen Stallraumes ist technisch aufwendig. Dem Tiergesundheitswesen muß erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet werden, dafür ist aber der Bestand auf kleinstem Raum versammelt und leichter überschaubar.

Demgegenüber zeigt Bild 4 einen Stallgrundriß in der aufgelockerten Gebäudeanordnung als Pavillon-Bauweise. In jedem Stallgebäude sind 108 Tiere in Anbindeständen aufgestellt. Man hat Ausläufe vorgesehen, die den Arbeitsaufwand stark erhöhen. Zum Abkalben werden die Tiere aus den einzelnen Gebäuden genommen und in einen separaten Abkalbstall untergebracht. Größere Kälber werden in getrennten Kälberställen gehalten. Auch hier fehlen größere Dunglagerräume, so daß der Dung täglich ausgebracht werden muß.

Neben einer guten Erweiterungsmöglichkeit weist die Pavillon-Bauweise vor allem verbesserte hygienische Bedingungen auf. Die weitläufige Form der Anlage hat aber den Nachteil, daß die Kosten für die Erschließung sehr hoch liegen. Deshalb unterbleibt sie oftmals, so daß in diesen Anlagen häufig ungünstige Produktionsbedingungen herrschen.

Die Zuordnung der Hallen kann auch sternförmig zu einem zentralen Punkt erfolgen, z. B. bei Liegeboxenlaufställen zur Verkürzung der Triebwege zum Melkstand. Die technische Einrichtung dieser Ställe war meist durch Großmelkstände, Spaltenbodenauflflächen mit Flüssigentmistung und stationär eingebauten Fütterungseinrichtungen gekennzeichnet.

#### Stallformen für Milchvieh u. Mastbullen

Mit der Besprechung der Bauweisen sind gleichzeitig die in Zukunft bevorzugten Stallsysteme für die Milchviehhaltung, nämlich der Liegeboxenlaufstall und der Kurzstand-Anbindestall, aufgezeigt. Zur Zeit ist, wie auch in Westdeutschland, der Anbindestall noch vorherrschend, da nicht sofort die notwendige Stallkapazität in Form von Neubauten mit Laufställen zur Verfügung gestellt werden kann.

Ähnliches gilt für Stallanlagen zur Bullenmast. Auch hier werden zur Zeit vorwiegend alte Anbindeställe, teilweise sogar mit Einstreu, bewirtschaftet. Für die vorgesehenen Mastbullenstände von bis zu 20 000 Stück sollen sowohl bei Neubauten wie bei Umbauten in Zukunft der Vollspaltenbodenstall verwendet werden. Durch die relativ einfachen Umbaumaßnahmen lassen sich im Gegensatz zur Milchviehhaltung die Altgebäude für Mastvieh gut nutzen. Bei den wenigen Anlagen mit Vollspaltenboden konnte kein befrie-

digender Entwicklungsstand festgestellt werden. Vor allem das Spaltenboden-Balkenmaterial und die Ausführung der einzelnen Balken ließen sehr zu wünschen übrig. Die bisher vornehmlich verwendeten Holzbalken unterliegen einem starken Verschleiß und werden sehr glatt. Die Auftrittsflächen von Betonbalken waren unsachgemäß stark gewölbt ausgeführt, so daß die Tiere mit den Klauen in die mit 5 cm bis 6 cm zu groß bemessenen Spalten hineinrutschten (Bild 5). Dadurch können an den Klauen schmerzhaft Verletzungen auftreten, die zu Leistungsminde-rungen führen.

Wie auch bei den ersten Vollspaltenbodenställen in der BRD versuchte man die Kosten der Stallanlage dadurch zu senken, daß die Dunglagerung direkt unter dem Rost nach dem Prinzip des Speicher-verfahrens erfolgt. Neben stallklimatischen Schwierigkeiten durch unkontrollierbare Luftströmungen und übermäßigen Wärme-zug sind vor allem die entnahmetechnischen Schwierigkeiten zu nennen, die dieses Flüssigentmischungsverfahren nicht empfehlenswert erscheinen lassen. Wegen der ungünstigen Erfahrungen sieht man neuerdings Entmischungsanlagen vor, bei denen der Flüssigmist in Kanälen zu außer-halb des Stalles liegenden Behältern ge-langt.

#### Technik und Gebäude in der Schweine-haltung

In nahezu allen bereisten Staaten stand in der Schweinehaltung weniger die Rentabilität, sondern die Fleischversorgung im Vordergrund. Das drückte sich schon in der Quantifizierung der Einheiten nach ihrer jährlichen Produktion aus. Von west-deutschen Verhältnissen ausgehend, er-fordert das ein Umdenken, denn hier werden die Betriebe nach der Stallkapazität (Tierplätzen) eingeordnet. Erstaunlich war auch, daß gewisse Schwellenwerte der Be-standsgröße, die wegen der Seuchenge-fahr nicht überschritten werden sollten, nicht existieren. Nach Tierplätzen einge-teilt, hatten diese Betriebe ein Fassungs-vermögen von 14 000 bis 30 000 Schweinen. Diese Herden sind fast ausschließlich in neu errichteten Gebäuden untergebracht. Die besichtigten bzw. geplanten neuen Schweinefarmen können in zwei Produk-tionssysteme eingereiht werden. Ohne Unterschied in der Größenordnung waren Schweinemastfarmen mit angeschlossener Ferkelproduktion und auch ohne anzutref-fen. Das Argument der Seuchengefahr, die vom Mastbestand auf den wertvolleren Zuchtbestand übergehen könnte, ließ sich nicht eindeutig als Grund für die Trennung identifizieren. Der Grund für eine Zusam-menlegung oder eine Teilung von Zucht und Mast liegt vermutlich viel mehr an der Form des Managements. Zucht und Mast waren in den besichtigten Betrieben selbständige Güter. Sie gehörten jedoch einer gemeinsamen Organisation mit über-geordnetem Management an.

Eine organisatorische bzw. strukturelle Besonderheit bearbeiten zur Zeit jugo-slawische Wissenschaftler. Dort besteht die Tendenz, die starken bäuerlichen Reserven, die sowohl in Haupt- wie in Neben-erwerbsbetrieben existieren, zu mobilisie-ren. Der laufende Versuch ist dadurch

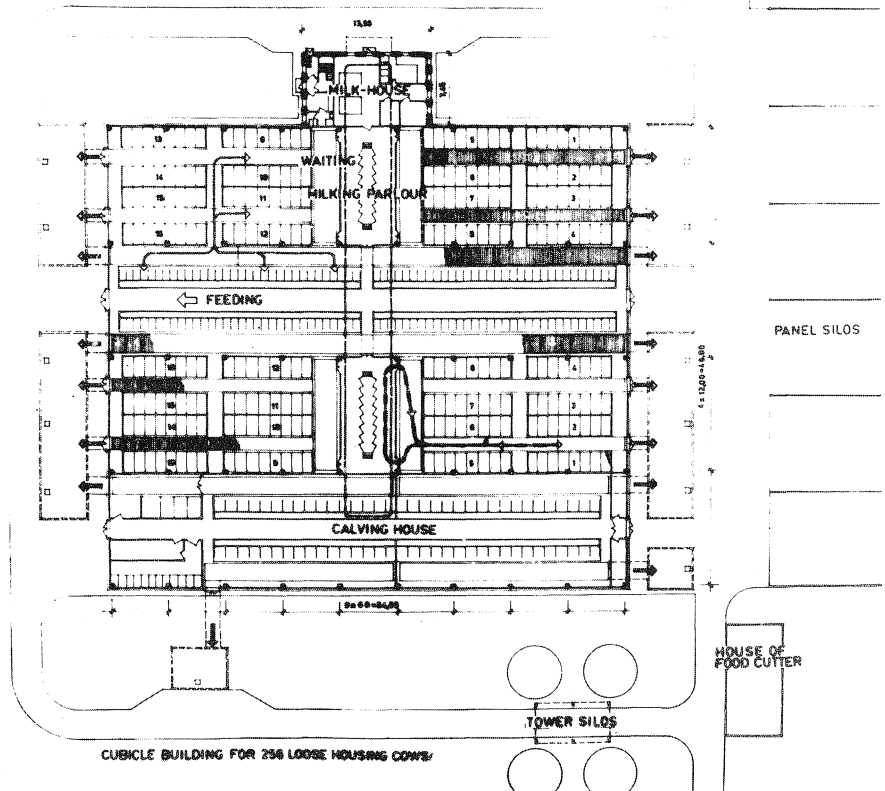


Bild 3: Funktionsplan zu Bild 2. Liegeboxenlaufstall mit Fischgrätenmelkständen (2 x 7) und Spaltenbodenaufläufen (Blockbauweise)

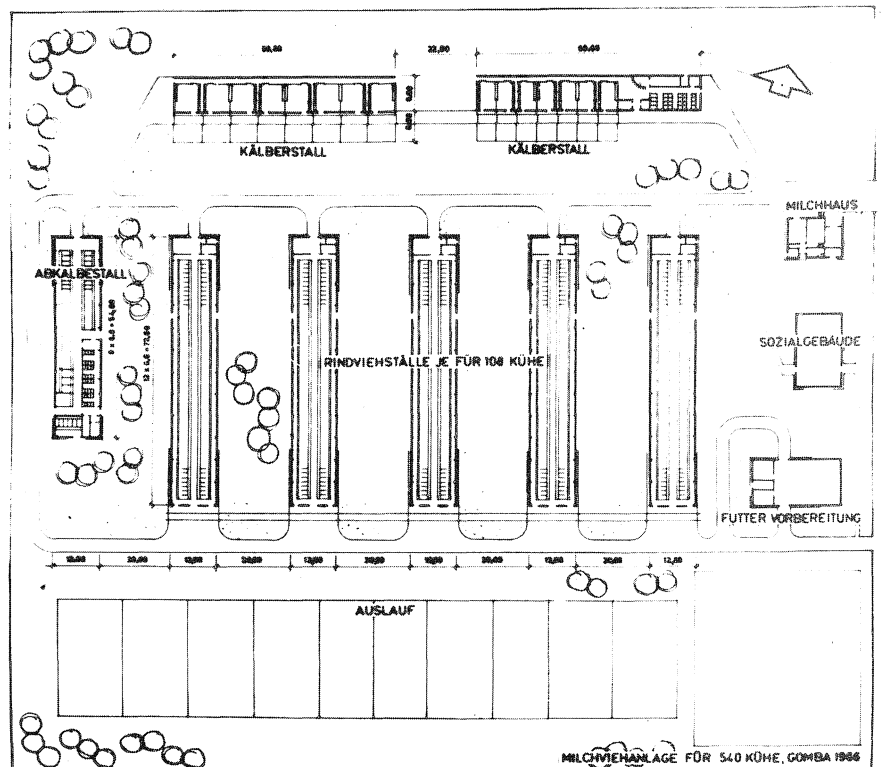


Bild 4: Anbindeställe für 540 Milchkühe (Pavillonbauweise)



Bild 5: Balken mit stark gewölbter Oberfläche und 5–6 cm breiten Spalten sind nicht trittsicher und verursachen Klauenschäden.

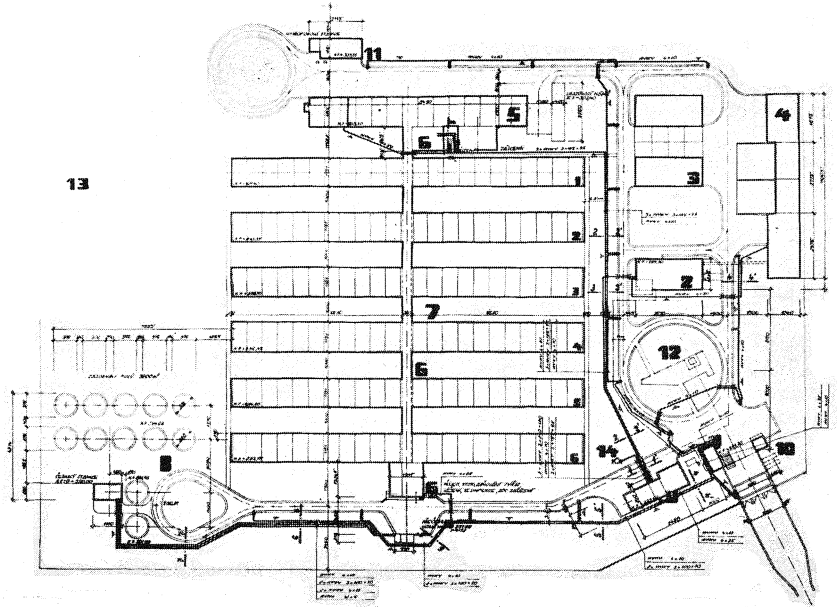


Bild 6: Schweinemastfarm für 10 000 Tiere. Die Pavillons sind über einen gemeinsamen Quergang in der Mitte der Anlage verbunden, der oben in verkürzten Gebäudetrakt mündet, in dem die Futteraufbereitung (Flüssigmistfütterung) untergebracht ist. Links unten: Flüssigmistbehälter.

gekennzeichnet, daß Ferkel, die in den bäuerlichen Betrieben erzeugt werden, mit einem Alter von ca. 28 Tagen aufgekauft und in einer gemeinsamen Aufzuchtstation in Gruppen aneinander gewöhnt werden. Von dort übernimmt eine Großmästerei die

Läufer und mästet sie aus. Dieser Aufzuchtbetrieb liegt zentral zu den Ferkelzulieferern.

Die innerbetriebliche Organisation ist am besten am Beispiel eines komplexen Be-

triebes mit Schweinezucht und Schweinemast zu erläutern. Der Weg der Tiere bzw. der innerbetriebliche Zyklus kann folgendermaßen dargestellt werden: aus dem Abferkelstall kommen die Ferkel in die Aufzuchtställe. Am Ende der Aufzuchtperiode werden Mast- und Zuchttiere getrennt. Während die Masttiere bereits in den Endmastbuchten aufgestellt werden, gelangen die Zuchttiere in die Zuchtprüfungsställe. Die Jungsauen werden dann in getrennten Besamungsställen künstlich besamt. Für die tragenden Sauen ist danach ein eigenes Stallsystem vorgesehen, aus dem sie lediglich zur Abferkelzeit und wiederum zur Besamungszeit herausgenommen werden. Für die Jahresproduktion von ca. 100 000 gemästeten Schweinen und einer Zuchtherde von etwa 5 000 Sauen wird — wie uns berichtet wurde — eine Mannschaft von 150 Arbeitern benötigt, die in verschiedene Gruppen eingeteilt ist. Die erste Arbeitsgruppe ist verantwortlich für die Futtervorlage, die Futterlagerung und die Futtermischung. Die zweite Arbeitsgruppe sorgt für die Reproduktion, also für die Ferkelerzeugung, während sich die dritte Arbeitsgruppe um die Zucht kümmert. Die vierte und stärkste Arbeitsgruppe erledigt sämtliche Reparaturen an Maschinen und Gebäuden der gesamten Farm (dazu Arbeitsgruppe Verwaltung).

#### Bauweise und Anordnung

Im Gegensatz zur Milchviehhaltung, bei der wegen zentralisierter Melkarbeit der starke organisatorische Verbund vorherrscht, der in der Konsequenz zum Kompakt- oder Blockbau führt, handelt es sich bei der Schweinehaltung um multiplizierbare kleinere Einheiten, die durch Aneinanderreihung den Großbestand ergeben. Die bauliche Lösung hierfür ist die Pavillon-Bauweise (Bild 6), die demgemäß



Bild 7: Mobiler Fütterungswagen für Flüssigmistfütterung. Eine mitfahrende Bedienungsperson teilt das Futter in die Tröge zu.

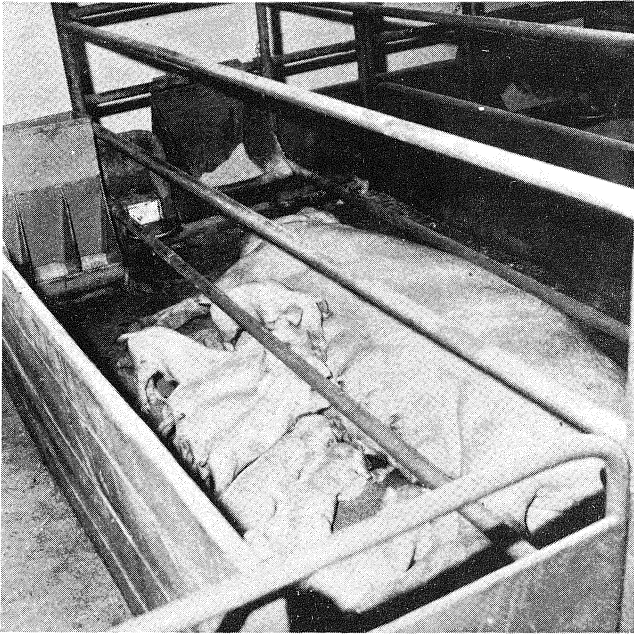


Bild 8: Abferkelbucht. Die Einrichtung unterscheidet sich nicht von den in der BRD üblichen Abferkelkäfigen.

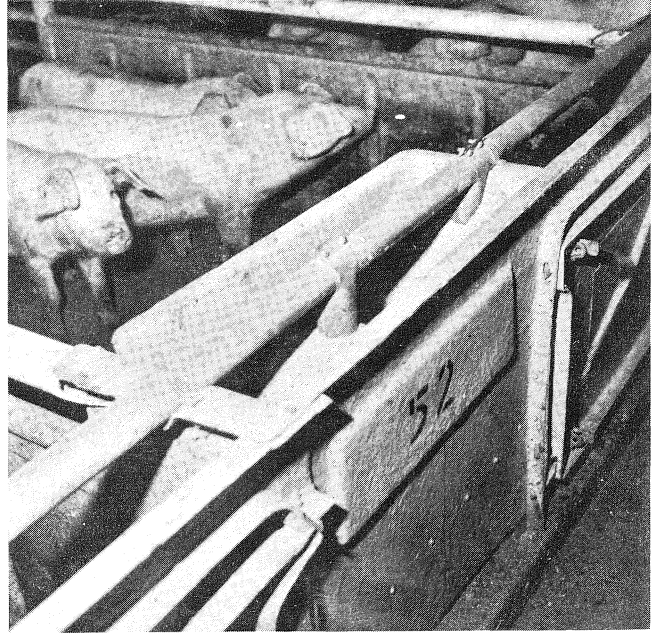


Bild 10: Vorratsfütterung bei Mastschweinen (Anfangsmast). Der Futterbehälter wird über eine mechanische Zufuhreinrichtung beschickt.

auch Verwendung fand. Das meist großflächige Areal kann nur über die bei der Einfahrt angelegte Hygieneschleuse betreten werden. Liegt die Verwaltung direkt beim Betrieb, so schließt sich an das Eingangstor ein Gebäude, in dem die Administration und andere Kommunikations- und Hygienesräume untergebracht sind.

Der Pforte am nächsten gelegen sind die Mast- und Läuferställe. Daran schließt sich die Reproduktionszone mit den Abferkelställen, den Ställen für leere und tragende Sauen und den Besamungsställen an. In dem vom Eingang am entferntesten gelegenen Teil sind die Zuchtställe untergebracht. Die Flüssigmistlagerung bzw. -behandlung erfolgt zentral und nach neueren Vorstellungen außerhalb des eingezäunten Farmbereichs.

#### Einrichtung von Mastställen

Sowohl Voll- als auch Teilspaltenbodenbuchten waren anzutreffen. Die auch bei uns sehr kritisch zu beurteilende Oberflächentmischung bei Mistgangbuchten konnte den Teilspaltenboden nicht verdrängen. Wo Flüssigentmischungsverfahren Schwierigkeiten bereiten, baut man teure Fallschieberanlagen in die flachen Kanäle unter den Spaltenboden.

Die Spaltenbodenbalken sind schmal und entsprechen in Abmessungen — sie haben nur ca. 8 cm Auftrittsweite — und Qualität nicht den neueren westdeutschen Erfahrungen. Bei den überwiegend zu sehenden Teilspaltenbuchten brachte das zunächst keine Schwierigkeiten.

Sehr vielgestaltig waren die Fütterungsverfahren. Neben stationären Anlagen für Trocken- und Flüssigfütterung fanden mobile Geräte — Fütterungswagen — sowohl mit Verbrennungs- als auch mit Elektromotoren Verwendung. Eine Tendenz zur Trocken- oder Flüssigfütterung war nicht eindeutig festzustellen. Der bei Flüssigfüt-

terungsanlagen betriebene Aufwand wäre äußerstenfalls bei Verwendung von Küchenabfällen zu rechtfertigen, wobei noch zu prüfen ist, ob dadurch Küchenabfälle nicht zu einem teuren Futter werden.

In einem Ferkelerzeugerbetrieb wurde zur Vorlage des flüssigen Futters ein batterie-

gespeister Elektrowagen eingesetzt, bei dem ebenso wie bei den festinstallierten Anlagen die Dosierung der Bedienungsperson überlassen blieb. Da eine Dosierung bei stationären Anlagen ebenfalls die Handbedienung an jeder Bucht voraussetzt, ist der Fütterungswagen wegen seiner Mobilität zu bevorzugen (Bild 7).



Bild 9: Eine Besonderheit waren diese weiträumigen Ausläufe an den Zucht- und Reproduktionsstätten. Bodenplatten und Trennwände bestehen aus vorgefertigten Betonteilen.



Bei der troglosen Trockenfütterung erklären sich die immer wieder zitierten schlechten Erfahrungen aus der Verwendung von Volumendosierern mit freiem Abwurf. Erst bei neueren Planungen werden staub- und verlustfreier arbeitende Füttersäulen mit Gewichtsdosierung eingesetzt. Nach Aussagen wissenschaftlich und planerisch tätiger Stellen überwiegt derzeit die Trogfütterung.

#### Einrichtung von Zucht- und Reproduktionsstätten

Trotz Differenzierung in Zucht- und Reproduktionszonen unterscheiden sich neuere Stalleinrichtungen nur unwesentlich von unseren (Bild 8). Eine Besonderheit bei den Zuchtsauen besteht darin, daß für jede Gruppe ein Auslauf vorgesehen ist (Bild 9). Leere und tragende Sauen aus der Reproduktionsgruppe haben großräumige Buchten zur Verfügung, die dann allerdings von Hand gereinigt werden müssen. Das gleiche gilt für die Eberställe. Über Kastenstände oder Einzelfreßstände in Verbindung mit Gruppenbuchten lagen keine Erfahrungen vor.

Die Anbindehaltung für leere und tragende Sauen oder in den Abferkelställen hat sich bisher nicht eingeführt. Das Abferkeln findet in Abferkelkäfigen und Schwenkgitterbuchten statt. Für das Läuferstadium stehen bei den neueren Systemen Teilspaltenbodenbuchten zur Verfügung. Die Fütterung erfolgt hier nach der auch bei uns üblichen Methode aus Futterautomaten, die über eine mechanische Zuführung aufgefüllt werden (Bild 10).

Bei allen neueren Stallsystemen für die Schweinehaltung wurde der Dung als Flüssigmist aufbereitet. Aber gerade der Schweinedung verursacht Schwierigkeiten bei der weiteren Verarbeitung in den Mengen, wie sie bei der genannten Tierkonzentration anfallen. Wegen der Besonderheit erwähnenswert ist die Methode, Schweinedung mit Rinderdung aufzumischen und dann auf landwirtschaftliche Nutzflächen integrierter Betriebe auszubringen. Diese Methode ist bei uns schon wegen des erhöhten Aufwandes nicht durchführbar. Und wenn Flächen für das Ausbringen zur Verfügung stehen, dann könnte auch der Schweinedung direkt verteilt werden.

Sowohl in den Besprechungen mit den Planungsbehörden wie in den besichtigten Betrieben konnten die verschiedenen Möglichkeiten diskutiert werden. Eine klare Vorstellung über die Lösung des Problems ist in einem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen noch nicht erarbeitet worden. Die bisher ausgeführten Kläranlagen (Bild 11 und 12) bringen nicht das bei uns für das Einleiten in öffentliche Gewässer erforderliche Klärergebnis.



Bild 11: Dungseperatoranlage für Flüssigmist, eingesetzt bei einer Mastschweinefarm. Der gefilterte flüssige Anteil wird in einen nahegelegenen Fluß abgelassen!

Bild 12: Auf diesen Trockenfeldern lagern die festen Bestandteile des Flüssigmistes zur weiteren Austrocknung.

## Bullenmast im Vollspaltenbodenstall

Trotz anfänglicher Schwierigkeiten konnte sich der Vollspaltenbodenstall in der Zwischenzeit bewähren. Wie bei keinem anderen Stallsystem hängt seine einwandfreie Funktion entscheidend von der richtigen Ausbildung der einzelnen technischen und bautechnischen Details ab, auf die hier, soweit es im Rahmen dieser Beschreibung möglich ist, hingewiesen wird.

### Spaltenboden

Die Spaltenbodenfläche dient den Tieren als Freß-, Lauf- und Liegebereich. Zur sachgerechten Ausführung dieser Fläche sind insbesondere drei Punkte zu beachten:

1. Funktionsgerechte Abmessungen und Form der Balken,
2. verschleißarmes und trittsicheres Material,

3. dem Tierverhalten entsprechende Verlegung der Balken.

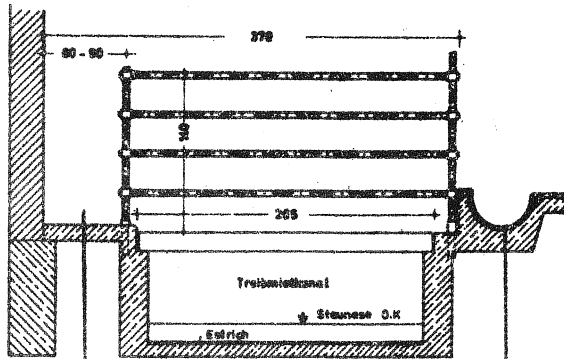
Form und Abmessungen der Balken ergeben sich als Kompromiß zwischen ausreichender Durchlässigkeit für die Exkremente und genügender Auflagefläche zum Stehen, Laufen und Liegen der Tiere. Die Auftrittsweite der nach unten konisch zulaufenden Balken beträgt 12,5 bis 14 cm, der für die Sauberhaltung bei Bullen erforderliche Balkenabstand 3,5 bis 4 cm. Dieser Abstand kann durch einlegbare Distanzklotze geschaffen werden, die sich jedoch lockern können, in den Flüssigmist gelangen und das Pumpaggregat beschädigen. Zweckmäßiger erscheint es daher, bei der Herstellung bereits Distanzköpfe anzugießen. Balken dieser Bauart lassen sich leichter verlegen und liegen auch fester. Auf Grund der

statischen Anforderungen haben die Balken bis ca. 2 m Länge eine Höhe von etwa 15 cm, bei 2 bis 3 m eine Höhe von etwa 20 cm. Die Balkenhöhen müssen bei der Bemessung der Tiefe der Flüssigmistkanäle berücksichtigt werden.

Die Trittsicherheit der Balken ist durch eine ebene, etwas aufgeraute Oberfläche gewährleistet. Größere Vertiefungen in Form von Rillen bewirken lediglich eine vermehrte Bindung von Kot und Harn auf der Oberfläche, so daß Balken dieser Art je nach Fütterung entweder sehr glatt oder durch angetrockneten Kot äußerst uneben werden.

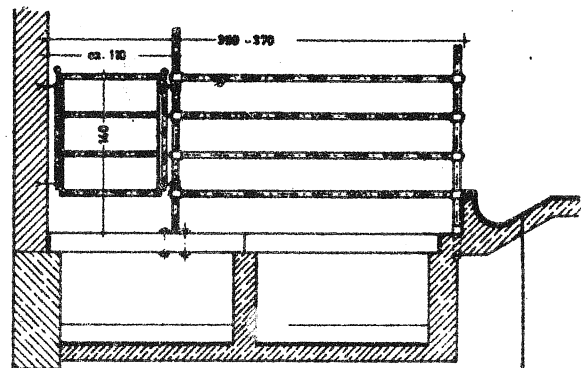
Von den verschiedenen Materialien, die zur Herstellung von Spaltenbodenbalken verwendet werden, ist für die Bullenmast der Betonbalken eindeutig zu bevorzugen. Lediglich bis zum Alter von zwei Monaten erweisen sich Balken aus wärmedämmendem Material wie Blähtonbeton, evtl. auch Bongossi-

### 1. Mastabschnitt



mit Treibgang  
Schlempekrippe  
( 50 iger Halbschale )

### 2. Mastabschnitt



ohne Treibgang  
Drittelschale bei  
Silagefütterung

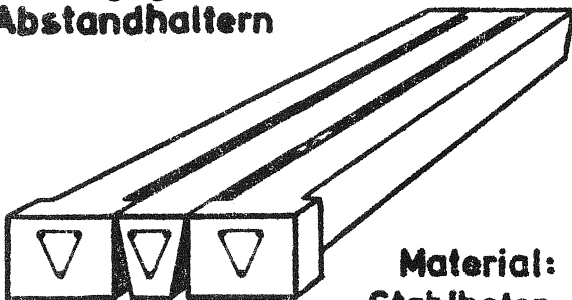
### Entmistung :

Treibmistverfahren  
( kein Gefälle der Kanalsohle ,  
„Stau Nase " nach jedem Kanal-  
abschnitt )

ev. mech. Unterflurentmistung  
mit Klapp- oder Faltschieber  
Balken mit ebenen Auftritts-  
flächen

### Spaltenboden

mit angegossenen  
Abstandhaltern



Abmessungen :  
Auftrittsweite 12 - 15 cm  
Spaltenweite 3 - 4 cm  
Balkenhöhe 15 - 22 cm  
Material: Stahlbeton, feste Verlegung ohne Höhendifferenzen



Abbildung 1

Vollspaltenboden-Buchten mit wandseitigem Triebweg

Foto:  
Seufert

holz, als zweckmäßig. Soweit möglich, sollten die Balken senkrecht zum Trog verlegt werden.

#### Flüssigmistungsverfahren

Das früher häufig verwendete Speicherverfahren mit der gesamten Dungalagerung unter dem Spaltenboden ist wegen seiner entnahmetechnischen Probleme und auch aus stalklimatischen Gründen nicht zu befürworten. Von den weiteren Verfahren erweist sich das Treibmistverfahren dem Stauschwemverfahren überlegen, da es ohne Wasserzusatz arbeitet. Bisher durchgeführte Untersuchungen und zahlreich bestehende Treibmistanlagen beweisen die Funktionssicherheit dieses Systems. Das Kot-Harn-Gemisch treibt im Kanal kontinuierlich nach dessen offener Seite. Dieser Fließvorgang findet jedoch nur dann stö-

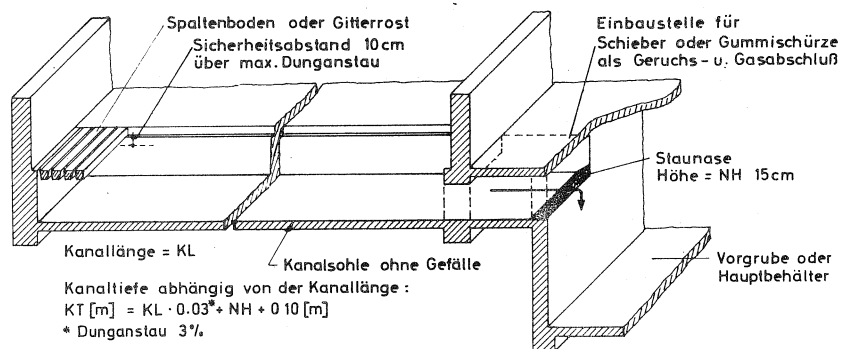


Abbildung 2: Kanalausbildung beim Treibmistverfahren

rungsfrei statt, wenn sämtliche Reibungsflächen (Kanalwände und -sohle) möglichst wenig Widerstand bieten. Eine Stauanase von 15 cm Höhe am Ende eines jeden Kanalabschnittes sorgt für eine reibungsmindernde Flüs-

sigkeitsschicht auf der Kanalsohle. Zur Erhaltung dieser Flüssigkeitsschicht muß diese Nase dicht abschließen und die Kanalsohle eben, ohne Gefälle ausgeführt sein (Abb. 2).

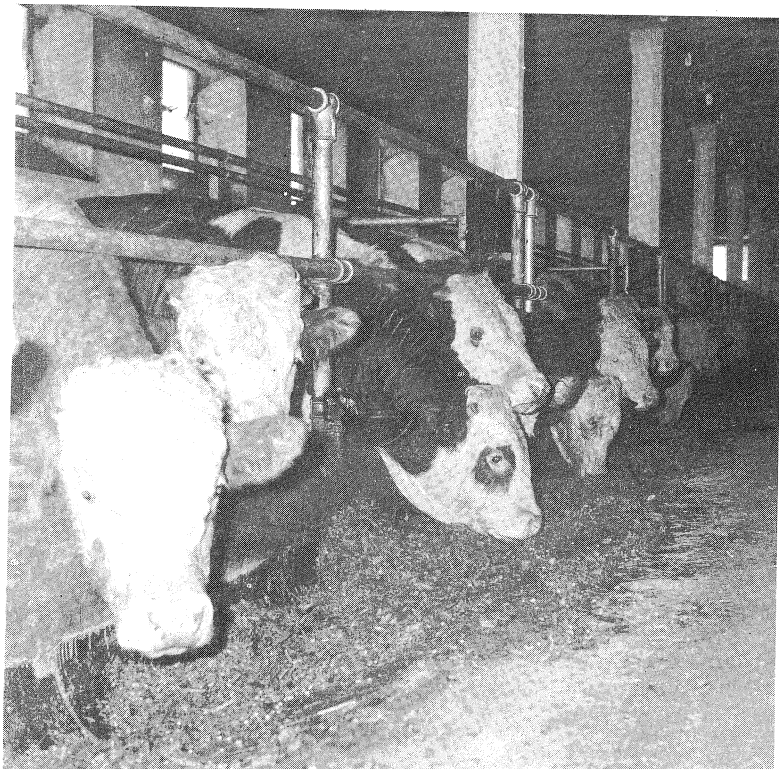
Für die in der Bullenmast vorkommenden Buchtentiefen von 2,8 bis 3,7 m können Kanäle bis ca. 3,00 m Breite, sofern die notwendigen Balken zur Verfügung stehen, ohne Unterteilung ausgeführt werden. Da die Reibungsfläche bei breiteren Kanälen im Verhältnis zur Dunganse abnimmt, sind breitere Kanäle funktionssicherer\*).

Hoher Grundwasserstand, steiniger Untergrund oder flache Fundamente bei Altbauten machen vereinzelt die Anlage von Flüssigmistkanälen unmöglich. In diesen Fällen kann durch die Anordnung eines unter Flur laufenden Flachschiebers die Kanaltiefe auf ca. 30 cm

reduziert werden, da das Entmistungsgerät eine Bauhöhe von 10 bis 20 cm hat. Als Nachteil der Unterflurentmistungsanlagen ist zu berücksichtigen, daß die Schieber einschließlich des Ketten- oder Seilzuges bei erforderlichen Reparaturen schwer zugänglich sind. Von den derzeit angebotenen Flachschieber-Entmistungsanlagen eignen sich für die Unterflurentmistung insbesondere Klappschieber, die im Gegensatz zu Faltschiebern keine Öffnungsstrecke am Kanalbeginn benötigen. Bei Umbauten, die einen Ausbruch des bisherigen Stallbodens erfordern, kann ein Kostenvergleich zwischen der Einrichtung tiefer Kanäle für das Treibmistverfahren und der flachen Kanäle einschließlich der Entmistungsanlage eine Entscheidungshilfe geben.

#### Buchtenform und Platzbedarf

Die Buchtenform richtet sich nach dem Fütterungsverfahren, der Gruppengröße und nach der Häufigkeit des Umbuchens während der Mastperiode. Das Fütterungsverfahren bestimmt die Buchtenbreite. Wegen der Kraftfutterzuteilung im Trog muß für jedes Tier ein eigener Freßplatz vorgesehen werden. Die Buchtenbreite errechnet sich demnach aus der in Tab. 1 angegebene-



\*) Weitere Einzelheiten siehe Eichhorn, H., Boxberger, J., Seufert, H., „Flüssigmist“, Beton-Verlag GmbH, Düsseldorf 1970



Abbildung 4  
Spaltenbodenbalken mit einseitig angegossenen Distanzköpfen

Foto:  
Boxberger

nen Trogbreite je Tier und aus der Anzahl der Tiere, die in einer Bucht gehalten werden. Die bewährten Gruppengrößen liegen zwischen acht und zwölf Bullen.

Häufiges Umbuchten ist abgesehen vom Arbeitsaufwand und von der Gefährlichkeit gleichzeitig ein Streß für die Tiere. Man verzichtet daher heute auf zahlreiche, verschieden ausgebildete Buchtengrößen zugunsten des einmaligen Umbuchtens während der Mastperiode. Die daraus sich ergebenden Abmessungen sind ebenfalls in Tabelle 1 enthalten. Die angegebene Buchtentiefe ist so gewählt, daß hinter den fressenden Tieren ein schmaler Bereich für liegende Tiere übrigbleibt. Diese Maßnahme trägt zu einer verbesserten Stallruhe bei. Aus den angegebenen Planungsdaten läßt sich eine durchschnittliche Trogbreite von 0,63 m und eine durchschnittliche Buchtfläche von 2,18 m errechnen.

Tab. 1:

Planungsdaten für den Vollspaltenbodenstall

Gewichtsabschnitt kg	Trogbreite m	Buchtentiefe m	Spaltenboden Flächenbedarf qm/Tier
200—400	0,55	3,00	1,65
400—600	0,70	3,70	2,70

Zum Wiegen, Umbuchten, Austreiben, zum Verkauf und ähnlichen Arbeiten müssen die Tiere aus der Bucht ohne größeren Arbeitsaufwand herausgenommen werden können. Hierzu stehen zwei Möglichkeiten zur Wahl:

1. Ein eigener Triebgang hinter der Bucht. Er wäre aus arbeitswirtschaftlichen Gründen zu bevorzugen. Bei Umbauten fehlt oft der erforderliche Raum, während bei Neubauten der Triebweg durch den zusätzlichen Raumbedarf und die gleichzeitig nötigwerdende hintere

Buchtenabtrennung teuer erkauft werden muß.

2. Türen im hinteren Teil der Buchtentrennwände (Abb. 3). Sie ermöglichen ein kurzfristiges Anlegen eines Triebweges, der dadurch entsteht, daß die Tiere in den vorderen Teil der Bucht abgedrängt und durch Stangen vom Triebweg ferngehalten werden.

Sofern Triebwege eingerichtet werden, sollten sie je nach Tiergröße zwischen 60 und 90 cm breit sein. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, daß die Türen, die auf Triebwege münden, nach beiden Seiten zu öffnen sind. Buchtentrennwände, in die Türen eingebaut werden, können nicht mehr an der Rückwand des Stalles fest verankert werden. Diese Aufgabe übernimmt eine Säule, die in der Trennwand angebracht ist. Sie wird unten am Spaltenboden fest verankert und an der Decke, ebenso wie auch unten, verschraubt.

Die vordere Buchtenbegrenzung am Trog erfüllt zwei Aufgaben: Sie muß die Tiere am Verlassen der Bucht hindern und gleichzeitig den uneingeschränkten Zugang zum Futter ermöglichen. Die einfachste Lösung stellen Nackenriegel dar. Freßgitter, insbesondere Schräglatten- oder Palisadenfreßgitter reduzieren die Futtervergeudung. Gleichzeitig können sich die Tiere nicht mehr gegenseitig vom Trog abdrängen. Tränkebecken werden in die Buchtenabtrennung verlegt, so daß sie von den zwei aneinander grenzenden Buchten zu benutzen sind.

**Lüftung**

Die Frage der Lüftung ist direkt mit dem Problem der Wärmedämmung des Gebäudes verbunden. Die Wärmedämmung muß so bemessen sein, daß die Wärmeproduktion der Tiere auch an kalten Wintertagen ausreicht, um bei guter Stallluft 12° C nicht zu unter-

schreiten. Altgebäude mit mangelhaften Außenwänden und Decken bedürfen u. U. einer nachträglichen Wärmedämmung.

Im Winter wird die Abfuhr des von den Tieren produzierten Wasserdampfes vornehmlichste Aufgabe der Lüftungsanlage. Bei richtiger Bemessung für diesen Zweck bleibt gleichzeitig die Gaskonzentration auf einem für Tier und Mensch unschädlichem Niveau. Um eine Unterkühlung des Stalles zu verhindern, muß die für die kalten Wintertage benötigte geringste Lüftrate mit etwa 60 bis 70 cbm je GV unbedingt innerhalb des Einstellungsbereiches der Anlage liegen. Bei Schlempefütterung ist die Lüftungsanlage zur Reduzierung des hohen Wasserdampfgehaltes der Stallluft kurzzeitig mit höherer Drehzahl zu betreiben, auch wenn sich dadurch die Temperatur im Stall stark senken würde.

Im Sommer besteht die Aufgabe der Lüftungsanlage darin, die von den Tieren erzeugte Wärme abzuführen und damit im Stall ein erträgliches Klima herbeizuführen. Eine Stalltemperatur, die 2 bis 3° über der Außentemperatur liegt, wird als ausreichend angesehen. Daraus ergibt sich eine maximale Lüftrate von 250 bis 300 cbm je GV und Stunde. Unabhängig vom Lüftungssystem ist darauf zu achten, daß die eintretende Luft fein verteilt den gesamten Stallraum bestreicht. Bereits bestehende Anlagen zeigen, daß bei guter Wärmedämmung und selbst bei tieferen Temperaturen im Winter auch unter extremen Bedingungen (Schlempefütterung) keine zusätzliche Heizung erforderlich ist.

**Kapitalbedarf**

Um unabhängig für Neu- oder Umbau verwendbares Zahlenmaterial bereitzustellen, wurden die in Tabelle 2 aufgeführten Berechnungen ohne Berücksichtigung des Gebäudes oder eines bei Umbauten erforderlichen Ausbruchs vorgenommen. Bei Kalkulationen für Umbauten ist daher den wiedergegebenen Werten eine individuelle Kalkulation für den Ausbruch des vorhandenen Stallbodens und bei Neubauten der Kapitalbedarf für das Gebäude hinzuzufügen.

Die angegebenen Zahlen beziehen sich auf einen Tierplatz für einen ca. 500 kg schweren Mastbullen.

Tab. 2:

Kapitalbedarf für einen Vollspaltenbodenstall (ohne Gebäude)

	DM
Bauarbeiten einschl. Material für Futtertisch und Kanäle . . . . .	210,—
Buchtenabtrennungen, Tränkebecken einschl. Montage . . . . .	65,—
Lüftungsanlage . . . . .	40,—
Spaltenboden . . . . .	155,—
	470,—



## Haltungsverfahren für Kälbermast

Erst in jüngster Zeit haben sich bei der Haltung von Kälbern strohlose Aufstallungen eingeführt. Im Gegensatz zu Aufstallungen für Schweine- und Rindermast treten hier Probleme auf, die vor allem durch die geringere Wärme- und Milchproduktion der Tiere verursacht werden. Von den verschiedenen Kälberbuchten und -boxen können heute bestimmte Formen der Kälbermast, andere wiederum der -aufzucht zugeordnet werden. Neben den Stalleinrichtungen sind außerdem die Nebenräume, z. B. für die Futterlagerung oder Futteraufbereitung, Heizräume usw. von Bedeutung.

### Aufstallungen

Mastkälber können in Gruppen- oder Einzelbuchten gehalten werden. Die Besonderheit der Kälbermast gegenüber der -aufzucht ist bekanntlich die ausschließliche Versorgung mit Milch oder, wie überwiegend angewendet, mit ersatzweise künstlichen Mixturen, sogenannten Milchaustauschern. Diese Besonderheit hat nicht nur Konsequenzen hinsichtlich der Gestaltung der vorderen Buchtenwand, sondern sie führte auch zum Einsatz von Fütterungsautomaten, die wiederum Einfluß auf das Haltungsverfahren nehmen. Der Kälbertränkeautomat stellt zweifelsohne die einfachste Möglichkeit der Mechanisierung des sehr aufwendigen Tränkens dar. Auf Grund der geringen Zahl von Saugstellen und seiner Bauweise zwingt er jedoch zur Gruppenhaltung. Trotz der unbestreitbaren arbeitswirtschaftlichen Vorteile ist das Verfahren der Automatenfütterung nach wie vor umstritten. Die großen Gruppen mit 20 bis 40 Tieren erschweren die Beobachtung einzelner Tiere. Eine Kontrolle

des Verzehrs einzelner Tiere ist nicht möglich. Um ausreichende Freßzeiten zu bekommen, muß auch nachts der Automat zugänglich sein. Zur strohlosen Haltung müssen die Tiere in einer Gruppenbucht auf Ganzspaltenboden oder Lattenrosten aufgestellt werden. Gut bewährt haben sich wärmedämmende Spaltenböden (z. B. Blähton-Beton, Bongossi), die bei einer Auftrittsweite von 8–12 cm und einer Spaltenweite von etwa 2–2,5 cm den Tieren eine ausreichend trittsichere und warme Unterlage geben.

Im wesentlichen konnte sich bis heute in der Kälbermast die Einzelbox durchsetzen. Die Tiere werden jedoch nicht wie in der Einzellaufbox für die Aufzucht frei gehalten, sondern angebunden. Die Ausführung der Seitentrennwände nimmt Einfluß auf das Breitenmaß der Box. Sind diese Abtrennungen nur etwa 0,60 m lang, so daß die Kälber mit den hinteren Extremitäten die Nachbarbox noch mitbenutzen können, dann genügt ein lichtetes Breitenmaß von 0,60 m. Die Vorderwand der Bucht verfügt über einen Eimerhalter, der so befestigt ist, daß der Saugnippel durch das vordere Trenngitter ragt. Seiten- und Vorderabtrennungen lassen sich sowohl in Stahl als auch in Holz ausführen. Stahlrohrkonstruktionen haben den Vorteil, daß sie einfacher zu säubern und zu desinfizieren sind und damit eine hygienisch einwandfreie Haltung leichter ermöglichen.

Der Boden ist im vorderen Teil planbefestigt und sollte möglichst wärmedämmend sein. Holzroste im vorderen Teil der Bucht erschweren den Tieren das Stehen, da sie mit den Klauen in die Spalten gleiten. Besonders pro-

blematisch sind Bongossirote, die zudem sehr glatt werden, so daß die Kälber kaum noch Halt finden. An einen ca. 50 cm langen planbefestigten Teil schließt sich daher ein Lattenrost, auf den ein ca. 40 cm breiter Metallgitterrost folgt. Die Ausführung des Metallrostes entspricht im wesentlichen dem nach neueren Erkenntnissen auch für Milchvieh verwendeten mit einer Stabbreite von 15–20 mm und einem Stababstand von 35–40 mm. Die Auftrittsfläche des Stabes sollte eben sein und keine scharfe Kanten aufweisen (rechteckige oder trapezförmige Profile).

Die Anordnung der Einzelboxen erfolgt meist zweireihig um einen mittleren Futtergang. Auf der Entmistungsseite muß als Triebweg und zur Beobachtung jeweils ein weiterer Gang vorgesehen werden. Wegen des gruppenweisen Zukaufs und der damit verbundenen Gefahr der Einschleppung von Seuchen hat es sich als zweckmäßig erwiesen, größere Bestände in zwei bis drei Stalleinheiten zu untergliedern. Die einzelnen Stallabteile sollten untereinander nicht in Verbindung stehen, d. h. daß von Stall zu Stall keine direkte Verbindungstür vorhanden ist. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, bei mehreren Stalleinheiten einen gemeinsamen Gang anzuordnen. Dieser Gang ist die Verbindung zu den Räumlichkeiten für Futterlager und vor allem Futteraufbereitung.

Die Einzeltierfütterung mit Eimern, die zweifellos ihre Vorteile hat, verursacht den höchsten Arbeitsaufwand. Nach der Aufbereitung der Kälbermilch werden die Eimer gefüllt, wenn möglich auf einem Wagen zu den einzelnen Stallabteilungen gefahren und dort in die Halterungen eingehängt. Nur mit größerem technischem Aufwand ist es möglich, diesen Arbeitsgang zu mechanisieren. Zwei Varianten wurden bisher – zum Teil versuchsweise – ausgeführt:

1. Verrohrung zu den einzelnen Stallabteilungen und von dort über Verschlauchung Vorlage mittels Pistole in die Tränkeimer.
2. Mobiler Milchbehälter, der in die einzelnen Stallabteile gefahren werden kann und dort mit elektrisch betriebener Pumpe oder bei hoch angeordnetem Tank durch Öffnen eines Hahnes die Vorlage des Futters in die Tränkeimer ermöglicht.

Nähere Untersuchungen über Kosten dieser Anlagen und vor allem deren Sauberhaltung liegen bisher nicht vor. Erst nach Bekanntwerden dieser Kriterien sind eindeutige Aussagen möglich.



Abbildung 1

Kälbermaststall mit Metallbuchenabtrennungen, Latten- und Gitterrosten, 2 Buchtenreihen an einem gemeinsamen Futtergang. Foto: Boxberger

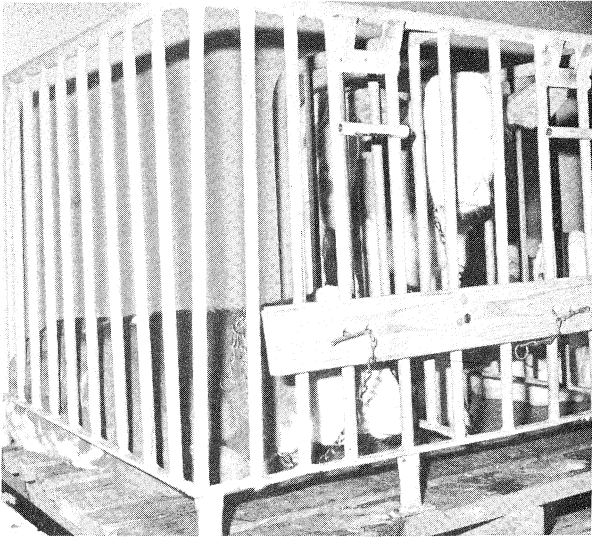


Abbildung 2

Vorderansicht einer Bucht mit Elmerhalterung und Anbindevorrichtung.

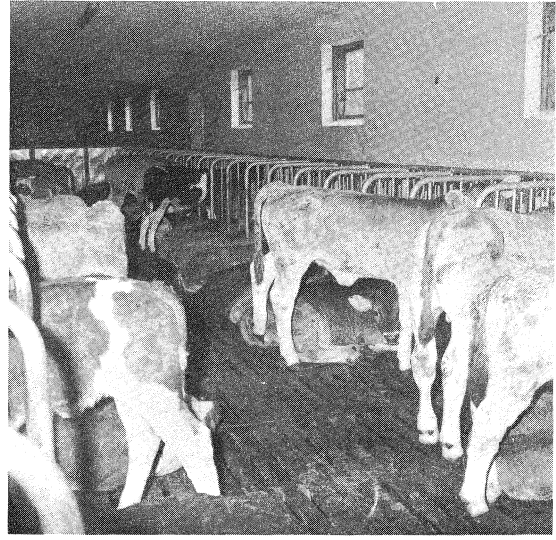


Abbildung 3

Zwei Buchtenreihen an einem gemeinsamen Mistgang.

### Nebenräume

Für die Haltung von Mastkälbern müssen Nebenräume für die Futteraufbereitung, für die Lagerung des Futters und für die Heizung geschaffen oder vorgesehen werden. Bei der Heizung ist außerdem in einen Heizraum und einen Lagerraum für den Brennstoff zu differenzieren. Um einen vorzeitigen Verderb des Futters zu verhindern, muß der Futterlagerraum unbedingt trocken sein. Da das Futter meist in Säcken angeliefert wird, genügt die ebenerdige Lagerung. Es ist lediglich zu fordern, daß dieser Raum sich in unmittelbarer Nähe der Verwertungsstelle, also des Futteraufbereitungsraumes, befindet. Die Futterlagerung im Aufbereitungsraum ist abzulehnen, da die Luftfeuchtigkeit wegen der Futteraufbereitung nicht niedrig gehalten werden kann.

Im Futteraufbereitungsraum müssen Installationen für die Reinigung der

Eimer und des Mischgerätes vorgesehen werden. Da das Futter mit warmem Wasser angerührt wird, ist außerdem ein Heißwasserbereiter einzubauen

### Klimatisierung

Wie bereits eingangs erwähnt, genügt es für die Kälberhaltung nicht, eine Lüftungsanlage zu installieren, sondern es muß gleichzeitig eine Beheizungs-möglichkeit vorgesehen werden. Die Einrichtung der Heizung wird vor allem dann ein Problem, wenn über eine Energiequelle mehrere Stallabteile beheizt werden sollen und – wie zu fordern ist – in den einzelnen Ställen unterschiedliche Temperaturen zu halten sind. Bei ölbefeuerten Gebläseheizaggregaten erweist es sich als zweckmäßig, den Heizraum aufzuwärmen und von dort die warme Luft in die Stallungen abzusaugen. Durch unterschiedlich verschließbare Austrittsöffnungen

in den einzelnen Stallabteilen und durch thermostatische Steuerung in dem Stall mit dem höchsten Wärmebedarf können dann die gewünschten Temperaturen eingehalten werden.

Wesentlich einfacher läßt sich die Regulierung der Beheizung der einzelnen Stallabteile durchführen, wenn eine Warmwasserzentralheizung ausreichender Größenordnung zur Verfügung steht. Bei guter Wärmedämmung des Gebäudes und richtiger Bemessung und Installation der Anlage sind etwa 400 WE je Kalb zu installieren. Der Planung soll jedoch nicht dieser Richtwert, sondern eine Wärmehaushaltsberechnung zugrundegelegt werden. Die im Warmwasser gespeicherte Energie wird über Gebläsekonvektoren in die Stallluft umgesetzt. Beide Ausführungen der Kälberstallheizung werden mit einer Unterdrucklüftungsanlage kombiniert. Als System ist eine Querbelüftung zu wählen, deren Lufteintritt in der Nähe der Warmluftöffnungen angeordnet sein sollte. Während im Sommer bei ausgeschaltetem Heizaggregat die Anlage als Unterdrucklüftung läuft, ist das System im Winter als Gleichdrucklüftung anzusehen. Die Kaltluftzufuhr muß daher im Winter abgesperrt werden können.

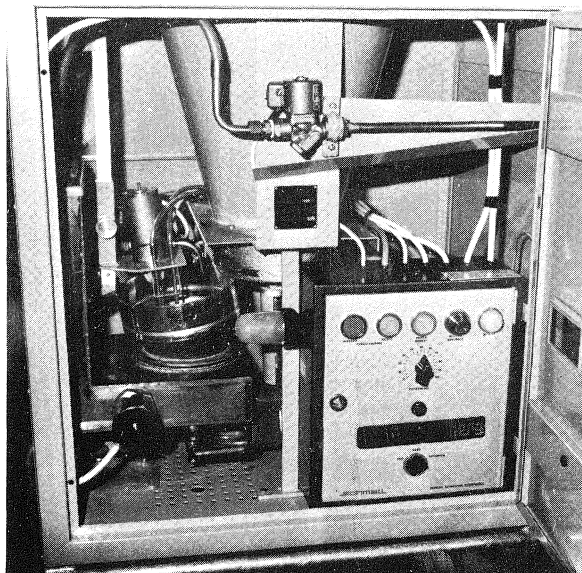


Abbildung 4

Blick in einen Kälbertränkautomaten

3 Fotos:  
Boxberger

Dieser kurze Abriss der Probleme zeigt, daß die Haltungsverfahren der Kälbermast nicht nur hinsichtlich der Stalleinrichtung einer besonders genauen Planung bedürfen. Die hohen Klimaansprüche und die diffizile Fütterung bringen es mit sich, daß der Anordnung und der richtigen Einrichtung der Nebenräume und der Verbindung zu den Ställen ebenfalls besondere Bedeutung zukommt. Die Nichtbeachtung dieser Gegebenheiten kann zu erheblichen Störungen führen.

# Beim Mähen schon ans Trocknen denken

Jede Futterernte beginnt mit dem Mähen. Bei den zur Verfügung stehenden Geräten waren in der letzten Zeit beachtliche Neuentwicklungen anzutreffen. Man ist heute bestrebt, schon beim Mähen Einfluß auf die Trockenzeit zu nehmen und hat dazu völlig neue Geräte entwickelt, die das Wort Mähwerk nur am Rande führen. Unser Beitrag soll Händler und Berater, Verkäufer und Landwirte über die Arbeitsweise und die Vorteile neuer Konstruktionen unterrichten.

Schon beim Mähen kann der Landwirt Einfluß auf die Arbeitsgüte und Arbeitsleistung der Erntemaschinen wie Feldhäcksler, Ladewagen oder Presse nehmen. Das Feld oder die Wiese soll so gemäht werden, daß man das Futter bis zur Bergung nicht mehr als nötig bewegen muß. Fremdkörper wie Steine und Erde, die durch Werbegeräte in den Schwad gewickelt werden, stellen vor allen Dingen für den Feldhäcksler eine erhebliche Störungsquelle dar. Erdteile im Futter beeinflussen aber auch den späteren Gärungsablauf ungünstig. Seit einiger Zeit sind Bemühungen im Gange, mit dem Ziel, durch Verkürzung der Trockenzeiten bei gleichzeitiger Einsparung von Arbeitsgängen einmal das Wetterrisiko zu mindern, zum anderen den Arbeitsbedarf zu senken und eine schonendere Behandlung des Futters zu erreichen. Gänzlich neue Mähwerksarten wie z. B. der Rotormäher entstanden. Doch auch die Weiterentwicklung der herkömmlichen Balkenmähwerke (Doppelmessermähwerk und „Florettbalken“) darf nicht unbeachtet bleiben. Vor allem aber hat die Neuentwicklung der sogenannten Mähquetschzetter einige Bedeutung erlangt. Diese Maschinen mähen und quetschen das Grüngut, um es dann entweder in breiter Lage oder in einem Schwad hinter sich abzulegen.

#### **Balkenmähwerke behaupten sich**

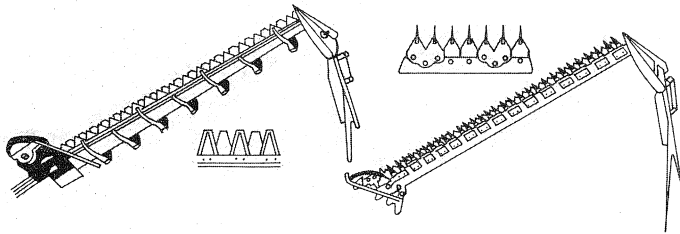
Trotz einer reichen Angebotsvielfalt von Rotor-Mähwerken (16

verschiedene Fabrikate) ist das herkömmliche Balkenmähwerk nicht vom Markt verschwunden. Man ist bemüht, auch hier die Störungsempfindlichkeit herabzusetzen, damit man auch unter erschwerten Bedingungen sicher arbeiten kann. Das Doppelmessermähwerk hat hier schon gewisse Maßstäbe gesetzt. Es ermöglicht Mähgeschwindigkeiten, die unter günstigen Bedingungen (saubere, ebene Mähflächen) bis zu 15 km/h betragen können. Unter günstigen Bedingungen beträgt die Flächenleistung etwa 1 ha/h, bei schwierigen Verhältnissen etwa 0,3 ha/h. Es ist darauf zu achten, daß die Messer ordnungsgemäß geschliffen werden und dabei der Watenwinkel von 40° eingehalten wird. Für steinige oder sandige Böden kann der Watenwinkel auch 45° oder mehr betragen. Spezielle Schleifmaschinen sind dazu im Handel erhältlich. Auch die Störempfindlichkeit der Fingerbalken-Mähwerke wurde im letzten Jahr verbessert. Es hat sich herausgestellt, daß die Entwicklung dieser Mähwerke zu Hochschnittbalken mit schlanken Fingern aus hochvergütetem Stahl (Florett) Vorteile bringt. Der größere Abstand zwischen den einzelnen Fingern und ihre schlanke, spitze Ausbildung lassen ein wesentlich störungsfreieres Arbeiten zu, als man es von Tiefschnitt- und Mittelschnittbalken gewohnt war.

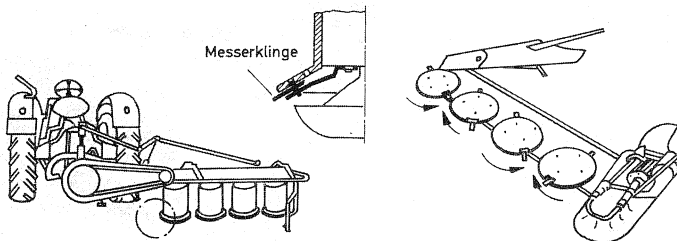
#### **Rotormäher nun auch für den Seitenanbau**

Seit etwa drei Jahren finden sich Rotormähwerke auf dem inländi-

# Neue Maschinen beschleunigen die Futterernte



1a



1b

schen Markt. Sie wurden anfänglich nur als Heckmähwerk, seit 1968 aber auch als Seitenmähwerk gebaut. Die Arbeitsbreite dieser Geräte schwankt zwischen 1,3 bis 1,7 m. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei Antriebssystemen. Die sogenannten Mähtrömmeln werden von oben angetrieben, während der Antrieb der flachen Mähscheiben von unten erfolgt. Bei unseren Untersuchungen an einem solchen, von oben angetriebenen Rotationsmähwerk, stellen wir fest, daß der Kraftbedarf

je nach Mähgut-Bestandsdichte gegenüber Messermähwerken recht hoch ist und Schlepper ab etwa 35 PS notwendig sind. Unter ungünstigen Bedingungen können sogar stärkere Schlepper erforderlich werden, um eine entsprechende Mähgeschwindigkeit bzw. Flächenleistung zu erzielen. Als Schneidorgan werden Mähklänge verwendet, die beweglich an den Trommeln bzw. Scheiben angebracht sind. Da keine Gegen-schneide vorhanden ist, können Verstopfungen, wie sie bei norma-

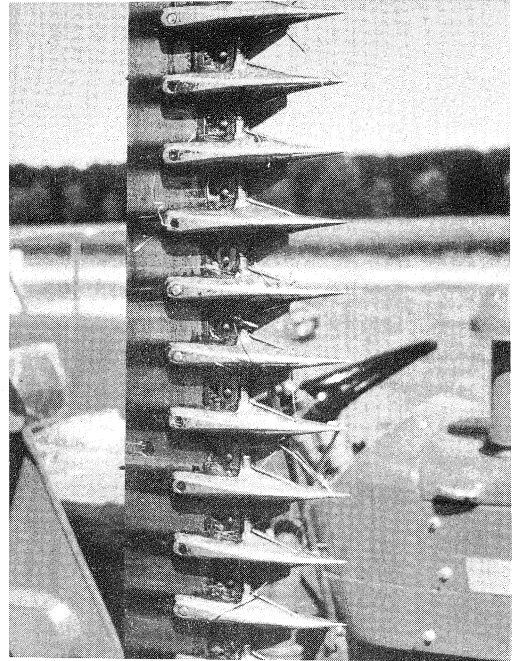
len Fingerbalken vorkommen, nicht mehr auftreten. Durch die geringere Störanfälligkeit lassen sich auch meistens höhere Mähgeschwindigkeiten erreichen, die dann Flächenleistungen bis über 1 ha/h ergeben können. Die Klänge sind beidseitig angeschliffen und können durch Umwechseln von zwei Seiten benutzt werden. Jede Seite hat eine Standzeit von etwa 4 bis 6 ha. Diese Verwendungszeit hängt stark davon ab, ob viele Steine oder Maulwurfhaufen anzutreffen sind. Da die Messer

## 1

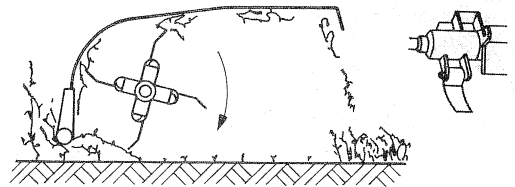
- a) Moderne Balkenmähwerke als Florettbalken (links) und Doppelmesser-Mähwerk (rechts)
- b) Die zwei Grundbauarten der Rotormäher mit Antrieb von oben (links) und Antrieb von unten (rechts) und der Messerklängen-aufhängung (Mitte)
- c) Die Arbeitsweise des Schlegelmähwerks und rechts die Aufhängung der Schläger

## 2

Mähbalken mit „Florett“-Fingern aus hoch ver-gütetem Stahl. Der große Fingerabstand und die schlanke Form lassen kaum Verstopfung auftreten



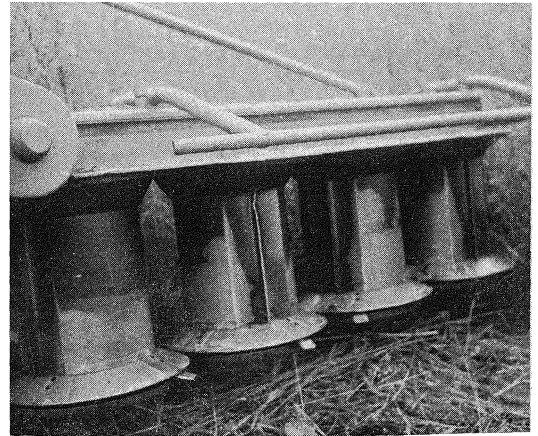
2



1c

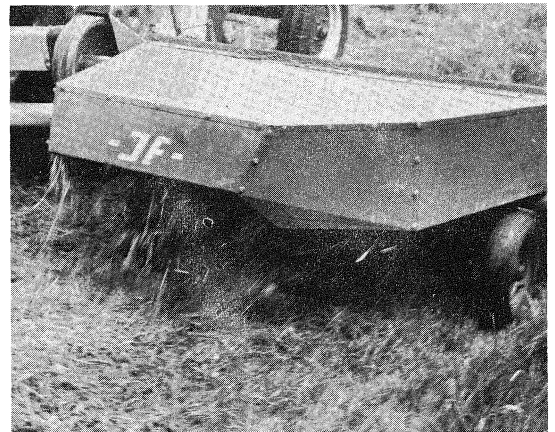


3



4

## Beim Mähen schon ans Trocknen denken



6

mit etwa 3000 Umdrehungen umlaufen, stellen Steine überhaupt eine gewisse Gefahr dar. Auf einen gut wirksamen, haltbaren, aber auch handlichen Schutz gegen aufgeschleuderte Fremdkörper ist daher besonders zu achten. Inwieweit der Trocknungsablauf durch den Einsatz solcher Mähwerke verkürzt werden kann, ist noch nicht exakt ermittelt worden. Man sollte diesen Effekt jedoch nicht zu hoch bewerten.

Im Gegensatz zum obenangetriebenen Rotormäher erscheint der mechanische Aufwand bei der Bauart mit Untenantrieb geringer, auch sind hier die auftretenden Zug- und Druckkräfte konstruktiv besser zu beherrschen. Außerdem legt der untenangetriebene Rotormäher nicht wie die obenangetriebenen Trommeln das Mähgut in Schwaden ab, sondern verteilt das Gut mit einer geringen Zettwirkung im Breitschwad. Auch der Kraftbedarf dieser Geräte soll etwas geringer sein. Betriebe, die langstengelige Futterpflanzen, wie Mais, mähen wollen, können nur den Untenantrieb wählen.

### Schlegelmäher haben sich aus den Schlegelfeldhäckslern entwickelt.

Sie haben sich in gewissem Maße in England, weniger in den USA und bei uns in Deutschland eingeführt. Das Gerät wird seitlich hinter dem Schlepper gezogen und von der Zapfwelle angetrieben, die Schlepperstärke soll dabei nicht unter 35 PS liegen. Die vertikal rotierenden Schläger schlagen das Mähgut ab, knicken und zerschleifen das Futter, bevor es in einem Schwad oder breit hinter der Maschine abgelegt wird. Um das Futter so schonend wie möglich zu behandeln, beträgt die Umfangsgeschwindigkeit der Schlägerwelle etwa 30 m/sec, sie ist geringer als beim Schlegelfeldhäcksler (30 bis 55 m/sec). Die aufgerissenen Halmteile trocknen in der Regel schneller, doch sind auch die Bröckelverluste bei nach-

folgenden Arbeitsgängen höher. Bei eigenen Untersuchungen wurde festgestellt, daß in Luzerne im Vergleich zu einem normalen Mähwerk der Anteil der absiebbaaren Blatteile ca. 10mal so hoch war. Selbst gegenüber dem Einsatz von Mähwerk mit anschließendem Knickzetter lagen die Verluste des Schlegelmähers vier- bis fünfmal so hoch. Durch diese Ergebnisse kann der Einsatz des Schlegelmähers vor allen Dingen in Grasbeständen mit geringerem Blattanteil gerechtfertigt werden.

### Das Neueste: Mähquetschzetter

Diese Maschinen sind seit etwa 1966/67 auch bei uns bekannt, nachdem sie in den USA bereits ab etwa 1965 eine sehr starke Verbreitung erfahren haben. Mit ihnen wird in einem Arbeitsgang gemäht, zwischen zwei Walzen gequetscht und in einem Schwad oder breit abgelegt. Es handelt sich also um eine kombinierte mähende, quetschende, zettende oder schwadablegende Universalmaschine für die Heu- bzw. Anwelkgutbereitung.

Will man das Futter zur Silagebereitung oder für eine leistungsfähige Unterdach-Trocknung vorwelken, so wird es bis zur Aufnahme durch die Ladegeräte nicht

mehr behandelt. Es trocknet im locker abgelegten Schwad oben schneller als unten. Der Häcksler, (als ideales Nachfolgegerät) mischt das Material, so daß ein Gut einheitlicher Feuchte entsteht. Durch den Einsatz solcher Maschinen werden die Arbeitsgänge beim Einsilieren von Gras, Luzerne oder Klee wesentlich verringert. Die Verunreinigung durch Steine, Erde oder abgebrochene Zinken ist so gut wie ausgeschlossen. Die beiden Quetschwalzen haben die gleiche Länge wie das Mähwerk. Das Futter wird so in einem dünnen, gleichmäßigen Strom zwischen den Walzen gequetscht. Wichtig ist vor allem, daß das Erntegut gleich unmittelbar nach dem Mähvorgang gequetscht wird.

Bisherige Versuche haben gezeigt, daß es auch unter unseren Verhältnissen möglich ist, die Schwaden in kurzer Zeit so weit ohne Nachbehandlung abzutrocknen, daß abgewelktes Siliergut in spätestens 24 Stunden nach dem Mähen geladen werden kann. Unter günstigen Witterungsverhältnissen kann sogar schon fünf Stunden nach dem Schwadlegen mit dem Laden begonnen werden. Dabei entfallen sämtliche Arbeitsgänge wie Zetten, Wenden und



5

**3**

Zwischen den Achsen des Schleppers angebautes Rotormähwerk mit Untenantrieb und einer Schutzverkleidung gegen Steinschlag

**4**

Von oben angetriebenes Rotormähwerk. Deutlich sichtbar die pendelnd aufgehängten Messer

**5**

Rotormähwerk mit Kettenantrieb von unten. Schutzverkleidung aufgeklappt

**6**

Seitlich angebauter Schlegelmäher



7



8

Schwadenziehen. Die Arbeitskräfte- und Schlepperstunden verringern sich hierbei um etwa zwei Drittel. Soll die Trocknungszeit noch weiter verkürzt werden, so empfiehlt es sich, das Gut hinter der Maschine nicht im Schwad, sondern breit abzulegen. Allerdings wird dann ein weiterer Arbeitsgang für das Schwadziehen notwendig, wobei Bröckelverluste und Verunreinigungen entstehen können. Vorteilhaft für einen nachfolgenden Feldhäckslereinsatz ist, daß der Häcksler durch die gleichmäßigen Schwad kontinuierlich belastet wird, Belastungsspitzen treten also kaum auf. Des weiteren wird das Fahren durch die exakt gezogenen Schwaden wesentlich erleichtert und wirkt sich somit auf die Arbeitsleistung und -qualität positiv aus. Wird das Gut schon beim Mähen im Schwad abgelegt, so muß hier schon darauf geachtet werden, daß ohne große Wendemanöver mit den Ladegeräten gearbeitet werden kann. Diese gezogenen Mähquetschzetter werden in Deutschland bisher von zwei Firmen mit einer Schnittbreite von 7', 9' und 10' angeboten. Sie können sowohl in Wiesengras, Luzerne, Klee, Futterroggen und Sorghum mit Erfolg

eingesetzt werden. Als Zugmaschine sind Schlepper ab 35 PS notwendig. Die Flächenleistung einer 9'-Maschine kann mit 1—1,5 ha/h angegeben werden.

**Selbstfahrende Schwadmäher haben die höchste Flächenleistung**

Sie beträgt bei einer Schnittbreite von 3 m bis zu 2 ha/h. Außerdem zeichnen sich diese Maschinen durch eine sehr einfache Bedienung aus. Die zinkengesteuerte Haspel sorgt mit für den störungsfreien Schnitt. Diese Selbstfahrer können in Luzerne, Klee, Gras oder Futterroggen eingesetzt werden. Sie sind zur Beschleunigung des Trocknungsablaufes mit zwei Quetschwalzen von etwa 1 m Länge ausgerüstet. Da jedoch der 3 m breite Mähschwad auf diese schmale Breite zusammengeführt wird, ist der Quetscheffekt wesentlich geringer als bei den oben beschriebenen Mähquetschzettern. Allerdings können die beiden Quetschwalzen auch ausgebaut werden. Das ist beim Mähen von Raps, Erbsen und Grassamen oder Getreide unbedingt erforderlich. Mit den geschilderten Eigenschaften scheinen diese Geräte besonders für den überbetrieblichen Einsatz geeignet zu sein. □

Arbeitsverfahren	Ernteart	Arbeitsgänge und Trocknungsverlust			Arbeits-u. Antriebsaufwand	Bewertung	
		1. Tg. (1.500 nach 6 Min.)	2. Tg. (1.4**)	3. Tg. (1.4**)		Arbeits-Messwert	Verunreinigung
I.	Aah Sh Luzerne Wiesengr.	mähen + zellen	wenden	wenden + schwad	5,1	●	stark
		24	0,9	1,8	5,1		
		24	0,9	1,8			
		26	4,0*	6,0*			
II.	Aah Sh Luzerne Wiesengr.	mähen-quetschen	—	schwaden		2,2	●
		1,3	—	0,9	2,2		
		1,3	—	0,9			
		2,7	4,1	6,1			
III.	Aah Sh Luzerne Wiesengr.	mähen-quetschen	—	—		1,3	●
		1,3	—	—	1,3		
		1,3	—	—			
		2,6	3,7	5,2			
		2,7	4,5	6,4			

9

**7**

Mähquetschzetter. Das in der ganzen Breite gequetschte Mähgut kann im Schwad oder breit abgelegt werden

**8**

Selbstfahrender Schwadmäher mit 3 m Schnittbreite und 1 m langen Quetschwalzen

**9**

Hier werden drei Arbeitsverfahren gegenübergestellt: I Balkenmähwerk mit nachfolgenden Zetten, Wenden und Schwaden. II Mähquetschzetter mit Schwaden und III Mähquetschzetter mit Ablage im Schwad ohne nachfolgende Arbeitsgänge. Der Bedarf an Arbeitszeit (AKh) und an Schlepperstunden (Sh) sowie die Bewertung beweist die Überlegenheit des letzten Verfahrens

DK 631.363.22(430+73)

## Tendenzen im Exaktfeldhäckslerbau in den USA und in Deutschland

Von Karl-Hans Kromer, Freising-Weihenstephan

In den USA und in Deutschland werden auch in naher Zukunft gezogene Trommelhäcksler überwiegen, wenn gleich in den USA der Anteil von Selbstfahrern zunimmt. Zukünftige Großfeldhäcksler (über 100t Silomais/h) haben sicherlich eine Schneidtrommel und ein Förderorgan. Gewandelte Voraussetzungen für den Häckslereinsatz erfordern als zusätzliche Anbauvorsätze Maiskolbenpflücker und Schlegelaufnehmer sowie ggf. Recutter-Siebe. Den zwei- und dreireihigen Maismähvorsätzen werden vierreihige oder reihenunabhängige folgen. In Deutschland überwiegen jedoch weiterhin ein- oder zweireihige Maismähvorsätze, womit auch die Häckslergroße abgegrenzt ist. Hydraulische Antriebe für Anbauvorsätze werden die Häckslereinstellung erleichtern. Mit steigendem Durchsatz kommt einer funktionssicheren Überlastsicherung erhöhte Bedeutung zu. Bei vergleichbaren Häckslergroßen decken sich die amerikanischen gut mit den deutschen Bautendenzen.

### 1. Einleitung

Zumindest bis 1967 ist kaum eine Erntemechanisierung so sehr von amerikanischen Lösungen beeinflusst worden wie gerade die Feldhäcksler-Arbeitskette. Erstmals die Seitenwagen-Bauart, danach die Maisanbaufeldhäcksler und die Häckslerladewagen brachten deutschen Varianten eine größere Verbreitung. Allerdings eilten die deutschen Konstruktionen insbesondere in technischen Details der Entwicklung in den USA oft zeitlich nach; die Gründe hierfür sind hinreichend bekannt. Nachdem sich gerade in den letzten Jahren die Voraussetzungen für den Häckslereinsatz gewandelt haben, erscheint es sinnvoll, eingangs kurz auf die Situation in den USA einzugehen. Dabei werden auch die gegenüber Deutschland unterschiedlichen Voraussetzungen deutlich.

### 2. Situation in den USA

Neben der Mais- und Anwelksilage findet die Maiskolbensilage zunehmend Anwendung (in Wisconsin verfüttern bereits 25 % aller Betriebe Maiskolbensilage). Zwar überwiegen bei der Mechanisierung noch Maiskolbenpflücker und Recutter-Silobefüllgebläse, doch wird hierfür zunehmend auch der Exaktfeldhäcksler mit Maispflückvorsatz eingesetzt [1]. Wegen der Forderung, daß 95 % aller Maiskörner angeschlagen sein sollen, wird eine – grobem Maisschrot ähnliche – Zerkleinerung nötig.

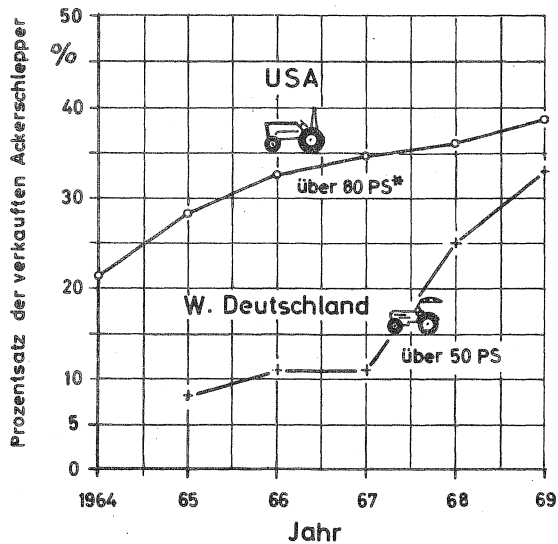
Besonders im Mittelwesten der USA breitet sich das Silieren der Rest-Maispflanze nach der Körnermaisernte in Form von Stalklage oder Husklage aus. Bei der Stalklage handelt es sich um die gesamte Restpflanze, während sich die Husklage nur aus Lieschen, Spindelteilen und Bruchkorn zusammensetzt. Die Anwendung dieser Verfahren dürfte sich jedoch kaum auf jemals mehr als 5 % der gesamten Maisanbaufläche in den USA erstrecken und erfolgt sicherlich nicht nur über den Feldhäcksler. Beim Einsatz des Feldhäckslers für diese Silagen wird gleichfalls ein hoher Zerkleinerungsgrad (Lieschen!) und ein besonderer Feldhäckslervorsatz (z.B. Schlegelmäher) erforderlich [1 bis 3].

Zur Sicherung einer störungsfreien und leistungsfähigen Hochsilos-Entnahme (Oben- und Untenfräse) sollte – ebenso wie bei der Trocknung – der Überlängenanteil des Häckselgutes über 38 mm weniger als 10 % bzw. über 25 mm weniger als 5 % betragen; doch ist darauf zu achten, daß die Struktur des Häckselgutes erhalten bleibt [1].

Seit 1963 stieg die durchschnittliche Größe der z.B. in Wisconsin verkauften Hochsilos von 120 m<sup>3</sup> (3,6 m Dmr., 12 m hoch) auf 570 m<sup>3</sup> (6 m Dmr., 21 m hoch) im Jahre 1968. Da die Größe von Flachsilos allgemein noch darüber liegt (bis 10000 m<sup>3</sup> und mehr) werden große Bergeleistungen von > 250 m<sup>3</sup>/Tag und damit eine große technische Leistung (Durchsatz) des Feldhäckslers gefordert. Demgegenüber betrug die durchschnittliche Größe der im Jahre 1970 in Süddeutschland verkauften Hochsilos nur etwa 100 m<sup>3</sup>.

---

*Dr.-Ing. Karl-Hans Kromer ist Oberingenieur am Institut für Landtechnik der Technischen Universität München.*



**Bild 1.** Anteil der in den USA verkauften Ackerschlepper über 80 PS (60 kW) (SAE) und der in der Bundesrepublik Deutschland verkauften Ackerschlepper über 50 PS (37 kW) (DIN).

Quellen: Landmasch.-Markt Jahrg. 1970, Nr. 10.

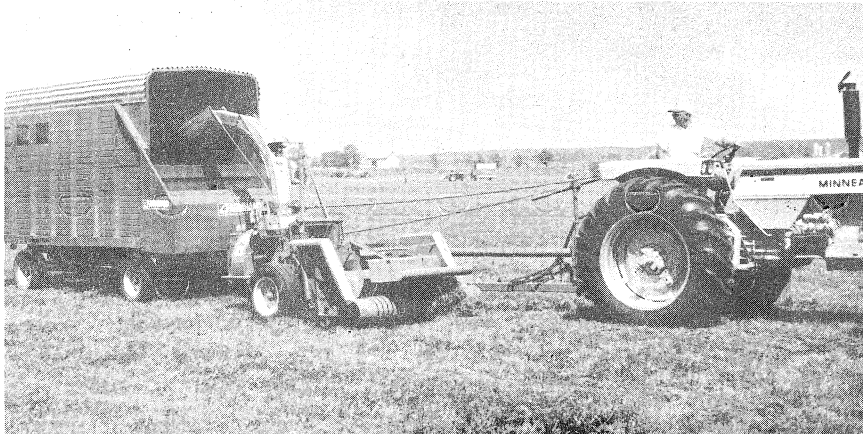
Implement and Tractor Nov. 1969, No. 24 und Nov. 1970, No. 24.

Der Anteil der 1969 in den USA verkauften Ackerschlepper über 80 PS (60 kW) (SAE) betrug rd. 38% und lag damit über dem Prozentsatz der in der Bundesrepublik verkauften Ackerschlepper über 50 PS (37 kW) (DIN), **Bild 1**. Schon wegen dieses Leistungsunterschiedes der Antriebsschlepper sind in Deutschland die Feldhäcksler geometrisch kleiner und ermöglichen nur geringere Durchsätze. Als grobe Faustregel gilt: Für eine technische Häckslerleistung von 10 t Silomais/h (25 % Trockenmasse, theoretische Häcksellänge rd. 5 mm, mittlere Vorpressung) ist ein Schnittkastenquerschnitt von 125 cm<sup>2</sup> erforderlich.

**3. Feldhäcksler-Gesamtkonzeption**

Wegen der damit z.T. anderen Gegebenheiten für den Feldhäcksler-einsatz beträgt der Durchsatz der unteren amerikanischen Feldhäckslerklasse bereits bis 40 t Silomais/h oder 20 bis 25 t Welkgut/h. Mit über 75 % aller auf dem Markt befindlichen rd. 20 Feldhäckslermodelle überwiegt der gezogene Häcksler, **Bild 2** (erforderliche Zapfwellenleistung bis 140 PS (104 kW)). Im allgemeinen setzt aber bereits bei einem Leistungsbedarf von 120 bis 130 PS (89 bis 95 kW) der Übergang zum Selbstfahrer ein, **Bild 3**, und zwar nur als Einzweck-Maschine.

Infolge der geforderten hohen Bergeleistung werden sicherlich in der Zukunft Großhäcksler mit einem Durchsatz von > 120 t Silomais/h (auch im folgenden ist zur Durchsatzkennzeichnung Silomais gewählt) und einem Leistungsbedarf von > 200 PS (148 kW)



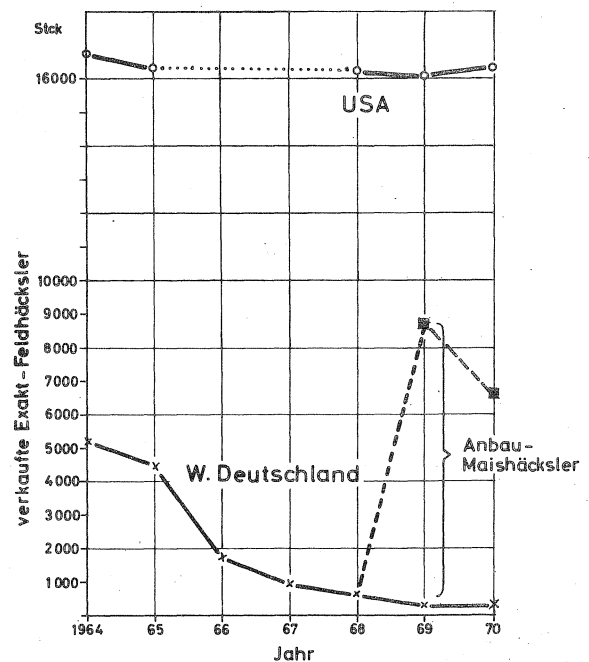
**Bild 2.** Anhänge-Trommelfeldhäcksler mit Recutter-Sieb sowie Aufbau-Schleifvorrichtung mit elektrischem Antrieb.



**Bild 3.** Selbstfahrer-Trommelfeldhäcksler mit Schneid-Wurf-Trommel (dreireihiger Mais-Mähvorsatz); bei schwierigen Gelände-verhältnissen im Parallelbetrieb.

**Bild 4.** Verkaufszahlen von Exaktfeldhäckslern (ohne Importe).

punktierte Linie: geschätzter Verlauf  
 Quellen: LAV-Angaben (unveröffentlicht)  
 Implement and Tractor  
 Nov. 1970, Bd. 85, No. 24





gebaut. Solche Maschinen sind bereits im Versuchseinsatz und dürften als Selbstfahrer und als gezogene Ausführung ggf. mit hydraulischen Antrieben z.B. für die Anbauvorsätze und den Gesamtantrieb angeboten werden. Die dadurch einfachere Anpassung an die Fahrgeschwindigkeit und die leichtere Schnittlängeneinstellung ist ein offensichtlicher Vorteil.

Ein Blick auf die Verkaufsstatistik der letzten Jahre, Bild 4, zeigt, daß in den USA jährlich rd. 16000 Exaktfeldhäcksler verkauft werden und sie sich damit dort durchgesetzt haben. Mit ihnen werden rd. 3,5 Mill. ha Silomais und eine nicht genannte Fläche von Luzerne, Bermudagrass u.a.m. abgeerntet. Anders in Westdeutschland, wo erst das Aufkommen von Anbau-Maishäckslern den rückgängigen Verkauf von Feldhäckslern unterbrechen konnte. Da die Silomais/Anbaufläche in der Bundesrepublik jedoch nur rd. 150000 ha beträgt und zudem die Maishäcksler inzwischen einen hohen technischen Stand erreichten, dürften die hohen Verkaufszahlen der letzten Jahre nicht zu halten sein. Die erhöhte Robustheit und damit längere Lebensdauer der Mais-Anbauhäcksler drückt sich u.a. im Gewichtsanstieg von ursprünglich rd. 300 kp (3 kN) auf inzwischen durchschnittlich 440 kp (4,4 kN) aus. Kennzeichnend für die Häckselgüte der mit konventionellen Schneidwerken ausgerüsteten Maishäcksler ist ein Häcksellängenanteil über 25 mm von durchschnittlich nur 4,6 % bei einer theoretischen Häcksellänge von durchschnittlich 5,9 mm [4].

#### 4. Anbauvorsätze

Andere Häckselgutarten sowie Durchsätze in der vorgenannten Größenordnung erfordern entsprechende Feldhäcksler-Anbauvorsätze, Bild 5; so für den Halmgut-Direktschnitt (z.B. für Trocknungsanlagen) Mähvorsätze bis 12' (3,65 m) Breite, Pick-up-Aufnehmer für Anwelkgut (in den USA nahezu ausschließlich nach Mähquetsch- bzw. Mähnickzettern) bis 6' (1,83 m) Breite sowie zwei- und dreireihige Mais-Mähvorsätze. Da die Grenzleistung bei einreihiger Maisaufnahme zwischen 20 und 30 t/h liegt, werden für > 100 t Silomais/h zukünftig mehr als dreireihige oder reihenunabhängige Mais-Mähvorsätze erforderlich sein, außerdem Maiskolben-Pflückvorsätze für Maiskolbensilage, wobei zweckmäßigerweise ein- bzw. zweireihige Mais-Mähvorsätze durch zwei- bzw. dreireihige Pflückvorsätze zu ersetzen sind. Die Gewinnung eines energiereicheren Futters durch die Kombination von Mais-Mäh- und -Pflückvorsatz hat sich wegen des unterschiedlichen Schnittzeitpunktes von Silomais (Teigreife) und Maiskolben (Körnermaisreife) nicht bewährt. Für das Grenzgebiet des Feldhäcksler-einsatzes zur Mais-Strohernte (Stalklage) werden in den USA Schlegelmäher-Anbauvorsätze angeboten.

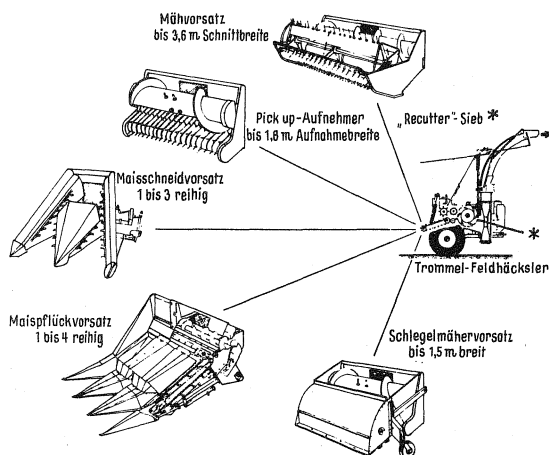


Bild 5. Feldhäcksler-Anbauvorsätze.

#### 5. Feldhäcksler-Schneidwerk

Die Entwicklung moderner Feldhäcksler-Schneidwerke war bestimmt durch die Forderungen nach

- gleichmäßigem Kurzhäcksel,
- großer technischer Leistung und
- hoher Betriebssicherheit.

Versuche mit sog. Hochgeschwindigkeits-Trommelschneidwerken mit Umfangsgeschwindigkeiten von über 40 m/s führten wegen der erforderlichen unverhältnismäßig großen Schnittkräfte [5; 6] und wegen der vorauszusehenden Schwierigkeiten bei der Materialabgabe von der Trommel [6; 7] zu keinem positiven Ergebnis. Aus diesem Grunde schied auch eine Erhöhung der Schnittfrequenz über die Trommeldrehzahl aus, dagegen wurde die Anzahl der Messer erhöht (z.B. Übergang zu Schneidtrommeln mit neun Messern und bis nahezu 190 Schnitten je Sekunde). Im Zusammenhang damit verringerte sich der Mittelwert der kürzesten theoretischen Häcksellänge aller amerikanischen Feldhäcksler von 6,9 mm im Jahre 1966 auf 4,7 mm im Jahre 1970 (in Deutschland von 9,3 auf 5,3 mm). Der zulässige Überlängenanteil (s. Abschnitt 2.) war jedoch mit Schneidwurf trommeln insbesondere bei Welkgut oft nur mit einer theoretischen Häcksellänge von < 3 mm einzuhalten. Man ist aber heute der Ansicht, daß so kurze Häcksellängen wegen der Häcksel-Strukturänderungen und des dann großen Leistungsbedarfs bei verringertem Durchsatz nicht vertretbar sind. Dies bedeutet also, nicht „so kurz wie möglich“, sondern unter einer Höchstlänge „so gleichmäßig wie möglich“. Als praktikable Lösung wird deshalb z.Z. der Einbau von Nachschneidesieben, sog. Recuttern, angesehen, wie sie die Fa. Gehl bereits vor über 50 Jahren in Silo gebläse einbaute und seit Jahren die Fa. Fox für ihre Feldhäcksler anbietet.

Mit dem Einbau eines Nachschneidesiebes mit großen Löchern, Bild 6, kann man den Überlängenanteil senken (Welkgut, Husklage und Stalklage!), mit kleinen Löchern wird ein dem groben Schrot vergleichbare Zerkleinerung erzielt (Maiskolbensilage!). Die damit universell mögliche Anwendung der Exaktfeldhäcksler mit Recutter macht den deutlichen Trend zu solchen Ausführungen verständlich (z.B. empfiehlt ein bekannter Hersteller von Hochsilos mit Untenentnahme bei Luzerne ausdrücklich das Verwenden eines Recutters). So können die meisten Feldhäckslermodelle in den USA mit einem Nachschneidesieb ausgerüstet werden (wenngleich bei etwa 90 % aller Einsatzbedingungen kein Recutter erforderlich ist). Da das Scheibenrad-Schneidwerk für Halmgut den Einbau eines dem Recutter vergleichbaren Werkzeuges nicht er-

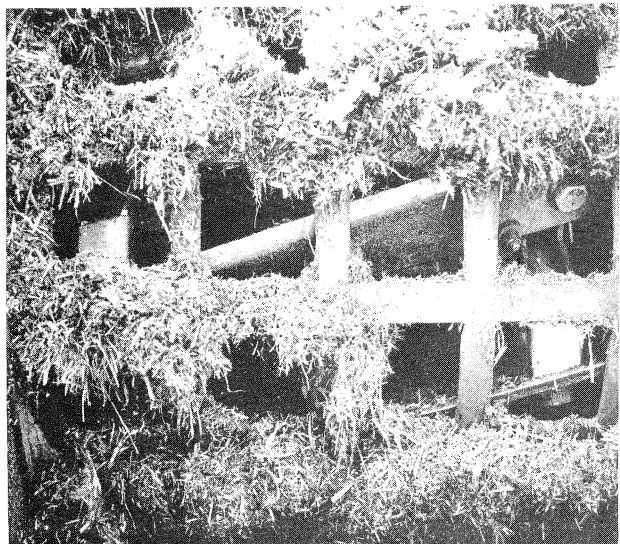
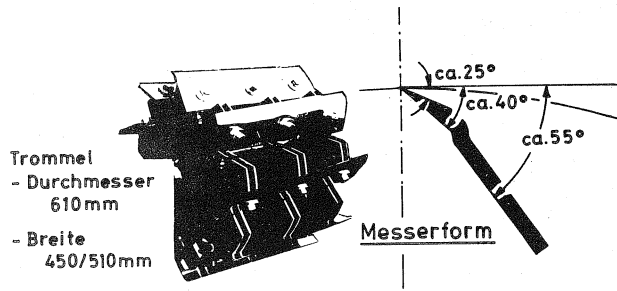


Bild 6. Recutter-Sieb mit quadratischen Löchern von 101,6 mm Seitenlänge; dahinter die Messer der Schneidtrommel.

**Bild 7.** Schneid-Wurf-Trommel mit neun gekröpften Messern (Bauart IHC).



laubt, die Vorteile der Schneidtrommel hinsichtlich Durchsatzvermögen sowie Betriebssicherheit bekannt sind [8; 9; 5] und sich die Vorteile des Scheibenrades unter amerikanischen Einsatzbedingungen nicht auswirken, ist in den USA die Entscheidung eindeutig zugunsten des Trommel-Schneidwerkes gefallen. Abgesehen von auslaufenden Modellen wird derzeit in den USA kein Scheibenrad-Feldhäcksler mehr angeboten.

Verbreitet ist der in **Bild 7** gezeigte Trommelaufbau mit sechs Trommelscheiben und ohne Messerhalter [10]. Die gekröpften Messer sind ein weiterer Versuch, diese sowohl der Schneid- wie auch der Wurffunktion anzupassen; die Messerwinkel entsprechen theoretischen Untersuchungen [7; 8].

Der Einbau von Nachschneidesieben erfordert jedoch ein getrenntes Schneid- und Förder- bzw. Wurf-Organ, im übrigen ebenso Großfeldhäcksler mit Durchsätzen von > 80 t Silomais/h. Damit ändern sich notwendigerweise auch die technischen Daten der Schneidwerke. In **Tafel 1** sind die wesentlichen Unterschiede zusammengestellt.

**Tafel 1.** Technische Daten ausgeführter Konstruktionen von Schneid-Wurf-Trommeln und Schneidtrommeln mit Recutter-Sieb (Feldhäcksler).

		Schneid-Wurf-Trommel	Schneidtrommel mit Recutter-Sieb
Umfangsgeschwindigkeit	m/s	28 bis 36	16 bis 23
Messeranzahl		6 bis 9 (12)	6
Watenwinkel	Grad	35 bis 40	rd. 30
Schnittwinkel Messer-Gegenschneide:	Grad	bis 8 (10)	bis 20
Trommel-Dmr./-breite		1 bis 1,5	0,8 bis 1

Infolge des Nachschneideeffektes von Recutter-Sieben genügen bei dieser Bauart bereits eine kürzeste theoretische Häcksellänge von 10 mm und damit allgemein sechs Messer und niedrigere Trommel-drehzahlen. Da außerdem die Messerwinkel und die Trommelumfangsgeschwindigkeit für eine ausreichende Wurfweite ohne Bedeutung sind, beträgt der Schnittwinkel Messer – Gegenschneide mehr als 10°, der Watenwinkel rd. 30° und die Umfangsgeschwindigkeit < 23 m/s. Auch die Vorteile der schmalen Trommel [8] kommen weniger zum Tragen.

Überwiegen hingegen die Vorzüge eines kombinierten Schneid-Wurf-Organes (z.B. bei Kleinhäckslern mit Schnittkastenbreiten unter 30 cm) kann man eine Feinzerkleinerung auch über eine höhere Schnittfrequenz (zwölf Messer) oder Reibleisten am Messer bzw. an der Gehäusewand erreichen. Über eine mit Reibleisten erreichbare Senkung des Überlängenanteils, insbesondere bei Welkgut, liegen bisher noch keine Werte vor. Für das Bergen von Maiskolben zum Silieren eignen sich hingegen beide Möglichkeiten.

Wenn vorerst in Deutschland die neunmessrigen Schneid-Wurf-Trommeln noch ausreichen, so liegt dies einmal an der sehr begrenzten Tauglichkeit der Recutter in Wiesengras (besonders bei größerem Sieb-Zentriwinkel). Außerdem herrscht Silomais als Häckselgutart vor, für den konventionelle Bauarten ausreichen (s. Abschnitt 3.). Daher haben auf dem deutschen Markt amerikanische Recutter-Ausführungen kaum Fuß fassen können.

**6. Recutter**

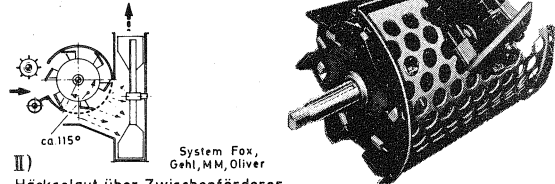
Der Nachschneideeffekt des Recutters ist der Anzahl der Schneidkanten (abhängig von Lochgröße, -ausbildung und Sieb-Zentriwinkel) und dem Reibungsbeiwert Häckselgut – Wurfmesser proportional. **Bild 8** zeigt die ausgeführten Lösungen. Die Siebausführungen reichen von Löchern und Schlitzern mit 9,5 mm Dmr. bzw. Breite (für Körnermais) bis zu quadratischen Löchern mit rd. 100 mm Seitenlänge (für Halmfutter). Bei der Sonderausführung, **Bild 8 IV**, werden die überlangen Materialteile infolge des großen Abstandes Messer – Sieb nicht „nachgeschnitten“, sondern in die Schneidtrommel abgesiebt; praktische Einsätze haben gezeigt, daß die gewünschte Wirkung nur sehr begrenzt erzielbar ist (Verstopfungsgefahr!). Am weitesten verbreitet ist die Ausführung I, Zwischenförderer (z.B. Förderschnecke) sind i.a. bauartbedingt.

Die Senkung des Überlängenanteils durch Verwenden eines Nachschneidesiebes ist auf **Bild 9** deutlich zu erkennen; es handelt sich um Maiskolben-Häcksel zum Einsilieren, der Rohfasergehalt beträgt rd. 10%.

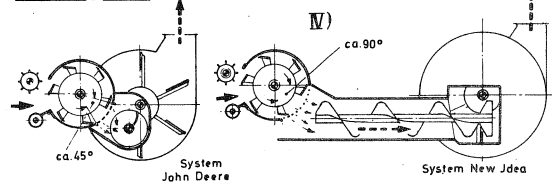
**Tafel 2** zeigt den nichtlinearen Anstieg des spezifischen Arbeitsbedarfs für Stroh mit abnehmender Lochgröße. Infolge des geringen Reibungsbeiwertes Stroh gegen Wurfschaufeln sind die großen Löcher von geringem Einfluß. Für das Beurteilen einer Schneideeinrichtung ist deren Arbeit im Anwelkgut (z.B. ange-

Feldhäcksler mit Recutter

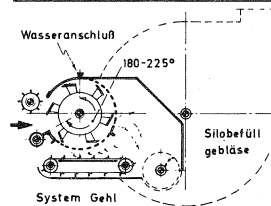
I) Häckselgut direkt in d. Wurfgebläse



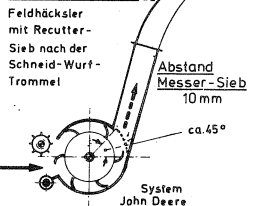
II) Häckselgut über Zwischenförderer in d. Wurfgebläse



III) stationärer Häcksler mit Recutter



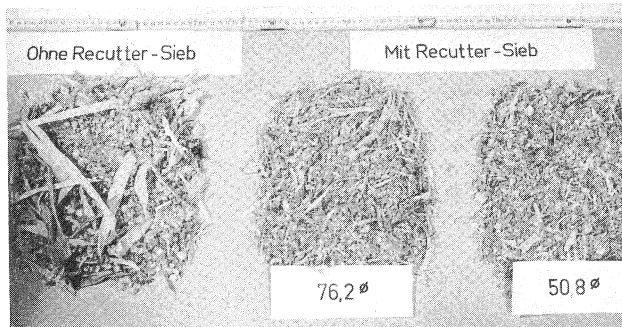
V) Sonderausführung



**Bild 8.** Recutter-Bauarten.

rechts oben: Schneidtrommel mit Recutter-Sieb.  
Lochung: 9,5 bis 101,6 mm Ø □ □ □ □  
Abstand Messer – Sieb: 0,5 bis 1 (3) mm

**Bild 9.** Überlängenanteil beim Häckseln von Maiskolben (50,1 % Trockenmasse, theoretische Häcksellänge 4,8 mm) mit und ohne Recutter-Sieb.



welker Luzerne) wichtig; wie aus **Tafel 3** ersichtlich, senkt bereits ein Recutter-Sieb mit quadratischen Löchern von 101,6 mm Seitenlänge den Häcksellängenanteil über 38 mm von 10 bis 12 % auf den erwünschten Anteil von 4,5 bis 5,5 %. Erkauft werden muß dies mit einem 15- bis 20%igen PS-Mehrbedarf des Feldhäckslers und einer Verminderung des Durchsatzes bis zu 15 %.

**Tafel 2.** Recutter-Arbeitsbedarf bei Stroh, 85,4 % Trockenmasse, Durchsatz 0,5 bis 3,5 t/h; stationärer Häckslers Gehl RC 800: theoretische Häcksellänge 4,8 mm, Sieb-Zentriwinkel 225°.

Lochsieb		19	50,8	ohne Sieb
Durchmesser mm				76,2
Seitenlänge mm				101,6
spez. Arbeitsbedarf	PS/t	18,1	6,9	3,9 bis 4,9
	kWh/t	13,3	5,1	2,9 bis 3,6

**Tafel 3.** Güte der Zerkleinerung, Leistungsmehrbedarf, Durchsatzsenkung und Dichteerhöhung bei Verwenden eines Häckslers mit Recutter bei Luzerne nach [11] und eigenen Messungen (Luzerne, 35 bis 45 % Trockenmasse, theoretische Häcksellänge 6,3 bis 9,5 mm, Sieb mit Vierkantlochung 101,6 mm  $\square$ ).

Häcksellängenanteil über 38 mm	ohne Recutter-Sieb	10 bis 12
	%	mit Recutter-Sieb 101,6 mm $\square$
Leistungsmehrbedarf	%	15 bis 20 (51*)
Verminderung des Durchsatzes	%	5 bis 15
Erhöhung der Dichte	%	3 bis 8,5 (30*)

\*) theoretische Häcksellänge 4,8 mm.

Eigene Untersuchungen mit stationären Häckslern ergaben einen Leistungsmehrbedarf bis zu 51 %. Im Zusammenhang mit der erhöhten Feinzerkleinerung ist eine größere Dichte und damit eine bessere Siloraumaussnutzung verbunden (nach Firmenangaben bis zu 30 %).

## 7. Betriebssicherheit

Der Betriebssicherheit kommt mit zunehmender Bergeleistung steigende Bedeutung zu; am problematischsten ist zweifellos die Sicherung gegen Überlastung der Trommel durch Fremdkörper, weniger durch Häckselgut. Als Fremdkörpersicherung sind möglich

- Überlastsicherung im Antrieb,
- Sollbruchstellen im Schneidwerk (Trommel oder Gegenschnede) und
- Fremdkörper-Suchgeräte.

Da die Größe der Trommelbeschädigung im wesentlichen von der kinetischen Energie der Trommel abhängt, ist eine Überlastsicherung im Antrieb untauglich; aus diesem Grunde wurden bereits früher Sollbruchstellen im Schneidwerk [9] gefordert. Bisher sind allerdings nur vereinzelt Lösungen für eine Sollbruchstelle in der Messerhalterung oder in Form einer wegklappbaren Gegenschnede (Papec) bekannt geworden. Zweifellos ist aber die Entwicklung auf diesem Gebiet noch nicht abgeschlossen.

Erste Versuche mit Fremdkörper-Suchgeräten vor der Maschine (induktiv) oder im Einzug (induktiv, Laser) haben noch zu keiner praxisreifen Lösung geführt. Derartige Suchgeräte sind hauptsächlich für die Schwadaufnahme nach konventionellen Werbeverfahren (Zetten, Wenden, Schwaden) von Bedeutung und somit weniger für die USA (s. Abschn. 4), da sich durch den Einsatz von Mähquetschzettern mit Schwadablage fremdkörperfreie Schwaden herstellen lassen. Hydraulische Antriebe für den Einzug wie auch für die Aufnahmevorrichtungen bieten einfache Möglichkeiten einer Schnellentkupplung.

## Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- *Kromer, K.-H.*: Ein USA-Bericht – Futterwirtschaft. Grüne Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan (1971) Nr. 13; im Druck.
- Albert, W.W.*, u. *L.E. Stephens*: Stalklage Silage Harvested With Converted Combine. University of Illinois, Urbana, WWA 6–9–69.
- Zimmermann, M.*: 3 more machines for corn plant retrieval. Implement & Tractor (May 1969) Bd. 84, No. II, S. 40/42.
- Schurig, M.*: Anbau-Maisfeldhäckslers. Landtechnik Weihenstephan. Unveröffentl. Ber. (1969).
- Baader, W.*: Die Beurteilung der Funktion von Halmgut-Zerkleinerungsmaschinen. Landtechn. Forsch. Bd. 18 (1970) H. 6, S. 164/69.
- *Kromer, K.-H.*: Untersuchungen am Trommelfeldhäckslers unter besonderer Berücksichtigung der Materialförderung in und nach Schneid-Wurf-Trommeln. KTL Berichte über Landtechnik Nr. 114, Wolftratshausen 1967.
- Kromer, K.-H.*: Ein Beitrag über die Häckselgutförderung durch die Schneid-Wurf-Trommel der Exaktfeldhäckslers. Grundl. Landtechnik Bd. 19 (1969) Nr. 3, S. 95/103.
- Brenner, W.G.*, u. *K. Grimm*: Schneid- und Wurfvorgänge in Trommelfeldhäckslern. Landtechn. Forsch. Bd. 13 (1963) H. 5, S. 142/50.
- Brenner, W.G.*, u. *K.-H. Kromer*: Studien zu „Einbau“ und „Anbau“-Feldhäckslern. Landtechn. Forsch. Bd. 17 (1967) H. 6, S. 150/67.
- Firmenprospekte und Firmenangaben.
- Barrington, G.P.*, *O.J. Berge* u. *M.F. Finner*: Effect of using a Re-cutter in a cylinder cut forage harvester for chopping low moisture grass silage. ASAE-Paper No. 69–145.

# Der selbstfahrende Futterpflanzen-Parzellenhäcksler

Klaus Grimm und Gerhard Rödel, Landtechnik Weihenstephan

## 1. Einleitung

Die Ernte von Futterpflanzen-Versuchen erfordert einen sehr hohen Aufwand an Handarbeit. Der zunehmende Umfang an Futterpflanzen-Versuchen in Verbindung mit den immer knapper und auch teurer werdenden Arbeitskräften zwingt daher zu einer Rationalisierung der Futterpflanzen-Ernte. Das Ziel der Mechanisierung ist, sämtliche Arbeitsabschnitte bei der Versuchsernte in einem einzigen Arbeitsgang zu vereinigen. Mit einer Maschine soll das Mähen, das Aufsammeln und das Zerkleinern des Erntegutes, die Feststellung des Gewichtes, das Notieren der Daten, die Probeentnahme sowie die Ablage und nach Möglichkeit das Abfahren des Erntegutes verrichtet werden. Diese Gedanken für die Entwicklung eines selbstfahrenden Futterpflanzen-Parzellenhäckslers sind nicht neu, doch alle bisher gebauten Maschinen konnten diese gewünschten Forderungen nicht erfüllen.

In Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt (Prof. Dr. SIMON und L. T. DOBLER) und der Fa. Walter & Wintersteiger wurde eine Maschine entwickelt, die den gewünschten Ansprüchen gerecht wird. Seit September 1970 wird der Futterpflanzen-Parzellenhäcksler in Serie hergestellt.

## 2. Überlegungen zur Entwicklung des Parzellenhäckslers

### 2.1. Einige Besonderheiten der Futterpflanzen-Versuche

Als Futterpflanzen gelten nicht nur Klee- und Grasarten, sondern auch Mischbestände wie Erbsen, Wicken, manche Cruciferen, Grüngetreide, Sonnenblumen, Futterhirse und auch der Grün-beziehungswise Silomais. Viele dieser Pflanzenarten erfordern mehrere Ertragsfeststellungen in einem Jahr und oft sogar einen mehrjährigen Prüfungszeitraum. Zehn Ertragsfeststellungen und mehr sind im Verlaufe der Prüfungszeit keine Seltenheit. Hinzu kommt, daß die zu erntenden Futtermassen unterschiedlich groß sind. Sie bewegen sich zwischen 0,4 und 6 kg/qm, wobei die Grenzen nach oben und unten überschritten werden können. Auf jeden Fall muß die Maschine in der Lage sein, Erntemengen zwischen 1 und 5 kg/qm zu bewältigen. Die Parzellenbreite und die Arbeitsbreite der Maschine müssen aufeinander abgestimmt sein. Eine gewisse Standardisierung der Parzellenbreite ist für die Anwendung von Geräteketten erforderlich. Auf dem ersten IAMFEE-Kongreß in Oslo war eine Parzellenbreite von 1,25 m empfohlen worden [1]. Infolgedessen muß die Schnittbreite der Maschine mindestens 1,25 m betragen. Bei der Versuchsernte muß die Maschine häufig

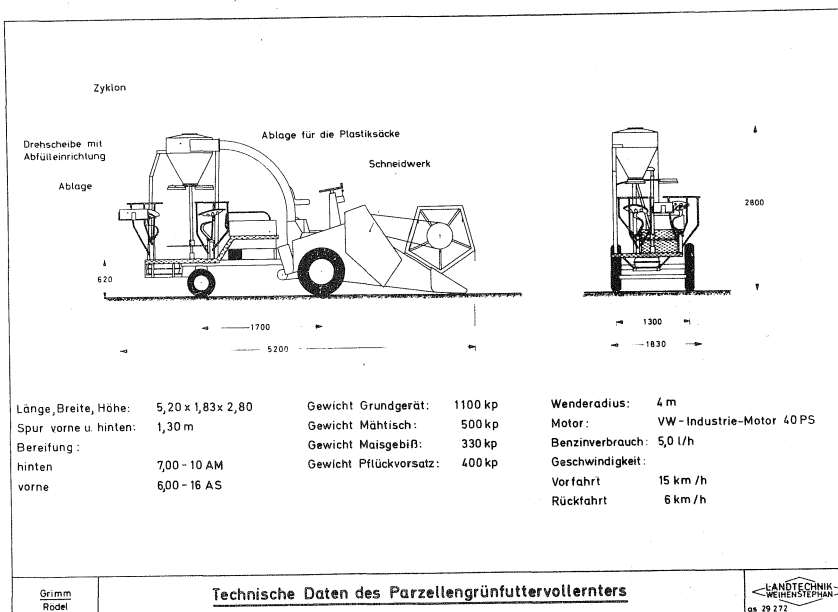


Bild 1: Parzellenhäcksler im Einsatz  
Der hohe Fahrersitz bietet eine sehr gute Sicht

wenden; dies setzt einen kleineren Wenderadius voraus, insbesondere dort, wo mit der vorhandenen Versuchsfläche sparsam umgegangen werden muß. In Weihenstephan sind beispielsweise die Wege zwischen den Versuchsschlägen 4 m breit. Größer sollte auch der Wendekreis nicht sein. Dadurch werden Längen- und Beitenmaße der Maschine begrenzt. Die Ausmaße sollen auch deshalb begrenzt bleiben, damit die Maschine leicht transportabel bleibt.

Zu den Besonderheiten der Futterpflanzen-Versuche rechnet man auch, daß nicht immer alle Parzellen in einem Zuge geerntet werden, sondern auch einzelne Parzellen aus dem Versuch separat herausgeschnitten werden müssen.

Das ist praktisch nur mit einem Frontmäherwerk möglich. Ein gezogenes oder seitlich angebrachtes Mäherwerk scheidet aus, woraus sich die Forderung nach einer selbstfahrenden Maschine ergibt. Eine selbstfahrende Maschine erscheint auch noch aus einem anderen Grund unumgänglich notwendig, denn der Schlepper als Zug-beziehungswise Antriebskraft ist erfahrungsgemäß oft anderweitig mit dringenden Arbeiten beschäftigt. Überhaupt ist es fraglich, ob der Betrieb über einen geeigneten Schlepper verfügt. Die Ernte von Grünfütter-Versuchen ist sehr witterungsabhängig. Die Ernteperiode erstreckt sich von Mai bis Oktober und es kann nicht immer die günstigste Witterung und der optimale Bodenzustand abgewartet werden. Es muß deshalb rasch ein geeigneter Zeitpunkt genutzt werden können. Diese erfor-



derliche Schlagkraft besitzt jedoch nur der transportable Selbstfahrer.

### 3. Konstruktionstyp

Der Parzellenhäcksler (Bild 1) ist ein Selbstfahrer mit einer Spurbreite von 1,25 m. Das Grundgerät wurde so konstruiert, daß man entweder den Mähtisch (Bild 2, oben) für die Klee- und Gräserversuche anbauen kann oder das Maisgebiß für den Silomais (Bild 2, unten). Dieses Anbauprogramm wird aber noch erweitert, um die Maschine universeller einsetzen zu können, so beispielsweise mit dem Pflückvorsatz für den Körnermais, mit der Eliten-Sämaschine oder mit einer Spritzanlage. Alle Vorsätze sind mit wenigen Handgriffen in ein paar Minuten auszuwechseln.

Die Lagerung der Häckseltrommel (Bild 3) wurde so konstruiert, daß man zwei Drehbewegungen ausführen kann:

1. Antrieb der Häckseltrommel mit einer Drehzahl von 1150 U/min;
2. Schwenkbewegung des Vorsatzes gesteuert durch den Hubzylinder.

Ein VW-Industriemotor mit 34 PS treibt eine Vorgelegewelle. Diese Welle treibt die Hydropumpe für den hydrostatischen Antrieb und den Häcksler mit seinen Einzugsorganen.

Der Fahrtrieb erfolgt mit zwei Hydromotoren, die direkt an den Vorderrädern angeflanscht sind (Bild 4). Die Motoren werden mit zwei Fußhebeln gesteuert: rechts Vorfahrt, links Rückfahrt. In der Nullstellung rasten die Hebel ein und gewähren einen absoluten Stillstand der Maschine.

Der hydrostatische Antrieb bietet enorme Vorteile für die Bedienung der Maschine:

1. leichte Handhabung der Bedienungselemente;
2. optimale Anpassung der Fahrgeschwindigkeit an die Bestandesdichte der Parzelle;
3. große Wendigkeit bei der Vor- und Rückwärtsfahrt im Vorgewende.

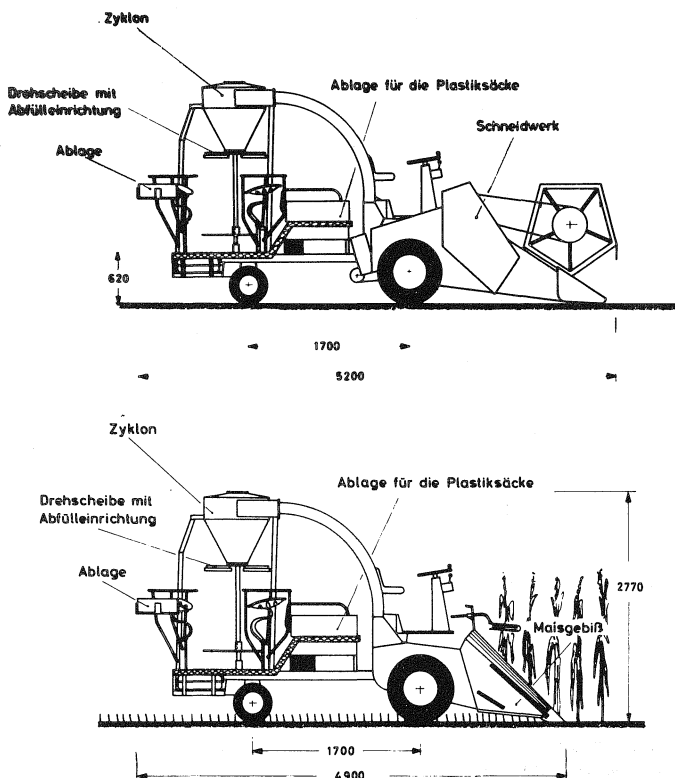


Bild 2: Aufbau des Parzellenhäckslers  
oben: mit dem Mähtisch; unten mit dem Maisgebiß

### 3.1. Technische Daten

Länge, Breite, Höhe:	5,20 × 1,83 × 2,77 m (max. Werte)
Spur:	1,25 m
Bereifung: Vorderreifen:	6,00—16 AS
Hinterreifen:	4,00—12 AM
Gewicht (Grundgerät):	1100 kp
Gewicht (Schneidwerk):	500 kp
Gewicht (Maisgebiß):	330 kp
Wenderadius:	4 m
Vorfahrt, Geschw. max.:	12,4 km/h (hydrostatischer Antrieb)
Rückfahrt, Geschw. max.:	6,5 km/h
Benzinverbrauch:	4,0—5,0 l/h
Motorleistung:	34 PS

### 4. Arbeitsschema des Parzellengrünfüttervollernters

Da der Arbeitsablauf an der Maschine bei beiden Anbauvorsätzen gleich ist, wird hier nur der Mähtisch erklärt. Es gibt dabei folgende Arbeitsgänge: Mähen — Häckseln — Füllen der Säcke — Etikettieren der Säcke — Ablegen der Säcke.

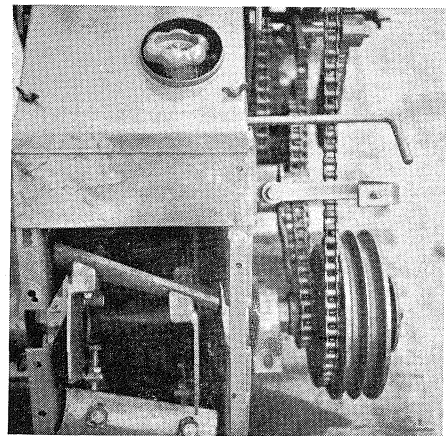


Bild 3: Häckseltrommel mit Stehlager, Antriebsscheibe und Schleifvorrichtung

Bei den bisherigen Versuchen wurde das Wiegen der Säcke noch nicht auf der Maschine vorgenommen. Würde man mit einer normalen hochempfindlichen Hängewaage wiegen, so müßte nach jeder Parzelle die Maschine stehen bleiben. Bei den auftretenden Fahrerschütterungen wäre aber das Meßergebnis zu ungenau und außerdem könnte die Waage auf die Dauer diese Stoßbelastungen nicht vertragen. Ein genaues Wiegen müßte aus diesem Grunde mit einer elektronischen Meßeinrichtung erfolgen. Diese Einrichtung ist wirtschaftlich noch nicht vertretbar und deshalb für die Saat-zuchtbetriebe nicht rentabel.

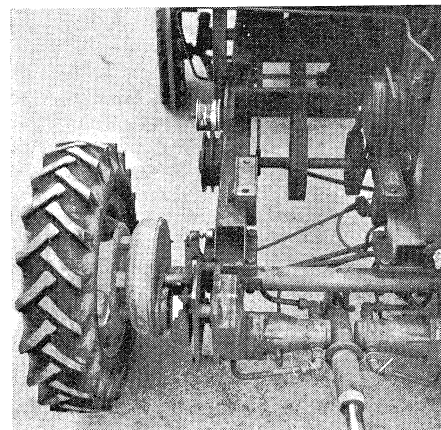


Bild 4: Hydro-Motor mit Übersetzungsgetriebe

#### 4.1. Mähen

Mit einem Mittelschnittbalken wird das Gut abgemäht und mit der Haspel auf das Gummieinzugsband geschoben (Bild 5). Der Mähtisch wird hydraulisch gehoben und gesenkt und sofort den Bodenverhältnissen oder der Bestandesdicke der Parzelle angepaßt. Am Mähtisch befinden sich links und rechts eine höhenverstellbare Gleitkufe, um eine gleichmäßige Schnitthöhe zu gewährleisten. Die Haspel wird ebenfalls hydraulisch betätigt und ist leicht an das zu mähende Erntegut anzupassen. Eine Schnecke schiebt das Gut in die Mitte und wirft es in den Häckselkanal. Hier sind oben und unten je ein Einzugsband angebracht, die das Gut bis zur Gegenschneide weiterbefördern.



Bild 5: Mähtisch mit Haspel

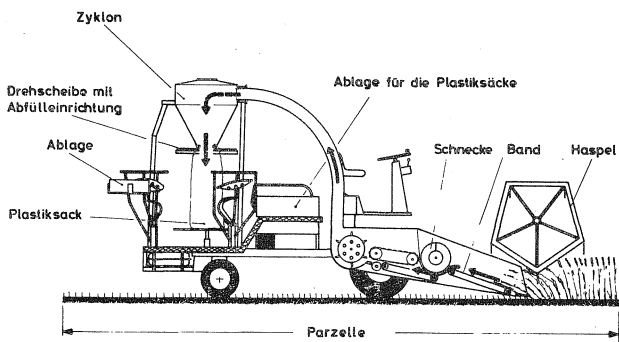


Bild 6: Arbeitsschema des Parzellengrünfüttervollernters mit dem Schneidwerk

Nach längerem Versuchseinsatz hat es sich herausgestellt, daß sich statt des oberen Gummi-Einzugsbandes eine Kette besser eignet. Die Kette läßt die mitgenommenen Erdreste wieder herausfallen und trägt an den Umlenkwalzen nicht auf. Am unteren Band treten keine Störungen auf, da hier das Band auf einem Blechboden läuft.

#### 4.2. Häckseln

Die Häckseltrommel wird mit der im Landmaschinenbau bekannten einfachen Methode, der Spannrolle, die mit der Hand bedient wird, eingeschaltet. Zwei Keilriemen übertragen die erforderliche Leistung von der Vorgelegewelle auf die Häckseltrommel beziehungsweise auf die Einzugsorgane. Die Häckseltrommel (Bild 3), von einem Anbauhäcksler entnommen, schneidet exakt das vorgepreßte Gut auf eine Länge zwischen 5 bis 10 mm. Der Häcksler ist mit einer Schleifvorrichtung ausgestattet. Nach jeder Versuchsernte sind die Messer leicht zu schleifen um immer eine gleichmäßige, saubere Häckselqualität für die Proben im Labor zu erhalten. Der Auswurfkrümmer ist gelenkig am Häckselkanal befestigt. Durch diese Aufhängung ist auch bei einer Hubbewegung des Mähtisches eine optimale Ausblasrichtung

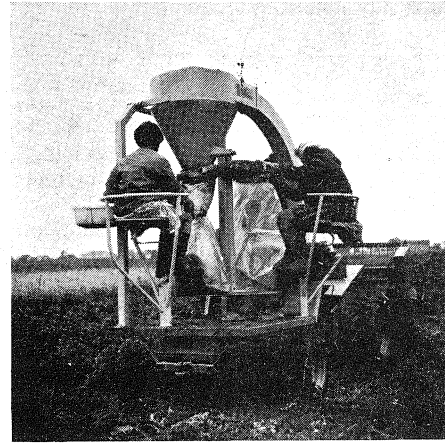


Bild 7: Bedienungsmannschaft an der Drehscheibe und der Abfüllvorrichtung

in den Zyklon gewährleistet. Diese Maßnahme ist besonders wichtig, damit sich keine Häckselrückstände im Krümmer aufbauen können. Im Zyklon wird der vorhandene Luftstrom abgebaut, und das Erntegut fällt nach unten in einen Plastiksack (Sackgröße wahlweise:  $130 \times 65$  cm,  $100 \times 50$  cm; Foliendicke 0,2 mm; Inhalt 40 bis 50 kg).

#### 4.3. Füllen der Säcke

Damit das An- und Abhängen der Säcke schneller vor sich geht, ist die Abfülleinrichtung als Drehscheibe ausgebildet (Bild 6). Hier sind drei Säcke befestigt; der Arbeitsrhythmus an der Scheibe ist folgender: Befüllen der Säcke — Abhängen der Säcke — Anhängen der Säcke (Bild 7).

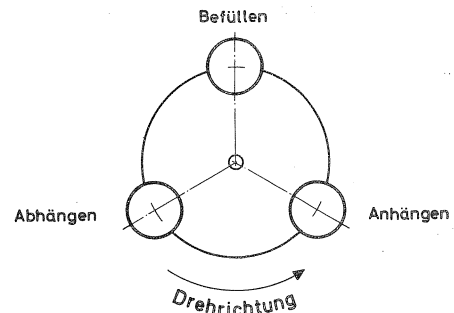


Bild 8: Arbeitstakte an der Drehscheibe

Der Sack wird mit einer Spezialanhangsvorrichtung befestigt. Mit der einen Hand kann man den Kunststoffsack leicht anhängen, während mit der anderen Hand die Sackschnalle geschlossen wird.

#### 4.4. Etikettieren der Säcke

Der gefüllte Sack wird sofort mit einem Etikett auf, dem die Parzellenummer steht, versehen. Mit einem Hefter befestigt man das Etikett am Sack, um Verwechslungen der Proben zu vermeiden. Der Hefter ist so an dem Sitz angebracht, daß die Bedienungsperson mit dem Fuß leicht den Hefter betätigen kann (Bild 8).

#### 4.5. Ablegen der Säcke

Nachdem der Sack mit der Parzellenummer gekennzeichnet ist, wird er entweder auf der Maschine oder auf dem Feld abgelegt. Die Ablage richtet sich nach der Anzahl der Parzellen. Man kann ungefähr zehn Säcke mit 30 kg Inhalt auf der Maschine lagern. Der Einsatz der Maschine ist umso rentabler, je größer die Anzahl der Parzellen in einer Fahrtrichtung ist.

### Absolute Arbeitszeit je Schnitt in Minuten (ohne Rüstzeiten)

Ver- such	A = Alte Methode		Parz. größe [qm]	B = Parzellenhäcksler		Absolute Arbeitszeit je Versuch je Vers. Glied				Zeiteinsparung durch B je Versuch	
	Zahl der Vers. Gl.	Zahl der Wdhl.		Zahl der Personen A B	A	B	A	B	A	B	[min.]
1	8	4	5,75	3	3	81	40	10,00	5,00	41	50,6
2	8	4	5,75	6	6	40	20	5,00	2,50	20	50,0
3	10	4	5,75	3	3	100	50	10,00	5,00	50	50,0
4	10	4	5,75	6	6	50	25	5,00	2,50	25	50,0
5	10	6	12,50	6	6	120	50	12,00	5,00	70	58,3
6	15	5	7,50	6	6	94	40	6,25	2,70	54	57,4
7	18	4	5,75	6	6	90	50	5,00	3,00	40	44,4
8	100	4	2,00	9	9	367	240	3,70	2,40	127	34,6
9	135	5	3,50	9	9	566	300	4,20	2,20	266	47,0

Tabelle 1

Durchschnittliche Zeiteinsparung 49%

#### 5. Vergleich der alten mit der neuen Erntemethode

Bei der alten Erntemethode waren sechs Arbeitsgänge (Mähen mit dem Motormäher — Sammeln des Erntegutes in den Wiegebehältern — Wiegen und Daten notieren — Probenahme zur Bestimmung der Trockensubstanz — Ablegen des Erntegutes — Zerkleinern der Probe) notwendig. Bei der neuen beschriebenen Methode mit dem Parzellenhäcksler sind es nur noch vier (Mähen, Häckseln und Ab-sacken — Wiegen und Daten notieren — Ablegen des Erntegutes — Probenahme zur Bestimmung der Trockensubstanz).

Bei neun vergleichbaren Versuchsernten wurde die Leistung des Parzellenhäckslers mit dem Zeitaufwand des alten Arbeitsablaufes verglichen. Es stellte sich eine Verkürzung der Arbeitszeit um 49 % heraus. Mit zunehmender Parzellen-größe stieg die Zeiteinsparung noch an (Tafel 1).

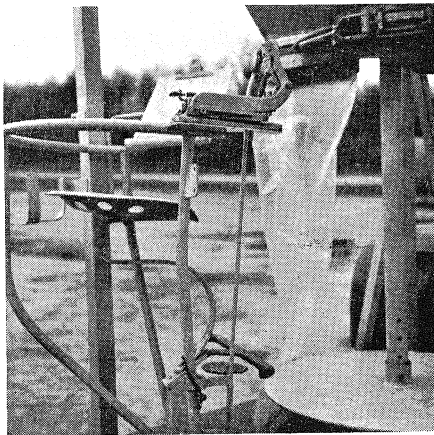


Bild 9: Hefter mit Fußplatte zum Befestigen der Kunststoffsäcke

Neben dieser Zeiteinsparung von durchschnittlich 49 % bietet die neue Methode einen wesentlich angenehmeren Arbeitsplatz und eine leichte, manuelle und nicht so stark ermüdende Tätigkeit.

#### 6. Zusammenfassung

Der ständig zunehmende Umfang von Futterpflanzenversuchen in Verbindung mit den steigenden Lohnkosten erfordert die Rationalisierung der sehr arbeitsintensiven Futterpflanzen-Ernte. Dieses Problem läßt sich mit Hilfe eines selbstfahrenden Futterpflanzen-Parzellenhäckslers lösen. Es wurden hier die Probleme, die sich für die Entwicklung der Maschine aus der Eigenart der Futterpflanzenversuche sowie aus dem Arbeitsablauf ergaben, behandelt. Weiterhin sollte die Abstimmung der Versuchsanlage mit der Maschinenkonstruktion dargestellt werden.

Folgende Anforderungen sind dabei von der Mechanisierung zu erfüllen:

Mit Hilfe der Maschine soll der Aufwuchs von 1,25 breiten und 10 qm großer Parzellen verschiedener Futterpflanzen in einem Arbeitsgang verlustlos, sauber und ohne Beeinträchtigung des Nachwuchsvermögens geerntet werden können.

Die Maschine muß leicht transportabel und wirtschaftlich sein und in Serie kommerziell herstellbar.

Nach diesen Gesichtspunkten wurde in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landessaat-zuchtanstalt ein Grundgerät erprobt und weiterentwickelt. Diese Forschungsarbeiten und werkstattmäßigen Verbesserungen sowie Ergänzungen fanden ihren Niederschlag in der serienmäßigen Herstellung der gesamten Maschine seit September 1970.

#### 7. Schrifttum

- [1] SIMON, U.: Überlegungen zur Entwicklung eines selbstfahrenden Futterpflanzen-Parzellenhäckslers. Referat, gehalten auf der Zweiten internationalen Konferenz über die Mechanisierung des Feldversuchswesens. Braunschweig 1968

# Häckslerleistungen von 10 bis 70 Tonnen in der Stunde

Geräte und Verfahren zur Silomaisernte

Dr. Manfred Schurig, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,  
Freising-Weihenstephan

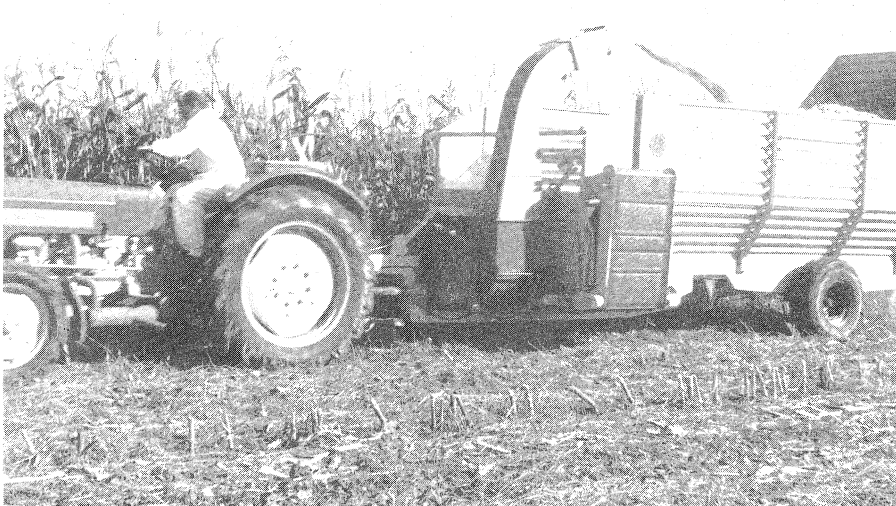


Abb. 1: Beim Häckslerladewagen bildet der Wagen mit dem Häcksler eine Einheit. Mit einem Schlepper und einem Gerät wird geerntet, transportiert und abgeladen. Der Schlepper kann über den Wagen auch gleichzeitig das Gebläse mit antreiben. Bergeleistung ca. 7 t/h.

Die Anbaufläche von Silomais hat sich von Jahr zu Jahr erweitert. Im Jahre 1970 waren es ca. 200 000 ha Silomais, die in der Bundesrepublik geerntet wurden. Wenn davon allein auf Bayern ca. 100 000 ha fallen, so ist trotzdem eine verstärkte Ausdehnung des Silomaisbaues im mittleren und nördlichen Teil der Bundesrepublik festzustellen.

Die technischen Voraussetzungen für die Ernte von Silomais sind geschaffen, die Maschinen und Geräte dafür funktionieren einwandfrei, und der Landwirt kann sich aus den angebotenen Maschinen eine für ihn passende Arbeitskette zusammenstellen, die speziell für seine Anforderungen eine ausreichende Schlagkraft bzw. Bergeleistung erbringt. Mit dem hier vorliegenden Bericht soll versucht werden, dem Landwirt bei seinen Entscheidungen zur Gestaltung der Maiserntekette Hilfestellung zu geben.

## Kurz häckseln

In den letzten Jahren wurde viel Arbeit für die Abrundung des technischen Entwicklungsstandes der heutigen Maisfeldhäcksler geleistet. So hat die erreichbare durchschnittliche theoretische Häcksellänge aller auf dem deutschen Markt angebotenen Feldhäcksler heute bei Silomais einen Wert von 5,2 mm erreicht. Bei den Anbau-Maishäckslern schwankt diese einstellbare theoretische Häcksellänge zwischen 4 und 7 mm.

Neben dieser faszinierend kurz erscheinenden möglichen theoretischen Häcksellänge darf man jedoch die praktisch erzielbare Häcksellänge nicht außer acht lassen. Hier können die Werte beträchtlich schwanken, vor allen Dingen bei einem fortgeschrittenen Reifegrad des Maises, das heißt, sobald sich der Trockenmassegehalt dem Wert von 30 % nähert bzw. ihn überschreitet. In diesem Material wird es immer schwieriger, auch Lieschen und Blätter exakt zu schneiden. Das trifft vor allen Dingen für Silomais zu, der Mitte bis Ende Oktober geerntet wird. Es ist darauf zu achten, daß der Schnittkasten des Feldhäckslers um die Gegenschneide immer gut gefüllt ist. Dieses wird bei den meisten Anbau-Maishäckslern durch ihre schmale Trommel und bei den größeren Feldhäckslern durch ein zweireihiges Maisgebiß erreicht. Bezüglich der kürzesten Schnittlänge ist es immer besser, einen Feldhäcksler, der sowohl mit ein- oder zweireihigem Maisgebiß angeboten wird, mit der zweireihigen Ausführung zu kaufen. Man kann den Schnittkasten auch durch eine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit ausreichend füllen, nur läßt sich diese nicht wesentlich über 7 bis 8 km je Stunde steigern, da dann die Belastungen für den Fahrer zu groß werden, seine Konzentration ist ständig auf das äußerste angespannt.

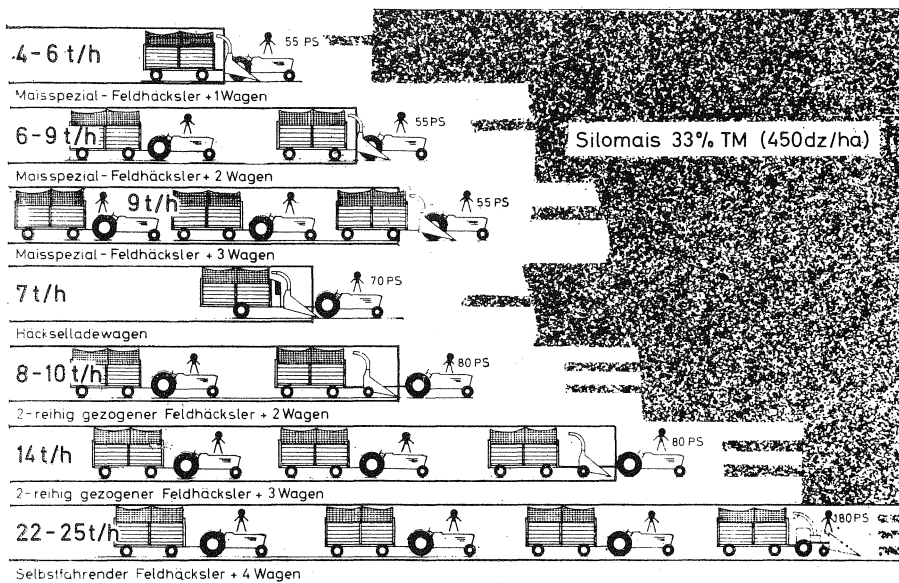


Abb. 2: Bergeleistung verschiedener Feldhäckslerverfahren: Häckseln, Transportieren (800 m) und Abladen in Gebälge oder Förderband.



### Wieviel Schlepper-PS sind erforderlich?

Oft werden dem Landwirt die erforderlichen Antriebs-PS für die jeweiligen Häcksler genannt. Es handelt sich hierbei vielfach um PS-Zahlen, die an der Zapfwelle gemessen wurden und zu einer bestimmten technischen Stundenleistung (Durchsatz) gehören. Diese PS-Angaben sagen jedoch nichts über die Stärke des notwendigen Schleppers und die erzielbare Bergeleistung des Verfahrens aus. Von uns wurde folgender Kraftbedarf an der Zapfwelle für die einzelnen Häckslerarten gemessen:

	Durchschn. Kraftbedarf a. d. Zapfwelle bei 10 t/Std. Durchsatz *	Durchschn. kürzeste Häcksellänge
Anbau-Maishäcksler	20 PS	7 mm
Häcksler-Ladewagen	23 PS	5 mm
gezogener, zweireihiger Maishäcksler	30 PS	4,7 mm

\*) Wenn man diese Zahlen mit 3 multipliziert, bekommt man die PS-Stärken der für die einzelnen Häcksler notwendigen Schlepper.

Die technische Leistung eines Häckslers ist nur kurzfristig über eine begrenzte Meßstrecke erreichbar. Diese Werte sind für den Konstrukteur interessant, der Landwirt interessiert sich aber dafür, wie hoch die Bergeleistung eines Feldhäckslerverfahrens ist. Unter Bergeleistung versteht man, wieviel Erntegut in einer Stunde auf dem Feld gehäckselt, abtransportiert und zu Hause eingelagert werden kann. Diese Bergeleistung wird von vielen Faktoren positiv

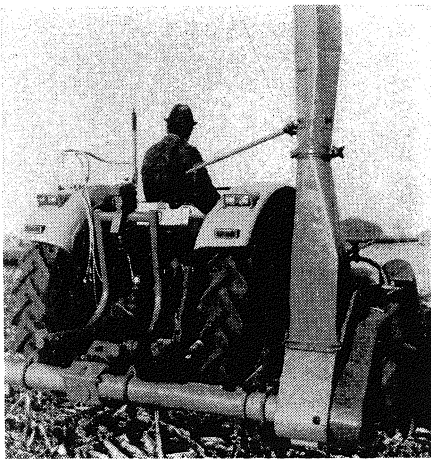


Abb. 3: Zweireihige gezogene Feldhäcksler benötigen Schlepper ab 80 bis 120 PS. Es können nur zweiachsige Wagen angehängt werden.

oder negativ beeinflusst, wie zum Beispiel die Leistungsfähigkeit des Feldhäckslers, die Zahl der eingesetzten Transportfahrzeuge, die Entfernung vom Feld zum Hof, die Beschaffenheit der Feldwege, das Kreuzen von Verkehrswegen und die Leistungsfähigkeit der Einlagerungsgeräte. In der Abbildung Nr. 2 sind Bergeleistungen angegeben, die mit verschiedenen Arbeitsverfahren erreicht werden können. Ganz

vereinfacht läßt sich daraus sagen, daß mit einem Anbau-Maishäcksler und einem Transportwagen pro Tag etwa 1 ha Silomais geerntet werden kann. Der Einsatz eines Häckslerladewagens bringt eine etwas höhere Leistung. Das Arbeitsverfahren zweireihiger Feldhäcksler und zwei Transportwagen ermöglicht es, pro Tag etwa 2 bis 2,5 ha Silomais abzuernten. Interessant ist es, festzustellen, daß die Bergeleistung pro Arbeitskraft bei Häckslerladewagenverfahren am höchsten ist.

### Einlagerungsart mitbestimmend für die Leistung

Bei den in Abbildung Nr. 2 gezeigten Verfahren und den angegebenen Bergeleistungen wurde angenommen, daß auf dem Hof das Silogut mit einem Gebläse oder Förderband in den Hochsilo eingelagert wird. Die Landwirte bedienen sich aber noch einer Reihe anderer Silobefüllverfahren und Geräte. Dabei handelt es sich jedoch in den meisten Fällen um Verfahren, die zusätzliche Arbeitskräfte am Silo notwendig machen. Eine Ausnahme bildet die Schnellentleerung der Wagen in Tiefsilos. Durch diese Art der Wagenentleerung kann sich die Bergeleistung der angegebenen Verfahren ohne zusätzlichen Einsatz von Arbeitskräften um etwa 20 bis 30 % erhöhen.

Die Schnellentleerung der Wagen in Fahrtilos bringt ebenfalls eine Erhöhung der Bergeleistung mit sich, jedoch kann hier ein ordnungsgemäßer Walzvorgang begrenzend wirken. Außerdem sind für das Verteilen bzw. Walzen des abgeladenen Gutes zusätzliche Arbeitskräfte notwendig. Auch der Einsatz von Greifern zur Hochsilobefüllung erfordert in den meisten Fällen eine zusätzliche Arbeitskraft, die das vom Wagen schnell entladene Gut in den Silo füllt. Bei Verwendung von Greifern zur Silobefüllung und Schnellentleerung der

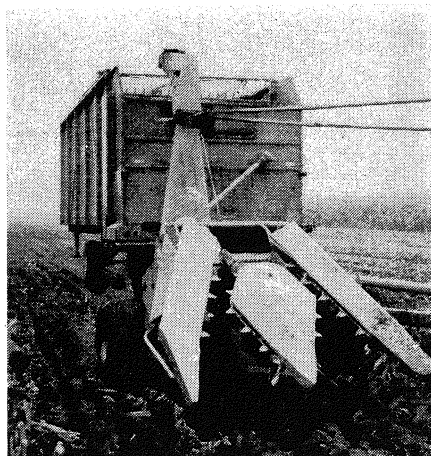


Abb. 4: Anbau-Maishäcksler werden so an die Dreipunkthydraulik angebaut, daß das Zugmal des Schleppers frei bleibt. Es können so auch einachsige Wagen angehängt werden.

Wagen am Silo erhöht sich die Bergeleistung der angegebenen Arbeitsverfahren mit einem bzw. zwei Transportwagen um

etwa 10 %. Bei den Arbeitsverfahren mit mehr als zwei Transportwagen wird stündlich mehr Siliergut angeliefert, als der Greifer einlagern kann.

### Für den Anbauhäcksler reichen 60 PS

Aus unseren Erfahrungen muß entschieden davon abgeraten werden, Schlepper über 55 bis 60 PS zum Antrieb von Anbau-Maishäckslern einzusetzen. Landwirte, die dennoch stärkere Schlepper benutzen, verkürzen dadurch die Lebensdauer dieser Häcksler erheblich. Stärkere Schlepper sind nur dann ratsam, wenn es darum geht, die Zugleistung in schwierigen Geländeverhältnissen sicher bereitzustellen. Es sind bei einigen Feldhäckslerfirmen Entwicklungen im Gange, Anbau-Maishäcksler zu bauen, die für Schlepper bis 80 PS geeignet sind. Erste Maschinen davon kommen vereinzelt schon dieses Jahr auf den Markt.

### Preise zwischen 4400 und 65 000 DM

Im Durchschnitt sind heute für einen Anbau-Maishäcksler 4400 DM vom Landwirt zu zahlen. Ein Häckselladewagen kostet für die Silomaisernte ausgerüstet im Durchschnitt 15 000 DM. Der einzige noch angebotene einreihige Scheibenhäcksler hat einen Preis von 8500 DM. Für zweireihige Trommelfeldhäcksler sind dagegen durchschnittlich 13 000 DM zu zahlen, während die teuerste Mäseerntemaschine, ein dreireihiger selbstfahrender Feldhäcksler, etwa 65 000 DM kostet.

Dem Landwirt steht heute ein vielfältiges Angebot technisch ausgereifter Maisfeldhäcksler mit einer technischen Leistung zwischen 10 und 70 t je Stunde zur Verfügung. Nicht nur die Auswahl eines geeigneten Feldhäckslers bringt einen guten Arbeitsablauf und eine ausreichende Bergeleistung bei der Silomaisernte, sondern es muß ein Arbeitsverfahren zusammengestellt werden, bei dem alle Arbeitsglieder vom Feld bis zur Einlagerung am Hof aufeinander abgestimmt sind.

# Lohnen sich Dosiergeräte beim Einlagern von Ladewagengut?

von LR H. Pirkelmann und Ing.-agr. M. Wagner,  
Landtechnik Weihenstephan

Das Einlagern von Ladewagengut in Flach- und Tiefsilos ist unproblematisch und ermöglicht eine sehr hohe Schlagkraft. Ungleich schwieriger ist die Beschickung von Stetigförderern wie Gebläsen, Gebläsehäckslern und Förderbändern, die in allen Betriebsgrößenklassen in sehr großer Zahl zur Einlagerung von Halmgütern Verwendung finden. Diese Geräte erfordern für eine störungsfreie und in der Leistung befriedigende Arbeit eine gleichmäßige Zuführung des Ladegutes, wie sie allein über den Kratzboden des Ladewagens nicht möglich ist.

Bei Handzuteilung, das heute noch am weitesten verbreitete Verfahren, ist es für eine Arbeitskraft unzumutbar, das in Schnellentleerung auf dem Boden abgelegte Ladewagengut in das Fördergerät zu gabeln. Vielmehr muß die Beschickung des Annahmetroges unmittelbar vom Ladewagen aus erfolgen. Aufgabe der Bedienungsperson ist es dann, den Vorschub des Kratzbodens zu regulieren, um ein Überkippen der Wagenladung zu verhindern und mit dem Misthaken das Fördergut gleichmäßig in den Förrtrog zu bringen.

Wenn diese Arbeit auch durch die wesentlich verbesserten Schneidwerke im Ladewagen beachtlich erleichtert wurde, so bleibt sie doch Handarbeit und zumindest bei Anwetkgut auch noch eine körperlich anstrengende Tätigkeit. Aus diesem Grunde wird seit etwa 5 Jahren versucht, die Dosierung des Ladewagengutes zu mechanisieren und damit eine geschlossene Ladewagenkette zu erreichen. Die ersten sehr zahlreich auf dem Markt erschienenen Dosiergeräte konnten aber größtenteils nicht befriedigen, da entweder die Zubringung des Fördergutes oder die Dosierung selbst nicht den Anforderungen entsprachen. Nur wenige Geräte konnten sich zu einem brauchbaren Stand entwickeln und sind in der Praxis im Einsatz.

Bei den heute verwendeten Maschinen erfolgt die Dosierung über Walzen, die mit Fingern oder Messern besetzt sind, oder über einen schräg gestellten Kratzboden, an dessen oberem Ende als Rückhaltevorrichtung eine Trommel mit gesteuerten Zinken oder ein schwingender Rechen mit langen Zinken angeordnet ist.

Das von einer Firma in der ersten Bauart hergestellte Gerät besitzt 3 Walzen, die mit von oben nach unten gesteigerten Drehzahlen umlaufen und sich so dem Futteranfall anpassen. Die obere und untere Walze ist mit Doppelfingern, die mitt-

lere mit Messerklingen bestückt. Die Messer laufen durch die Doppelfinger, so daß eventuell wickelndes Langgut durchschnitten wird und nicht zu Störungen führen kann.

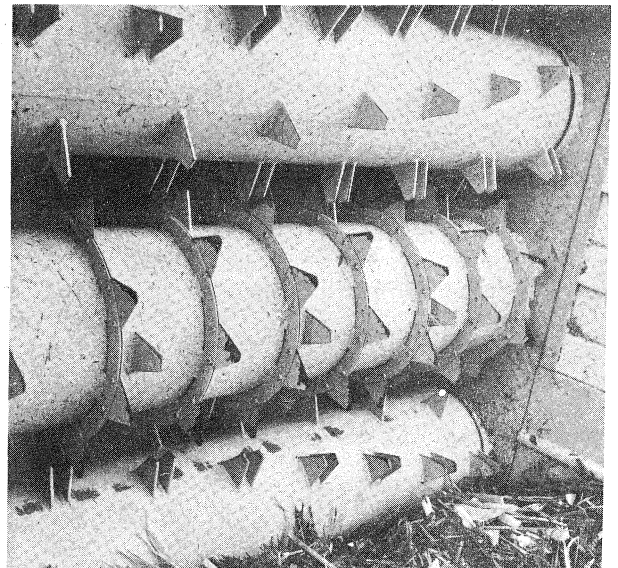
Alle übrigen Geräte dosieren mit einem schräg gestellten Kratzboden, der das Einlagerungsgut aufnimmt und lose in ein Querförderband fallen läßt. Sehr wichtig ist bei diesem System eine gut funktionierende Rückhaltevorrichtung am Ende des Kratzbodens, die das zuviel hochgeförderte Gut abstreift und nur die dem Fördergerät angepaßte Menge durchläßt. Nach unseren Erfahrungen arbeiten die schwingenden Rechen mit langen Fingern zuverlässiger als Trommeln mit gesteuerten Zinken. Um das Wickeln vor allem bei langem Material zu vermeiden, muß die Abstreifvorrichtung ähnlich einer Pick-up-Trommel mit gesteuerten Zinken ausgerüstet sein, die bei dem gegebenen Trommelumfang nur sehr kurz sein können und das überschüssige Gut nicht weit genug zurückschieben. Dadurch kommen bei hohen Durchsätzen entweder zu große Portionen in das Fördergut, oder es bildet sich vor der Trommel ein Stau, so daß die Förderung gänzlich unterbunden wird.

Die Beschickung der Dosiergeräte kann unmittelbar vom Ladewagen aus oder über eine Zwischenstation erfolgen. Bei unmittelbarer Beschickung wird der Ladewagen so lange festgehalten, bis die Ladung gänzlich eingelagert wird. Wird eine Zwischenstation eingeschaltet, so kann der Ladewagen schnellentleert werden und ist sofort wieder für die nächste Feldfahrt frei. Als Zuführeinrichtungen werden Kratzböden oder auch Tücher aus gewebeverstärkten Kunststoffen eingesetzt. Die Tücher werden von einer hinter dem Dosiertisch gelagerten Welle aufgerollt und ziehen das darauf abgelegte Ladewagengut zur Dosiervorrichtung. Wichtig ist, daß sie gleichmäßig beschickt, und daß beim Aufrollen keine Halme miteingezogen werden, da sich die Tücher sonst ungleichmäßig aufwickeln. Sie erfordern gegenüber den Kratzböden auch größere Rüstzeiten, da sie von Hand vor jeder Befüllung wieder ausgezogen werden müssen.

Ein anderes Dosiergerät, das fest mit dem Fördergerät verbunden ist, bewegt sich um einen Drehpunkt kreisförmig auf das am Boden abgelegte Ladewagengut zu und nimmt es auf. Ein Antriebsrad, das dem Drehpunkt gegenüberliegt, kann mit verschiedenen Umdrehungen laufen und bestimmt die Vorlaufgeschwindigkeit.



Stationäres Dosiergerät, das direkt vom Ladewagen beschickt wird. Bei Schnellentleerung muß noch ein Zuführtuch angebracht werden.



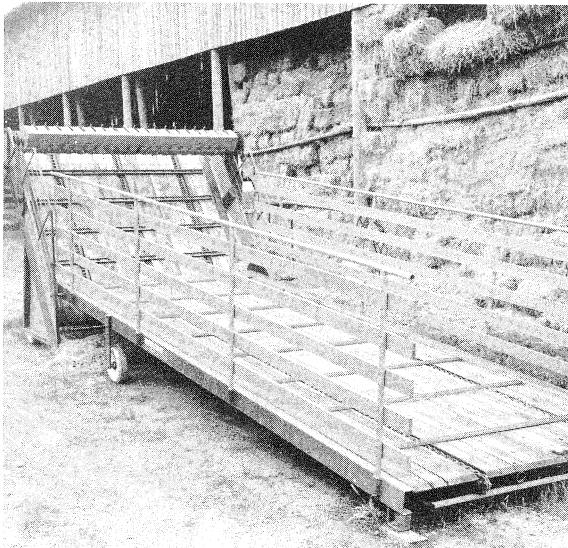
Die Dosierwalzen, die mit von oben nach unten gesteigerten Umdrehungsgeschwindigkeiten laufen, fräsen das von einem Kratzboden herangebrachte Futter ab.

Das Gerät schwenkt um  $180^\circ$  und nimmt das Futter mit dem 3,20 m breiten Dosiertisch in einem Radius von 4,30 m auf. Sind große Wagenladungen bei einem Abladevorgang in diesem Bereich nicht unterzubringen, so muß von zwei Seiten angefahren werden. Nach Beendigung eines Dosiervorganges ist das Gerät in seine Ausgangsstellung zurückzufahren. Für einen reibungslosen Betrieb ist eine Betonfläche oder zumindest ein fester Untergrund als Standort zweckmäßig.

Aufgabe der Dosiergeräte ist es, die Arbeit zu erleichtern und Arbeitszeit einzusparen. Eine Arbeitserleichterung ist bei allen Geräten gegeben, denn sie ermöglichen eine Dosierung ohne Handarbeit. Voraussetzung für eine einwandfreie Arbeit ist aber in jedem Falle eine von den Schneidwerken gut aufgetrennte Wagenladung. Lediglich bei Mais, der vom Dosiergerät einem Standhäcksler zugeführt wird, sollten die Stengel möglichst ungeschnitten sein. Vom Prinzip her ist bei allen beschriebenen Geräten eine ausreichende Dosierung möglich. Im praktischen Einsatz ergeben sich jedoch hinsichtlich Aufnahmemenge und Funktionssicherheit noch beachtliche Unterschiede.

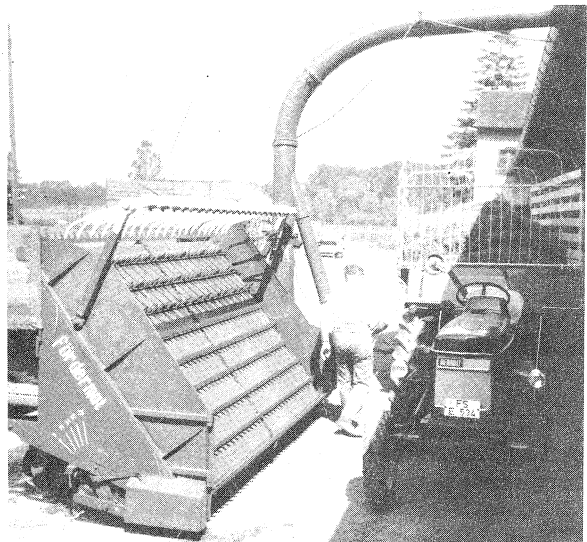
Eine gewisse Arbeitszeiteinsparung ist von vorneherein bei allen Verfahren gegeben, da durch die gleichmäßige Beschickung die Fördergeräte die höchstmögliche Leistung erreichen können. Bei direkter Beschickung der Dosiergeräte durch den Ladewagen, wie sie vor allem im Einmannbetrieb angebracht ist, ist die volle Auslastung der Fördergeräte der einzige Zeitgewinn, da der Ladewagen während der gesamten Einlagerungszeit am Abladeplatz festgehalten wird. Bei den üblichen Antriebsstärken der Fördergeräte mit E-Motoren von 10 — 12 PS muß dann einschließlich der Rüstzeiten mit einer Abladezeit von 12 — 14 Min. für ein Ladegewicht von 25 dz Anwelkgut mit ca. 30 Prozent TM gerechnet werden, während für Handzuteilung etwa 20 Min. benötigt werden. Dies entspricht einer Einlagerungsleistung von 120 dz/Std. Wird dagegen auf eine der oben erwähnten Zwischenstationen abgeladen, so ist der Ladewagen nach der Schnellentleerung in etwa 4 — 5 Min. bereits wieder frei.

Durch diese unterschiedlichen Abladezeiten der verschiedenen Verfahren wird die Bergeleistung des gesamten Verfahrens nicht unwesentlich beeinflusst. So kann ein Ladewagen (25 dz) bei 1 km Feldentfernung bei Handzuteilung 40 dz/h (= 100 Prozent) bei direkter Beschickung des Dosiergerätes durch den Ladewagen 50 dz/h (= 125 Prozent) und bei Schnellentleerung 68 dz/h (= 170 Prozent) Anwelkgut von 33 Prozent TM gegen und einlagern.



Ein Kratzboden als Zwischenstation fördert das Ladegut zum Dosiertisch. Als Rückhaltevorrichtung dient eine Trommel mit gesteuerten Zinken.

Da die Dosiergeräte mit automatischer Zuführeinrichtung, obwohl es von der Technik her möglich wäre, wegen des Unfallschutzes nicht unbeaufsichtigt arbeiten dürfen, ist zur Überwachung eine zweite Arbeitskraft notwendig. Die Bedienung des Dosiergerätes muß aber nicht von einer vollwertigen AK, sondern kann auch von Frauen, die sich nur zeitweise von ihren hauswirtschaftlichen Verpflichtungen frei machen können, oder von älteren Leuten erfolgen. Für das Einlagern einer Wagenladung steht dann die Zeit zur Verfügung, bis der Ladewagen wieder vom Feld zurückkommt. Es genügen daher geringe Leistungen der Fördergeräte und es kann an Antriebskraft gespart werden. Es hat sich nämlich gezeigt, daß zumindest im oberen Leistungsbereich durch eine Steigerung der Einlagerungsleistung um 20 Prozent bereits ein Mehrbedarf an Antriebskraft von 50 Prozent notwendig ist. Muß eine Voll-AK die Überwachung des Dosiergerätes übernehmen, so wird zwar über die Zwischenstation die Bergeleistung der Ladewagenkette ebenfalls erhöht, pro AK ist dagegen bei Einsatz nur eines Ladewagens eine schlechtere Verfahrenleistung zu verzeichnen. Es ist daher zu empfehlen, daß so viele Ladewagen eingesetzt werden, wie zur ständigen Auslastung des Dosier- und Fördergerätes notwendig sind. Bei den Betrieben, die nur einen Ladewagen besitzen, würde dies bedeuten, daß sie die Halmfutterernte im überbetrieblichen Maschineneinsatz durchführen müssen. Für alle Beteiligten wäre dann die höchste Leistung pro AK und Maschinenkapital gegeben. Da die Leistung der Einlagerungsgeräte sehr stark von der Antriebskraft abhängt und die Gesamtverfahrensleistung wesentlich mitbestimmt, ist in diesen Fällen der Schlepperantrieb dem E-Motor vorzuziehen. Durch die Arbeitserleichterung und die mögliche Leistungssteigerung erscheinen die nicht geringen Investitionskosten für die Dosiergeräte in vielen Fällen gerechtfertigt. In der Ladewagenkette kann so mit einem vertretbaren Aufwand ein in zahlreichen Betrieben bestehender Engpaß beseitigt werden.

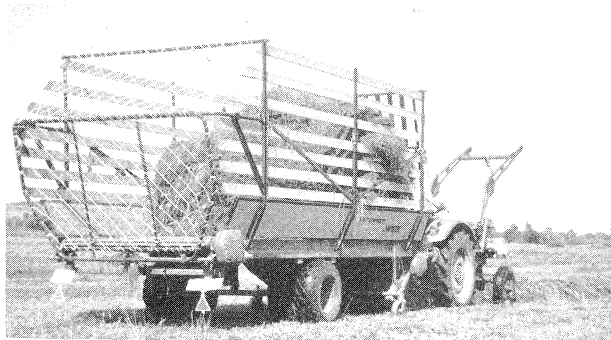


Dieses Dosiergerät bewegt sich kreisförmig auf das am Boden abgelegte Gut zu und nimmt es auf. Sehr gut hat sich am Ende des schräg gestellten Kratzbodens der Rückhalterechen mit langen Zinken bewährt.

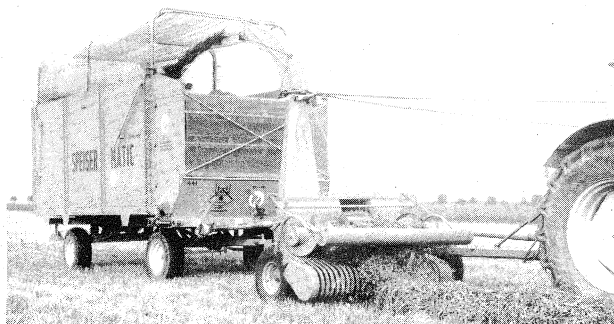
Große Anstrengungen wurden und werden unternommen, um bei der Futterernte ebenso schlagkräftige Verfahren einzuführen, wie wir sie heute z. B. bei der Getreide- oder Hackfruchternte haben. Leider, so muß man feststellen, gibt es für die Futterernte keine so eleganten Maschinen oder Verfahren, wie wir es vom Mähdrescher kennen. Bei der Futterernte muß man, mehr als bei anderen Verfahren, die gesamte Kette stets vor Augen haben. Sie beginnt draußen auf dem Feld mit dem Mähen und endet eigentlich erst bei der Verfütterung im Stall.

DR. M. SCHURIG, ING. AGR. R. MAYR

# Leistungsfähige Arbeitsverfahren für die Futterernte



1



2

Alle Arbeitsglieder müssen sinnvoll ineinanderfassen, um den gewünschten Erfolg, hohe Schlagkraft, geringer Arbeitsaufwand, geringe Nährstoffverluste, zu erreichen. Hinzu kommt noch ein erhebliches Wetterrisiko, mit dem die Futterernte belastet ist. Auf der anderen Seite muß man aber feststellen, daß dem Landwirt heute eine Reihe vorzüglicher Maschinen und Geräte angeboten wird, die er ganz seinen Vorstellungen und Anforderungen entsprechend zu schlagkräftigen Arbeitskettens kombinieren kann.

## Mähen und Werben

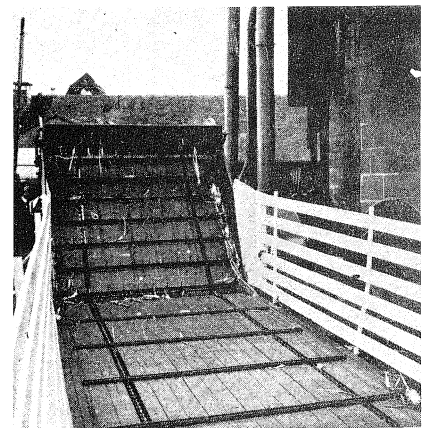
Die heute angebotenen Mähgeräte sind in den letzten Jahren sehr verbessert worden. Sowohl bei den Balkenmähwerken als auch bei den Rotormähern gibt es leistungsfähige Geräte, die durch geringe Störanfälligkeit hohe Flächenleistungen, bis zu einem ha/h und mehr, erreichen. Beim Balkenmähwerk setzt sich das Siebenfußgerät mehr und mehr durch. Hier gibt es Mähwerke, die bei geringem Kraftbedarf störungsfrei arbeiten und hohe Flächenleistungen erbringen.

Rotormähwerke, wegen ihrer Störuneempfindlichkeit gerühmt, haben sich einen festen Marktanteil erobert. Bei doppelt so hohem Anschaffungspreis und doppelt so hohem Leistungsbedarf wie gute Balkenmähwerke erreicht man mit ihnen etwa die gleiche Flächenleistung (1 ha/h).

Kreiselzettwender und Kreiselschwader finden durch ihre gute Arbeitsqualität und hohe Flächenleistung verbreitete Anwendung. Sie stellen augenblicklich die Hauptzahl der Geräte, die für Zetten, Wenden und Schwadenziehen benutzt werden.

## Laden, Transportieren, Einlagern

Schon beim Mähen des Grünsgutes kann der Landwirt darauf Einfluß nehmen, mit welcher Arbeitsgüte und Arbeitsleistung er später das dann in Schwaden gezogene Gut mit dem Ladewagen oder Feldhäcks-



3

1 Ladewagen haben in Verbindung mit geringen Antriebs-PS hohe Ladeleistungen. Die Verwendung großräumiger Wagen (27 m<sup>3</sup>) ergibt eine hohe Transportleistung

2 Exakt schneidende Feldhäcksler schaffen in Verbindung mit starken Schleppern (80 PS) schon auf dem Feld rieselfähiges, exakt geschnittenes Siliergut. In Verbindung mit Selbstladewagen sind hohe Bergeleistungen möglich

(5 Bilder vom Verfasser,  
1 Werkbild Fendt)

ler aufnimmt. Die Wiese oder das Feld sollen so angemäht werden, daß, ohne zu viele unnötige Bewegungen des Gutes, ladegerechte Schwaden gezogen werden können. Sie müssen vor allen Dingen so gelegt sein, daß ohne große Wendemanöver gearbeitet werden kann. Ferner sollen die Schwaden in ihrer Stärke auf die Aufnahme-fähigkeit des Häckslers oder des Ladewagens abgestimmt sein. Zu starke Schwaden führen zu Verstopfungen der Einzugsorgane, zu dünne Schwaden bringen geringere Ladeleistungen. Je gleichmäßiger der Schwad, desto besser die Leistung des Ladegerätes. Fremdkörper, wie Steine und Erde, die durch Werbegeräte in den Schwad gewickelt werden, stellen für den Feld- oder Standhäcksler erhebliche Störquellen dar. Des weiteren beeinflussen Erdteile im Futter den späteren Gärungsablauf ungünstig.

#### Feldhäcksler oder Ladewagen?

Mit der Wahl des Ladegerätes nimmt der Landwirt Einfluß darauf, ob gehäckseltes oder ungehäckseltes Gut geborgen werden soll. Es stellt sich die Alternative, Feldhäcksler oder Ladewagen? Der Feldhäcksler liefert schon während des Ladevorganges exakt geschnittenes Gut, das später als sogenanntes Riesegelut weiter befördert wird. Es eröffnen sich hiermit die Einsatzmöglichkeiten aller Nachfolgeräte, die für ihre einwandfreie Funktion Häckselgut zur Voraussetzung haben. Der Ladewagen, der langes bzw. vorgeschnittenes Gut lädt und transportiert, kann sich erst später, und zwar auf dem Hof in Verbindung mit einem Dosiergerät und Standhäcksler, die Möglichkeit, in die Häckselgutkette überzugehen, schaffen. Die Verwendung von Ladewagen in Verbindung mit Standhäckslern bringt im allgemeinen keine Kraftersparnis. Nur ohne den Übergang in die Häckselgutlinie wird dieser Effekt erzielt, d. h., der Landwirt hat sich dann für die Langgutlinie entschlos-

sen, in diesem Zusammenhang sei an den Greifer als ideales Ein- und Auslagerungsgerät für Langgut erinnert.

Mit leistungsfähigen Arbeitsverfahren sowohl der Ladewagen als auch Feldhäckslerkette lassen sich heute beachtliche Bergeleistungen sowohl im Einmannverfahren oder mit mehreren Arbeitskräften erreichen. An vier Beispielen sei das gezeigt. Für alle/gelten folgende Voraussetzungen: 1000 m Feldentfernung; Ertrag 12 t/ha (33% TM); praktische Häcksellänge 3 bis 4 cm; Silohöhe 12 m.

1. Mit zwei Ladewagen, von 45-PS-Schleppern gezogen, lassen sich mit Greifereinlagerung (Langgut) etwa 10 t/h bergen. Soll dieses Ladewagen Gut zu Hause gehäcksel werden, so benutzt man am besten vor dem Standhäcksler noch einen Dosiertisch; etwa 12 t/h Bergeleistung läßt sich dann erreichen, wobei angenommen wird, daß 25 kW für das Dosiergerät mit Standhäcksler zur Verfügung stehen.

2. Der Einsatz eines Feldhäckslers mit einem 80-PS-Schlepper und drei Automatikwagen, die in ein Silobefüllgebläse entleeren, ist die Alternative zum Ladewagen. Mit diesem Verfahren, das auch drei Arbeitskräfte benötigt, lassen sich ebenfalls etwa 12 t/h einlagern.

3. Im Einmannverfahren beim Ladewageneinsatz, mit einem 45-PS-Schlepper, kann man etwa eine Bergeleistung von 4,5 t/h erreichen. Das gilt sowohl für die Einlagerung in den Behälter mit Dosiertisch und Gebläse als auch mit Greiferbeschikung.

4. Beim Häckslerladewageneinsatz im Einmannverfahren kann mit einer Bergeleistung von 6 t/h gerechnet werden.

Ob nun der Feldhäcksler als Feldmaschine eingesetzt wird, muß der Landwirt für seinen Betrieb selbst entscheiden. Nur soviel sei gesagt, wird noch Silomais geerntet, fällt die Entscheidung sicher zugunsten des Feldhäckslers. Steht ein starker Schlepper nicht zur Verfügung und

wird auch sonst nicht benötigt, kommt wahrscheinlich der Ladewagen in Frage.

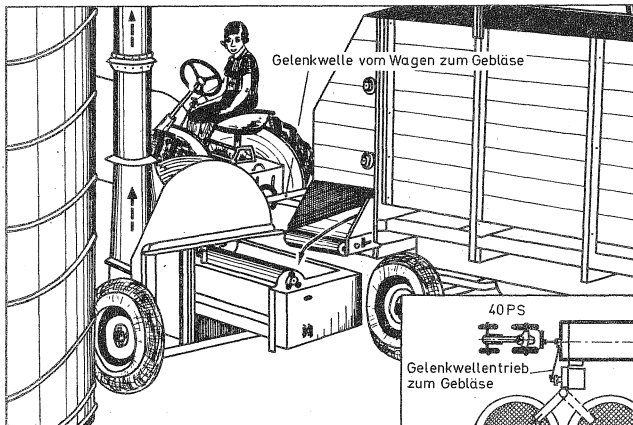
#### Die Selbstfahrer

Es sei auch auf die Verwendung selbstfahrender Feldhäcksler oder selbstfahrender Ladewagen hingewiesen. Fürs erste kann gesagt werden, daß sie aufgrund ihrer hohen Ladeleistung (etwa 60 t/h) vornehmlich für Lohnunternehmen oder größere Betriebe in Frage kommen, die hohe Bergeleistungen benötigen. Beim selbstfahrenden Ladewagen bildet das Ladegerät, der Wagen und das Antriebsaggregat eine Einheit. Durch Transport und Abladezeit auf dem Hof ist die Bergeleistung eines selbstfahrenden Ladewagens nicht wesentlich höher als beim Arbeitsverfahren Ladewagen und Schlepper. Erst bei größeren Entfernungen zwischen Feld- und Abladeort macht sich die höhere Transportgeschwindigkeit des selbstfahrenden Ladewagens positiv bemerkbar.

**Zur Befüllung von Flachsilos ist zu sagen,** daß der Walzschlepper der begrenzende Faktor ist. Man kann für die beiden erstgenannten Verfahren mit einer Bergeleistung von 10 bis 15 t/h rechnen. Einmannverfahren mit dem Fahrsilo sind nicht möglich. Für die beschriebenen Verfahren 3 und 4 käme eine zweite Arbeitsperson mit einem Walzschlepper hinzu. Die jeweilige Bergeleistung liegt dann etwa bei 7 t/h.

#### Die Antriebsleistung muß stimmen

Der Schlüssel für die Leistungsfähigkeit aller Verfahren liegt bei der Bereitstellung entsprechender Antriebsleistungen. Das gilt sowohl für den Feldhäcksler als auch für Standhäcksler oder Befüllgebläse. Von der technischen Seite sind die Voraussetzungen geschaffen, um einwandfrei funktionierende Verfahren dem Landwirt anzubieten. Die richtige Auswahl und Kombination der einzelnen Maschinen muß jeder Landwirt selbst treffen. □



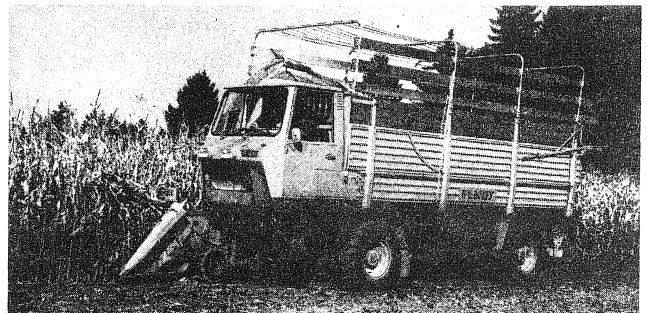
4

3 Ladewagen Gut wird zweckmäßigerweise mit Dosiergeräten dem Standhäcksler oder Gebläse zugeführt. Handarbeit ist nicht notwendig, aber eine Aufsichtsperson

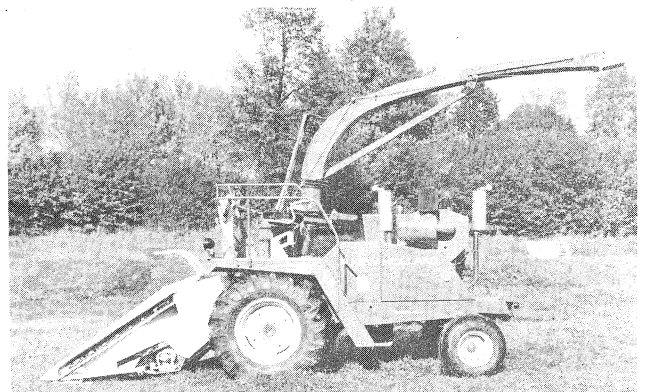
4 Selbstentladewagen mit Schlepperdurchtrieb zum Gebläse

5 Selbstfahrende Ladewagen beschleunigen vor allem den Transport vom Feld zum Hof. Über die Wirtschaftlichkeit ihres Einsatzes müssen noch getrennte Berechnungen angestellt werden

6 Selbstfahrende Feldhäcksler für Gras oder Mais sind seit Jahren bekannte, kompakte, sehr leistungsfähige Lademaschinen für die Futterernte. Ein wirtschaftlicher Einsatz bleibt Lohnunternehmen oder größeren Betrieben vorbehalten



5



6

# Neuere Entwicklungen beim Hochdruckballen-Transport

Von Karl-Hans Kromer, Weihenstephan

Betrachtet man die seit 1964 sowohl in den USA als auch in Deutschland sinkenden Verkaufszahlen der Pickup-Pressen (Abbildung 1), erhebt sich die Frage, ob die Vorzüge des Stückgutes Ballen der Ballenpresse-Arbeitskette auch in Zukunft einen sicheren Platz in der Halmfruchternte gewährleisten. Zweifellos waren es gerade

- ▶ die hohe, störungsfreie Flächenleistung der Ballenpresse,
- ▶ die gute Raumnutzung infolge hoher Raumgewichte (bis 1,8 dz/cbm),
- ▶ arbeitswirtschaftliche Vorteile (Kalkulation gut möglich) und
- ▶ die geeignete Verkaufsform mit möglicher Zwischenlagerung,

die zur Verbreitung der Ballenlinie geführt haben. Betrachtet man nun die künftigen Voraussetzungen des Pickup-Presseneinsatzes, so werden diese zweckmäßigerweise in das zu pressende Material (Preßgutarten) und die Konkurrenzverfahren unterteilt.

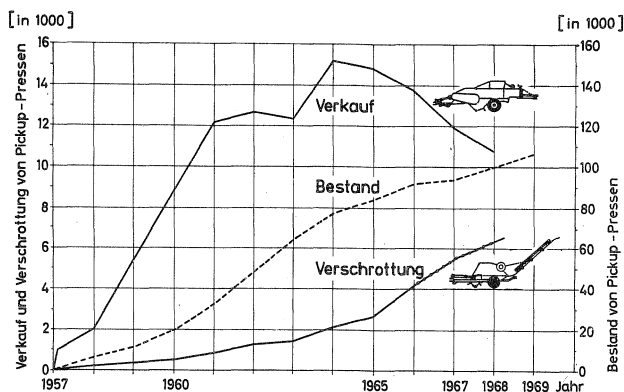


Abb. 1: Verkauf, Verschrottung und Bestand von Pickup-Pressen in der Bundesrepublik Deutschland (Quelle: Claas-Lehrbriefe)

## Preßgutarten

Wenngleich derzeit noch 80 Prozent des Hochdruckpresseneinsatzes bei der Strohbergung erfolgen, so verschiebt sich dies in Zukunft sicherlich mehr zu einem verstärkten Pressen von Heu. In Großbetrieben ist das Verhältnis von Heu zu Stroh bereits ausgeglichen. Aufwendig bleibt vorerst noch die Bergung von Heu mit einem Feuchtegehalt von über 20 Prozent (Nachrocknung) und es wird auch in diesem Zusammenhang interessant sein, wie sich neuere Verfahren der verkürzten Heuwerbung einführen (z. B. Mähquetschen, chem. Vorwelken, Abflammen). Nachteilig macht sich bei Heu auch der für die Strohaufnahme konzipierte große Pickup-Durchmesser bemerkbar.

Mit der Forderung nach einer stärkeren Maschinenausnutzung in der Ballenlinie führte sich in den letzten Jahren die Ballensilage ein. Grundsätzlich lassen sich für die Ballensilage dieselben Maschinenkombinationen verwenden wie für die Stroh- und Heuwerbung, wobei die Presse allgemein auf die kürzeste Ballenlänge (50–60 cm) einzustellen ist, um mit dem Ballengewicht unter 25 kp zu bleiben (Handhabung!). Die Formqualität der Ballen

nimmt mit dem TM-Gehalt infolge der geringeren Elastizität des Gutes und der Fadenlosen ab. Beim Silieren von wenigstens auf 40 bis 60 Prozent Trockenmasse vorgewelktem Gut lassen sich im landwirtschaftlichen Betrieb Leistungen von 2 t je Stunde und Lagerdichten von 12 dz TM/m<sup>3</sup> erreichen. Alles in allem ist die Ballen-Silierung jedoch nur unter speziellen Voraussetzungen ein sinnvolles Verfahren der Silagebereitung und berechtigt nicht zu Maschineninvestitionen.

## Konkurrenzverfahren

Die Konkurrenzverfahren zur Ballenlinie lassen sich nicht ohne Berücksichtigung der Tendenzen bei den Grundgrößen des Ballens wie Raumgewicht, Ballengröße und Ballenform beurteilen, ebenso haben Verfahrensverbesserungen einen entscheidenden Einfluß. Mit diesen Verbesserungen befaßt sich der vorliegende Beitrag. Als Beurteilungskriterien werden deshalb die Bergeleistung, die Arbeits- und z. T. die Kapitalproduktivität herangezogen.

## Fließverfahren

Über die verschiedenen Mechanisierungslösungen war bereits in der Landtechnik, Heft 8/1968, berichtet worden, und es sind die dort gemachten Angaben auch heute noch gültig<sup>5)</sup>. Diese Betrachtungen waren von der Voraussetzung ausgegangen, daß die Auslagerung meist von Hand in einem Arbeitstal erfolgt und somit erstreckte sich der Verfahrenvergleich nur bis zur Einlagerung. Dabei waren vor allem Fließverfahren berücksichtigt worden. Abbildung 2 zeigt nochmals zusammengefaßt die derzeitige Situation.

Danach senkt die angebaute Ballenschleuder bei losem Ballentransport auf dem Wagen (ca. 70 Prozent Raumnutzung) die Pressenleistung nur um maximal 15 Prozent und es werden bis zu Feldentfernungen von 2 km ausreichende Transportleistungen erzielt. Dies gilt besonders dann, wenn das Wagen-Volumen (über 20 m<sup>3</sup>) und die Ballendichte dem losen Ballentransport angepaßt wurden.

Offensichtlich entstehen auch Vorteile beim Abladen, falls ein Wagen mit Kratzboden verwendet werden kann (Einsparung von 1 AK). Einen ähnlichen, etwas geringeren Vorteil bringen auch ausreichend große, seitliche Tore der Wagenaufbauten. Die Einlagerungs-Transport-

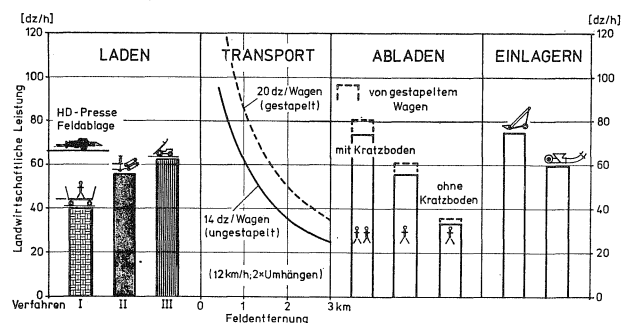


Abb. 2: Landwirtschaftliche Leistung ausgewählter landtechnischer Lösungen für das Feldpressen und Laden, den Transport, das Abladen vom Wagen und das Einlagern (nach (5))

geräte sind derzeit zweifellos nicht der Verfahrensgangpaß der Ballenarbeitskette. Gleiches gilt auch für den Schlepperleistungsbedarf, da bei landwirtschaftlichen Leistungen von 10 t/h die erforderliche Schleppermotorleistung für Hochdruckpressen (weniger als 50 PS beträgt<sup>9)</sup>).

**Geteilte Verfahren**

Die Senkung der Pressen-Feldleistung durch gleichzeitiges Laden ist aus Abbildung 2 ersichtlich und wurde mehrfach ermittelt<sup>1), 4), 5)</sup>, sie beträgt im ungünstigsten Fall bis zu 50 Prozent. Zieht man auch eine gewisse Anfälligkeit der Arbeitskette z. B. durch Knüpfertfehler in Betracht, ist es sinnvoll, einen Vergleich auch für geteilte Ballenbergeverfahren anzustellen.

Im wesentlichen werden die folgenden Verfahren praktiziert:

**Umhängeverfahren**

- a) Ballenlader am Schlepper oder Wagen, allg. nur Zweiachsler (z. B. Buschhoff, Welger-Gabel)
- b) Frontlader-Krallengabel und allg. zweiachsige Transportwagen (z. B. Farmhand und Trojanworks)

**Einwagenverfahren**

- c) Ballenlader am Sch.epper (z. B. Welger-Gabel, Boegballe)
- d) Ballenlader am Wagen (z. B. New-Holland-Ballenladewagen)
- e) selbstfahrende Ballenladewagen (z. B. New Holland, Freeman)

Hierbei kann der Ballentransport lose oder gestapelt erfolgen, wobei bislang die Lösungen b), d) und e) stets nur als Stapeltransport bekanntgeworden sind. Abbildung 2 macht die möglichen Vorzüge und die erzielbaren Leistungen eines Einwagen-Verfahrens mit einem Schlepperballenwerfer und losem Ballentransport auf ausreichend großvolumigen Wagen mit Kratzboden sichtbar. Bis auf die Verfahrenslösungen d) und e) sind die Leistungswerte der o. g. absätzigen Verfahren aus der deutschen Literatur bekannt (1, 4, 5, 6, 7).

**New-Holland-System**

Mit dankenswerter Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten war es 1970 der Landtechnik Weihenstephan möglich, einen Ballenladewagen des New-Holland-Ballentransportsystems einzuführen und zu erproben (Abbildung 3). Angeboten werden die Wagen mit einer Ladekapazität von 56 bis 118 Ballen (36 x 46 x 100 cm) und einer Tragfähigkeit bis zu 4 t (10). Amerikanische Untersuchungen mit Heu ergaben immerhin eine mögliche Senkung der Kosten je t geborgenem Heu um 50 Prozent gegenüber konventionellen Verfahren (9). Dabei war jedoch von amerikanischen Verhältnissen mit Ballen als Verkaufsware oder Felddiemen ausgegangen. In diesen Fällen hörte die Mechanisierung des Ballentransportes nicht mit der Einlagerung auf, sondern war bis zur Futtervorlage möglich. Immerhin galt es aber zu überprüfen, inwieweit ein derartiges Gerät unter deutschen Verhältnissen tauglich und verfahrenstechnisch vertretbar ist.

Bei dem untersuchten Wagen handelte es sich um das Einachser Universalmodell NH 1010<sup>1)</sup>, mit dem der gestapelte Wagen sowohl als Stapel abgesetzt wie auch über Einzelballenablage entladen werden konnte. Außer-

<sup>1)</sup> Tragfähigkeit 2,2 t, ca. 800 kp Eigengewicht, 7,4 m lang; erf. PS-Bedarf über 45 PS, Antriebsdrehzahl 540 Upm; Ladekapazität: 42 HD-Ballen 40 x 46 x 90 x 100 cm oder 56 HD Ballen 36 x 46 x 90 x 100 cm; Ballengewicht über 16 bis 40 kp

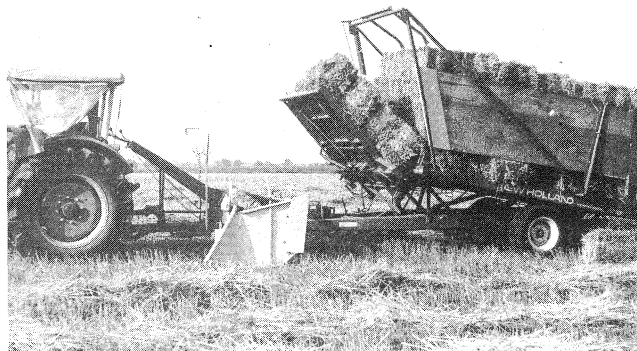


Abb. 3: Gezogener Ballenladewagen der Fa. New Holland (Modell 1010<sup>1)</sup> beim Einsatz in Stroh (sichtbar ist das Stapeln der jeweils 8 Ballen auf die Transportplattform)



Abb. 4: Gedrehte Ablage der Hochdruckballen für die Aufnahme durch einen Ballenladewagen System New Holland

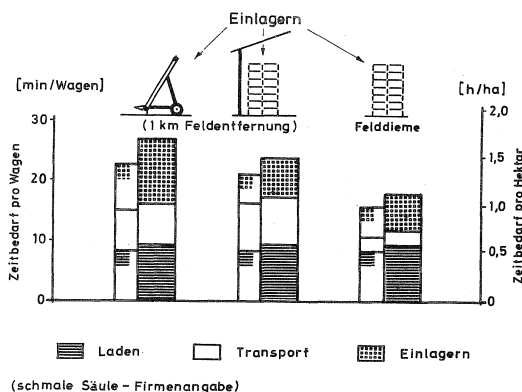


Abb. 5: Zeitbedarf für das Laden, den Transport und das Einlagern von Hochdruckballen mit dem Ballenladewagen der Fa. New Holland (Modell 1010) bei 3 Einlagerungsvarianten (siehe auch Abb. 8)



Abb. 6: Abgesetzte Ballenstapel (ca. 2 m breit und 3,5 m hoch) des Ballenladewagens in einer Felddiemen

dem ist es mit einer Sondereinrichtung möglich, aus der Dieme einen Wagenstapel wieder aufzunehmen.

Der Versuchseinsatz erfolgte in Stroh (Weizen-, Roggen-, Gerstenstroh), Heu (3. Schnitt) und Anwelkgut. Die gesichertsten Ergebnisse liegen für Stroh vor. Für die Ballenaufnahme durch den Ladewagen müssen die Ballen bei der Ablage von der Presse um 90° gedreht werden, also auf der Schnittfläche liegen (Abbildung 4).

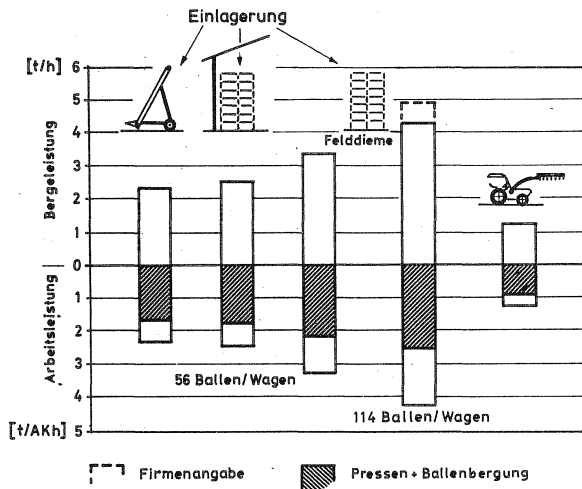


Abb. 7: Berge- und Arbeitsleistung des New Holland-Ballenladewagens (56 und 114 Ballen/Wagen und 3 Einlagerungsvarianten) und der Frontlader-Krallengabel

Dies hat den Vorteil der größeren Reibung zwischen Ballen und Boden sowie der größeren Rauigkeit gegenüber der Aufnahmekette. Darin ist auch die wesentlich sicherere Ballenaufnahme gegenüber der seinerzeitigen Lösung der Firma Eberhart zu suchen. Problemlos werden 6 Ballen pro Minute geladen, bei größerem Ballenabstand erfolgt eine sichere Aufnahme bis zu einer Fahrgeschwindigkeit von ca. 15 km/h. Die vermeidbare Verlustzeit betrug für den Ladevorgang weniger als 10 Prozent. Beim Laden von Hochdruckballen mit einem Querschnitt von 36 x 46 cm werden diese paarweise auf eine Stapelfläche gekippt, diese wiederum stapelt jeweils 8 Ballen

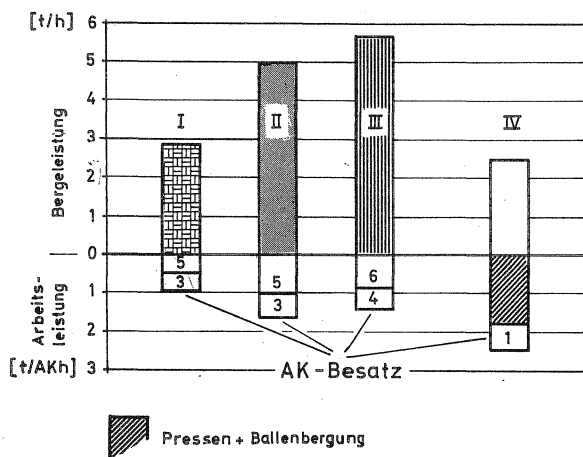


Abb. 8: Berge- und Arbeitsleistung der ausgewählten Arbeitsverfahren I bis IV (geringerer AK-Besatz bei I bis III für lose Einlagerung im Fach; siehe auch Fußnote 2)

2) ebenes, leicht hügeliges Gelände; guter Wegezustand; Felddentfernung 1 km; Transportgeschwindigkeit 8 km/h (einschließlich Rangieren) Weizenstroh 40 dz/ha, 85 Prozent TM; Schwadlänge 200 m, Schwadgewicht 1,6 kp/lfd. m; Ballengröße 36 x 48 x 75-80 cm, Raumgewicht 0,95 dz/cbm (für I bis III)

auf die Transportfläche. Die Ballenlänge soll (80—) 100 cm betragen, um eine bestmögliche Ausladung zu erzielen, außerdem ist die Steuerung des Lademechanismus auf diese Länge abgestimmt. Zum sicheren Auslösen desselben muß das Ballengewicht mindestens 16 kp betragen. Im übrigen wäre immerhin ein Ballengewicht von 39 kp zur vollen Ausladung des Wagens erforderlich, was für eine hohe Transportleistung erwünscht ist. Falls „handliche“ Ballen verlangt werden, kann der Wagen also nicht ausgeladen werden.

Beim Arbeiten am Hang liegt die Einsatzgrenze bei ca. 10 Prozent Neigung in Fahrtrichtung und senkrecht dazu. Zweifelsohne kann hangwärts auch bei größeren Steigungen geladen werden, jedoch nur mit einem höheren Anteil an Lehrfahrten.

In Abbildung 5 sind die Teilzeiten für den Strohttransport (Weizenstroh 40 dz/ha, Ballen 36 x 46 x 100 cm, durchschnittlich 18,5 kp) aufgetragen und zwar mit je 2 Transport- und Abladevarianten. Nicht einbezogen wurde beim Einlagern das lose Abkippen des Wagens, welches 3 Minuten/Wagen beträgt.

Wie bereits eingangs erwähnt, sind die Vorzüge des Systems beim Stapeln am Feltrand (Felddiemen) am deutlichsten. Es wird dann eine Leistung von ca. 1 ha/h erzielt. Das Stapeln in der Feldscheune (Abbildung 6) bringt bei gleicher Felddentfernung infolge des Rangierens nur geringe Vorteile gegenüber der Einzelballenabladung. Die erforderliche Höhe muß mindestens 4,5 m betragen,

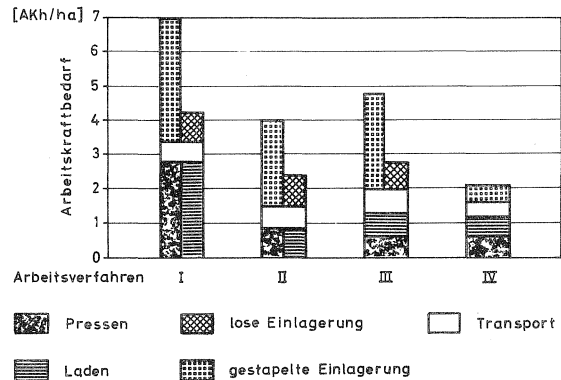


Abb. 9: Arbeitszeitbedarf der Verfahrensglieder und der ausgewählten Arbeitsverfahren I bis IV

und ein Stapeln nebeneinander ist wegen der ausladenden Aufbauten nur in einem Abstand von 50 bis 100 cm möglich.

Während die größeren Modelle des New-Holland-Systems den Wagen mit einem Hydraulik-Stempel gegen den Strohtstapel herauschieben, wird der Typ 1010 unter dem Stapel herausgezogen, was nur mit Hilfsausrüstungen und Geschicklichkeit sicher möglich ist. Alles in allem kann das System jedoch trotz großen Hydraulikaufwandes als sehr funktionssicher bezeichnet werden.

### Verfahrensvergleich

Eine Beurteilung des absetzigen Ballenbergeverfahrens mit dem New-Holland-Ballenladewagen ist jedoch erst im Vergleich mit anderen, konventionellen Verfahren möglich. Daher wurde unter Verwendung der aus der Literatur bekannten Leistungsdaten (4 bis 7) der folgende Verfahrensvergleich angestellt:

- Pickup-Presse mit Laderutsche, 2-Plattenformwagen mit Kratzboden, Höhenförderer (Verfahren I)



- ▶ Pickup-Pressen mit Ballenschleuder, 3 Wagen mit Kratzboden und Aufbauten, Höhenförderer (Verfahren II)
- ▶ Pickup-Pressen mit Ablagerutsche, Schlepperballenwerfer, 3 Wagen mit Kratzboden und Aufbauten, Höhenförderer (Verfahren III)
- ▶ Pickup-Pressen mit Ablagerutsche und Ballenladewagen, eventuell Höhenförderer (Verfahren IV).

Gemäß Abbildung 7 betragen die erzielbaren Bergeleistungen mit dem Ballenladewagen der Firma New Holland bei 1 km Feldentfernung 2 bis 2,5 t/h, und da es sich um 1 AK-Verfahren handelt, beträgt die Arbeitsleistung dementsprechend 2 bis 2,5 t/AKh. Falls Pressen und Laden durch 1 AK nacheinander erfolgen, sinkt dieser Wert unter 2 t/AKh.

Dazu in Vergleich wurde das größte Modell des New-Holland-Systems gesetzt und es können dann beim Feldstapeln bis zu 5 t/h geborgen werden.

Wenn sich hingegen die Frontlader-Krallengabel als Mechanisierungslösung nur zögernd einführt, so liegt das sicherlich unter anderem an der sehr geringen Bergeleistung.

### Berge- und Arbeitsleistung

Die Bergeleistung der für den Verfahrensvergleich herangezogenen Mechanisierungslösung ist in Abbildung 8 dargestellt. Hierbei liegen den Verfahren I bis III die Werte der Abbildung 2 zugrunde. In Vergleich dazu wurde der Ballenladewagen NH 1010 mit Stapel einlagerung in der Scheune gesetzt. Unter der Abszisse ist der AK-Besatz als Parameter eingetragen, wobei für die Verfahren I bis III bei loser Einlagerung im Fach stets 2 AK weniger benötigt werden.

Vergleichend wird festgestellt, daß die Pickup-Pressen mit Ballenschleuder und der Schlepper-Ballenwerfer mit rund 5 t/h die größten Bergeleistungen erzielen, der Ballenladewagen mit 2,5 t/h hingegen nur die Hälfte. Somit ist die Bergeleistung sicherlich kein Argument für den Ballenladewagen. Anders sieht es aber bei der Arbeitsleistung aus. Von den konventionellen Verfahren scheidet hierbei II am besten ab und unter Berücksichtigung der nur wenig geringeren Bergeleistung gegenüber Verfahren III wird die weite Verbreitung dieser Lösung verständlich. Die etwa gleiche Arbeitsleistung wird jedoch auch vom Ballenladewagen beim Pressen und Laden mit nur einer Arbeitskraft erzielt, bei der Ballenbergeleistung sind es 2,5 t/AKh. Die Vorteile des Ballenladewagens liegen somit in der Arbeitswirtschaft.

Die Darstellung des AKh-Bedarfes/ha (Abbildung 9) erbringt das gleiche Ergebnis. Es wird jedoch deutlich, daß bei den konventionellen Verfahren, aus arbeitswirtschaftlichen Gründen, in jedem Falle anzustreben ist, auf das Stapeln im Fach zu verzichten. Erst dann hat bei ausreichend verfügbaren Arbeitskräften die Pickup-Pressen mit angebauter Ballenschleuder einen gleichen AKh-Bedarf/ha wie der Ballenladewagen (der geringste Wert ist derzeit mit dem New-Holland-Ballenladewagen 1044 mit nur 1,1 AKh/ha möglich).

### Betriebskosten

Ein Vergleich der Betriebskosten kann infolge der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit der Verfahren und der damit allgemein unterschiedlichen Einsatzstunden pro Jahr immer nur mit Vorbehalt angestellt werden. Sicherlich sind die durchschnittlich zugrundegelegten Abnutzungszeiten von 10 bis 12 Jahren für Maschinen und Geräte bei der derzeitigen raschen Mechanisierungsänderung oft zu hoch.

Legt man jedoch z. B. eine Einsatzfläche von 83 ha je Jahr zugrunde, so ergeben sich für das Verfahren I (nur 2 Wagen) ca. 60,— DM/ha und für Verfahren II bis IV ca. 73,— DM (3). Demnach liegen die Kostenvorteile der Verfahren II und IV nur bei den geringeren AK-Kosten.

Nachdem die Preisvorstellungen der Firma New Holland für den Vertrieb eines Ballen-Ladewagens in Deutschland bei 15 000 DM liegen, muß bei vorhandenem Wagenpark und Schleppern für die Mechanisierungslösung Ballenladewagen 8 000 bis 10 000 DM mehr investiert werden. Sind hingegen die Wagen mit Kratzboden für II und III nicht vorhanden, sind die Anschaffungskosten für die Verfahren I und IV etwa gleich hoch und für IV gegenüber II und III um 8 000,— DM niedriger.

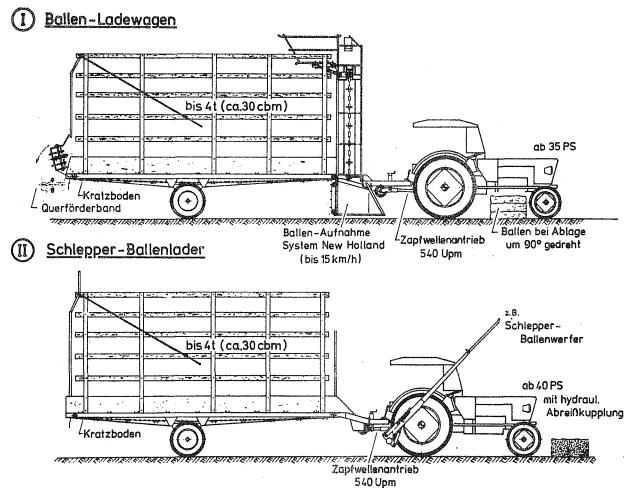


Abb. 10: Einwagen-Verfahren der losen Ballen-Bergerung (2 ausgewählte Lösungen)

Versucht man nun die Verfahrensvorteile eines Einwagenverfahrens mit denen des losen Ballentransportes zu verbinden, so müßten sich bei geringeren Anschaffungs- und Betriebskosten ähnliche oder höhere Berge- und Arbeitsleistungen wie bei Verfahren IV ergeben. Vorstellbar sind die beiden in Abbildung 10 skizzierten Lösungen, wobei der Schlepperballenwerfer des Verfahrens III mit einem großvolumigen Einachser mit Kratzboden am ehesten zu realisieren sein wird.

Abschließend kann gesagt werden, daß ein Ballenladewagen trotz hohen Anschaffungspreises infolge seiner arbeitswirtschaftlichen Vorteile eine echte Mechanisierungsalternative darstellt. Über den Einsatz des Ballenladewagens zur vollmechanisierten Ballenlinie wird noch zu berichten sein.

### Schrifttum

- 1) Agena, M.-U.: Bergung, Einlagerung und Vorlage von Heu. Landtechnik, Heft 22, Nov. 1968, S. 762—767
- 2) Gustafson, M. L.: A new bale handling system. Agricult. Eng. Jan. 1963, S. 14—16
- 3) Kadner, K.: Vor- und Nachteile einer Hochdruckballen-Bergerung und -Lagerung als Stapel oder ungestapelt. TU München, Institut für Landtechnik, Diplomarbeit 1970
- 4) Klöppel, R.: Sammeln und Laden von Preßballen. RKL-Schrift 4. 1. 4. 1. 2, 1966/68 S. 109—138 und S. 209—224
- 5) Kromer, K.-H., Wagner, M.: Verschiedene Möglichkeiten bei der Ballenlinie. Landtechnik Heft 8, April 1969, S. 236—240
- 6) KTBL: Kalkulationsunterlagen für Betriebswirtschaft Bd. 1 und 2. Neureuter Verlag, Wolftrathshausen 1969
- 7) KTBL: Taschenbuch für Arbeits- und Betriebswirtschaft. Hilstrup/Westf. 1969
- 8) Kühlborn, H.: Der Leistungsbedarf wichtiger Arbeitsmaschinen zur Halmfuttermittelgewinnung. Landtechn. Forschung 18 (1970) H. 6 S. 153—164
- 9) Stevens, D. M., Becker, C. F.: How mechanical stackers stack up. Agricult. Eng. Nov. 1965, S. 626—627
- 10) Firmenangaben und Firmenprospekte

Arno Strehler

## Die Grünfütterung und ihre Möglichkeiten für den Lohnunternehmer

### 1. Die Konservierung von Gras

Die Konservierung von Gras verläuft über verschiedene Verfahren. Am weitesten verbreitet ist die Heugewinnung. Wird das Heu bis zur Lagerfähigkeit von Sonne und Wind am Boden getrocknet, so fallen erhebliche Verluste an, die im Durchschnitt bei 40 Prozent liegen. Das Wetterrisiko ist hoch. Bis zu 3 Sonnentage sind beim ersten

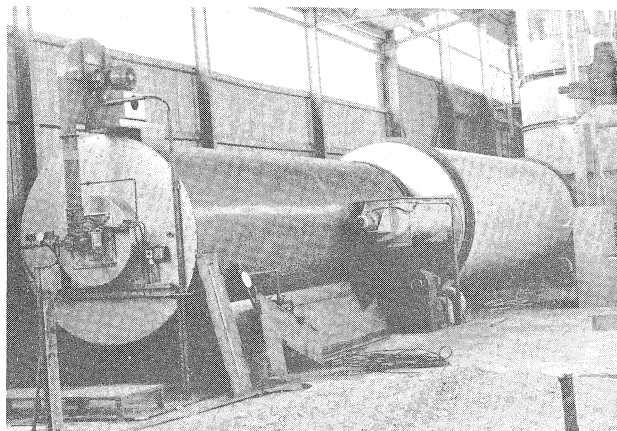


Abb. 1: Trocknungsanlage mit 8 Mio WE

Schnitt zur erfolgreichen Konservierung nötig. Durch Belüften des Heustockes mit Kalt- oder Warmluft lassen sich die Verluste senken. Das Wetterrisiko wird geringer, da schon bei höheren Feuchtegehalten eingefahren wird. In arbeitswirtschaftlicher Sicht befriedigen die genannten Verfahren nicht, soweit man vom Heuturm absieht.

Auch beim Silieren liegen die Verluste im allgemeinen zu hoch. Der Arbeitsaufwand einschließlich Fütterung entspricht noch nicht den Forderungen des Landwirts. Nur mit großem Kapitalaufwand sind arbeitswirtschaftliche Vereinfachungen zu erzielen. Die Geruchsbelästigung durch Silage stört während und nach der Stallarbeit.

Die für die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung notwendigen höheren Milchleistungen sind bei den genannten Konservierungsverfahren des Grundfutters nur über teure Kraftfutterzugaben möglich.

Die Heißlufttrocknung von Gras eröffnet die Möglichkeit, alleine aus dem Grundfutter Milchleistungen von 15 bis 20 kg pro Tag zu bekommen. Das gelingt jedoch nicht über Grünmehl, sondern über die Verpressung des getrockneten Häckselgutes, entweder durch Kollergang- oder durch Strangpressen. Beim Grünmehl entspricht die Rohfaserstruktur nicht dem Bedarf der Milchkuh.

Das Heißlufttrocknungsverfahren hat nur bei hochwertigem Grünfutter Sinn, es setzt also die Nutzung des optimalen Schnitzeitpunktes voraus.

Das Trockengut sollte über 460 StE/kg aufweisen, um die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zu sichern. Die Vorteile des gepreßten „Trockengrüns“ liegen in folgenden Punkten:

1. Hohe Milchleistung aus wirtschaftseigenem Futter;
2. Verbesserung der arbeitswirtschaftlichen Situation der Grünlandbetriebe (Ernte, Lagerung, Fütterung);
3. Erzeugung eines vermutlich künftig gut handelsfähigen Gutes (rieselfähige Preßlinge von hohem Futterwert);
4. Verbesserung der Milchqualität;
5. Förderung der Tiergesundheit.

Diese Vorteile steigern die Rentabilität der Milcherzeugung wirksam.

### 2. Aufbau der Trocknungsanlagen

Zur Graströcknung setzen sich in den letzten Jahren Trommeltrockner im Gleichstromverfahren durch. Der spezifische Wärmeaufwand liegt Dank der bei diesem System einsetzbaren hohen Trocknungslufteintrittstemperaturen von 700 bis 900 °C mit durchschnittlich 800 kcal/kg recht günstig. Ölbeheizte Öfen mit 3 bis 10 Mill. WE beheizen die Trocknungstrommeln direkt. Die Abbildung 1 zeigt eine Trocknungsanlage mit 8 Mill. WE.

Ein 4 m langer Ofen (Abb. 1) beheizt eine auf 4 Rollen laufende Trocknungstrommel. Die Einspeisung erfolgt bei dieser Anlage axial auf halber Trommelhöhe mittels Schnecke. Das in die Schnecke dosierende Band war zur Zeit der Aufnahme demontiert. Der im Hintergrund zu sehende, senkrecht aufgestellte Behälter ist der Hauptzyklon mit in den Boden versenkter Austragevorrichtung.

Das Trockengut gelangt aus der Zellenradschleuse unterhalb des Hauptzyklons entweder in eine Hammermühle (Grünmehlerzeugung) oder in Pressen.

Die Abbildung 2 zeigt die mantelförmige Matrize mit den Koller-Einbauten. Über den im Bild aufgeklappten Befülltrichter gelangt das zu pressende Gut aus der oben aufmontierten Schnecke zu den Preßrollen innerhalb der Matrize. Die Preßlinge (cops) verlassen die Matrize radial, werden vom im Bild aufgeklappten Deckel aufgefangen und nach unten abgeleitet. Der Antrieb erfolgt über 8 Keilriemen mittels Elektromotor.

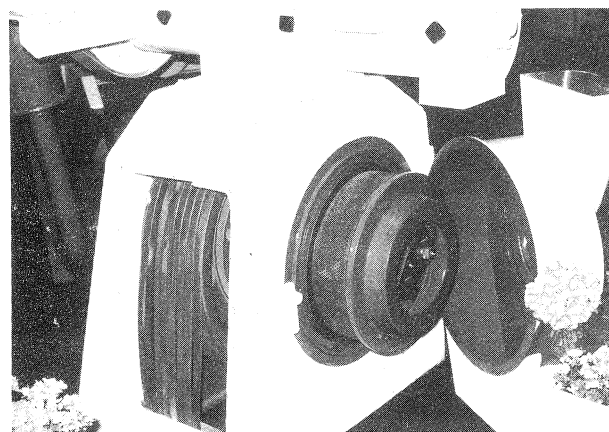


Abb. 2: Preßaggregat, bestehend aus mantelförmiger Matrize und Koller-einbauten

Die Preßlinge werden im Turm- oder noch besser im Bandkühler — von ca. 110 °C auf nahezu Außenlufttemperatur gebracht. Während Grünmehl generell abgesackt wird, können Preßlinge lose transportiert werden. Die Trocknersteuerung verläuft in Abhängigkeit von der Ablufttemperatur über die Einspeisungsmengen an Feuchtgut. Sehr wichtig für den Trocknungserfolg ist die gleichmäßige Einspeisung des Gutes in die Trocknungstrommel. Ein im allgemeinen nach einem Standhäcksler angeordnetes Dosiergerät übernimmt diese Arbeit. Auch vor dem Standhäcksler ist eine Dosiervorrichtung nötig, die neben einer gleichmäßigen Dosierung auch die Aufnahme größerer Feuchtgutmengen erlauben sollte, um eine gewisse Pufferung bei ungleichmäßiger Anlieferung von Grüngut zu gewährleisten. Bei den derzeitigen Gemeinschaftsanlagen werden viele kleine, oft recht unterschiedlich feuchte Einzelpartien angeliefert, wodurch zwangsläufig längere Wartezeiten bei der Annahme des Grüngutes ent-

stehen. Auch nachts soll die Anlage gerade im ersten Schnitt (Leistungsengpaß) möglichst lange laufen, was zu Organisationsschwierigkeiten bei der Anlieferung führt. Ändert sich der Anfangsfeuchtegehalt des Gutes auf die andere stark, so führt das bei der

Verbrauch u. Kosten an Heizöl je 1 dz Trockengut bei einem Feuchtegehalt  $U_2$  von 14% bei unterschiedlichen Anfangsfeuchtegehalten  $U_1$  u. verschiedenem spez. Wärmeverbrauch  $Q_{sp}$  (kcal/kg)

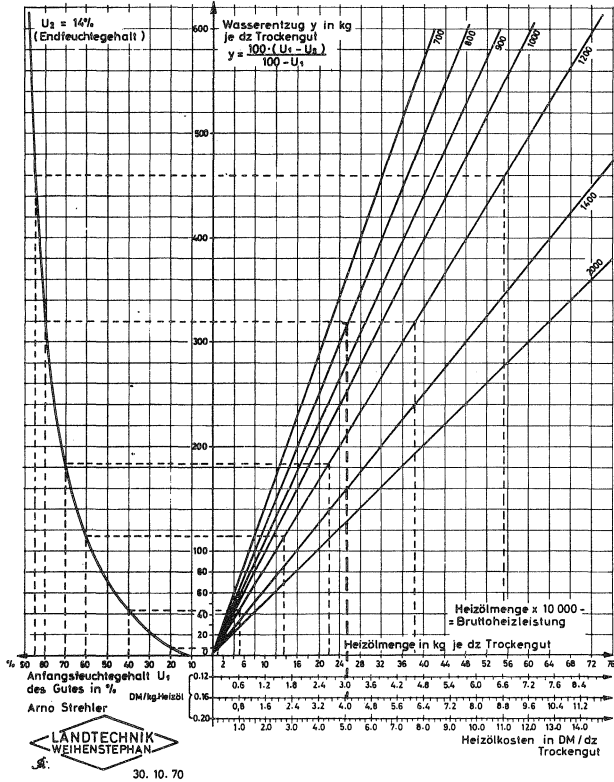


Abb. 3



Abb. 4: Leichtbauhalle in Rudratshofen

Trocknung dazu, daß beim Übergang das feuchtere Gut nicht ausreichend abgetrocknet werden kann, während das trockenere Ausgangsgut untertrocknet und zum Teil verbrannt wird. Diese Tatsachen fördern neben anderen Fakten den Wunsch nach überbetrieblicher Ernte und Anlieferung.

### 3. Trocknungskosten

Die Kosten der Grüngutttrocknung entscheiden über den Sinn dieses Konservierungsverfahrens. Die wesentlichen Kosten lassen sich folgendermaßen aufgliedern:

- 3.1 Energiekosten
- 3.2 Kapitalkosten
- 3.3 Arbeitskosten
- 3.4 Sonstige Kosten

3.1 Die Energiekosten unterteilen sich in Stromkosten (Motorenantrieb, Steuerung, Licht) und Heizstoffkosten. Die Kosten für den Heizstoff hängen in erster Linie von der Gutsfeuchte, dem spezifischen Wärmeverbrauch und dem Heizstoffpreis ab. Diese Zusammenhänge lassen sich der Abbildung 3 entnehmen.

Der Einfluß des Heizölpreises auf die Graströcknung ist bedeutend. Eine Preissteigerung des Heizöls von 0,12 DM auf 0,16 DM pro kg bewirkt eine Energiekostenerhöhung je dz Trockengut von 1,00 DM, wenn man von einem Anfangsfeuchtegehalt  $U_1 = 80$  Prozent und einem spezifischen Wärmeverbrauch von 800 kcal/kg Wasserverdampfung ausgeht. Auch der Anfangsfeuchtegehalt des

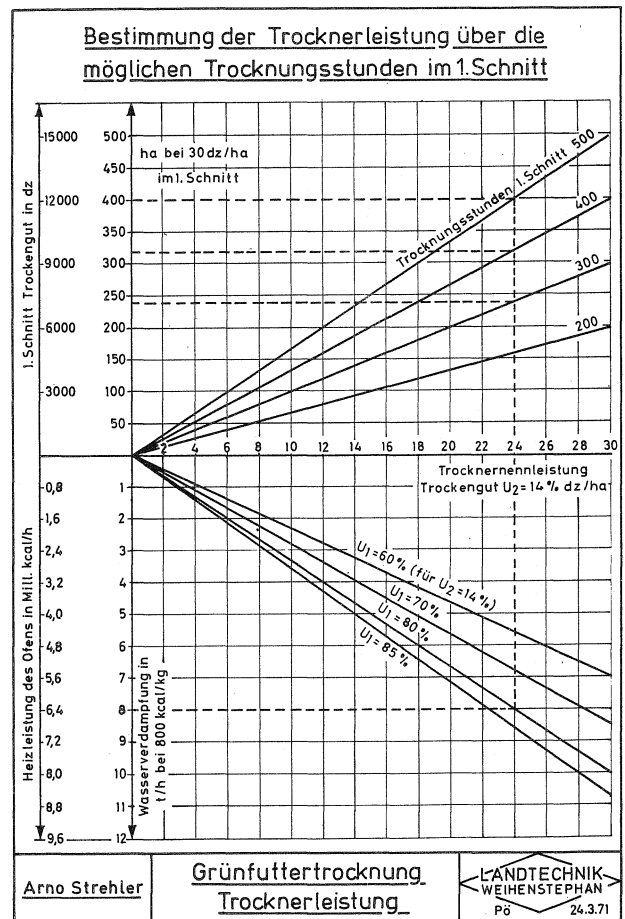


Abb. 5

Gutes geht ganz wesentlich in die Energiekostenhöhe ein. Gelingt es durch Anwelken des Gutes den Anfangsfeuchtegehalt von 85 auf 70 Prozent zu senken, so erreicht man mehr als eine Halbierung der Energiekosten.

Im Durchschnitt rechnen die Grastrocknungswerke mit einem Anfangsfeuchtegehalt des angelieferten Gutes von  $U_1 = 80$  Prozent. Damit liegen den Heizölkosten je nach Ölpreis zwischen 3,00 bis 5,00 DM/dz. Die Stromkosten erstrecken sich im Durchschnitt auf 0,90 DM/dz Trockengut.

### 3.2 Kapitalkosten

Die Kapitalkosten untergliedern sich in Abschreibung und Zinsanspruch. Diese Kapitalkosten liegen bei einer Anlage von 8 t Wasserverdampfung (= 25 dz Trockengut/h) bei durchschnittlich 2,00 DM/dz, wenn man 1 600 Betriebsstunden pro Jahr (40 000 dz) unterstellt. Dabei ist eine Leichtbauhalle zugrundegelegt, wie sie auf Abbildung 4 wiedergegeben wird. Wand- und Deckenverkleidung sind mit Welleternit ausgeführt. Standort der Anlage: Rudratshofen.

### 3.3 Arbeitskosten

Bei den das Trockengut betreffenden Arbeitskosten sind 2 Gruppen zu unterscheiden:

3.31 Löhne und Gehälter der am Trocknungswerk angestellten Personen.

3.32 Arbeitskosten für Transport zur und Wartezeiten an der Trocknungsanlage, die den anliefernden Landwirt betreffen.

3.31 Bei 3 festangestellten Arbeitskräften am Trocknungswerk ergeben sich Jahreskosten von 42 000,— DM; ein dz Trockengut wird mit 1,05 DM belastet, wenn man eine Jahrestrockengutmengende von 40 000 dz unterstellt.

3.32 Die Arbeitskosten für die Arbeit des anliefernden Landwirtes lassen sich kaum allgemeingültig erfassen. Sowohl die aufgewendete Arbeitszeit als auch der dafür einzusetzende Lohnanspruch hängen so sehr vom Einzelfall ab, daß ein Durchschnittswert nur wenig Aussagekraft hat. Unterstellt man für 2 Fuhren Gras (10 t Feuchtgut) eine Arbeitszeit von 8 Akh und nimmt eine Trockengutmengende von 25 dz an, so errechnen sich über einen Lohnanspruch von 10 DM/h ca. 3,20 DM/dz Trockengut. Läge der Grenznutzen der Arbeit geringer, etwa bei 5,— DM/h, so ergäben sich nur 1,60 DM/dz Trockengut. Da jedoch nach Prof. Rintelen der Grenznutzen der Arbeit während der Silo- und Heuernte häufig bis zu 20,— DM/h geht, hat dieser Kostenfaktor wesentliches Gewicht. Da bei einer überbetrieblichen Ernte nach Berechnungen von Dr. Dörfler (Seminar für Beraterfortbildung Dachau) für Mähen, Laden, Transport und Abladen an der Trocknungsgenossenschaft Kosten von nur 2,— DM/dz Trockengut anfallen, ist diese Methode äußerst empfehlenswert.

### 3.4 Sonstige Kosten

Der Unterhalt für Bauten und technische Einrichtungen, die Versicherungen und Gebühren liegen nach Dr. Dörfler bei ca. —,50 DM/dz Trockengut.

3.5 Sieht man von den schlecht erfaßbaren Arbeitskosten für Ernte, Transport und Wartezeiten ab, so errechnen sich folgende Gesamtkosten je dz Trockengut:

1. Energiekosten	4,90 DM/dz
2. Kapitalkosten	2,— DM/dz
3. Arbeitskosten	1,05 DM/dz
4. Sonstige Kosten	0,50 DM/dz
5. Gesamtkosten	8,45 DM/dz

Umgerechnet auf Stärkeeinheiten bedeutet das eine Belastung je KStE (520 StE/kg) von 0,165 DM.

Auch von der Kostenseite her betrachtet ist dieses Konservierungsverfahren über die Heißlufttrocknung und Verpressung des Gutes sehr vielversprechend.

## 4. Auslastung der Trocknungsanlagen

Trocknungsanlagen arbeiten nur kostengünstig, wenn sie voll ausgelastet werden. Um diese Auslastung zu gewährleisten oder noch zu verbessern gibt es viele Möglichkeiten:

4.1 Zuerst gilt es, die Anlagengröße mit den zu trocknenden Gutsmengen bzw. den anstehenden Flächen abzustimmen. Da der erste Schnitt durch den großen Grünmasseanfall zum Engpaß in der Konservierung wird, stellt man die Trocknerleistung sinnvoller Weise auf den ersten Schnitt und die dort verfügbaren Arbeitstage ab.

Aus Abbildung 5 erkennt man die Zusammenhänge: Grünlandfläche — Trocknerleistung in dz/h — nötige Heizleistung. Als Parameter sind eine verschiedene Anzahl von Trocknungsstunden im ersten Schnitt und unterschiedliche Anfangsfeuchtegehalte  $U_1$  eingesetzt. Die Bedeutung einer möglichst hohen Auslastung der Anlage geht aus folgendem, mit gestrichelten Linien in Abb. 5 gezeigtem Beispiel hervor: Eine Anlage mit 6,5 Mill. kcal/h verdampft 8 t Wasser in der Stunde. Bei einem Anfangsfeuchtegehalt von 80 Prozent errechnet sich eine Trocknerleistung von 24 dz/h Trockengut mit einem Endfeuchtegehalt von  $U_2 = 14$  Prozent. In Abhängigkeit von den Trocknungsstunden im ersten Schnitt sind die Flächen, welche getrocknet werden können, mit den waagrecht, gestrichelten Linien markiert. Es könnten je nach Auslastung 240 bis 400 ha von dieser Anlage bewältigt werden. Die Kapitalkosten verhalten sich im umgekehr-

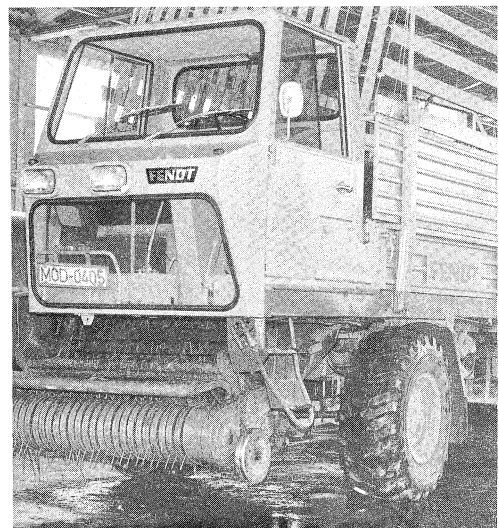


Abb. 6: Selbstfahrer-Ladewagen mit 65 PS-Motor. Transportgeschwindigkeit: bis 40 km/h

ten Verhältnis. Ferner kann man aus jenem Beispiel die nötige Heizleistung herauslesen, wenn man von einer bestimmten Grünlandfläche ausgeht und die möglichen Trocknungstage im ersten Schnitt festlegt.

Diese Darstellung ist nur als Hilfsmittel anzusehen. Bei der genauen Planung gilt es, die örtlichen Verhältnisse gebührend zu berücksichtigen.

4.2 Um auch nachts und an Tagen, welche die Landwirte zur Anlieferung vermeiden, die Anfuhr von Feuchtgut zu sichern, bietet sich der überbetriebliche Maschineneinsatz an. Entweder werden Ernte und Transport direkt vom Trocknungswerk, von einer Maschinenbank oder einem Lohnunternehmer übernommen. Zu beschaffen sind entsprechend leistungsfähige Mähwerke und schnellfahrende Selbstfahrerladewagen.

Abbildung 6 zeigt einen Selbstfahrerladewagen mit 65-PS-Motor, der eine Transportgeschwindigkeit von 40 km/h erreicht. Dieser Selbstfahrerladewagen kann entweder aus dem Schwad aufnehmen oder aber durch Herabklappen eines Mähwerkes direkt aus dem stehenden Bestand ernten.

Abbildung 7 zeigt diese Anordnung.

Die überbetriebliche Ernte erlaubt eine gleichmäßige Anfuhr von Feuchtgut und eine exakte Abstimmung von der Ernteleistung zur Trocknerleistung. Der Lohnunternehmer könnte gerade beim ersten Schnitt, der ja einen Engpaß für die Trocknungsanlage darstellt, sehr wirksam eingreifen und seine in dieser Zeit nicht ausgelasteten Arbeitskräfte sinnvoll einsetzen.

4.3 Die zusätzliche Trocknung anderer Fruchtarten dient ebenfalls der besseren Auslastung von Grünfütterertrocknungsanlagen. Besonders geeignet zeigt sich der Mais, der erst in einer Zeit geerntet wird, in der die Trocknung von Gras abgeschlossen ist. Es besteht die Möglichkeit, gehäckselte Maispflanzen zu trocknen oder aber nur den Körnermais über die Trocknung zu konservieren. Mais

erlaubt eine zusätzliche Auslastung der Trocknungsanlagen mit ca. 400 h/Jahr. Gerade bei der Maiseernte findet der Lohnunternehmer einen dankbaren Einsatzbereich. Für das Maishäckseln bleibt ein relativ langer Zeitraum, für die Körnermaisernte, die bislang immer noch an der geringen Konservierungskapazität leidet, ist

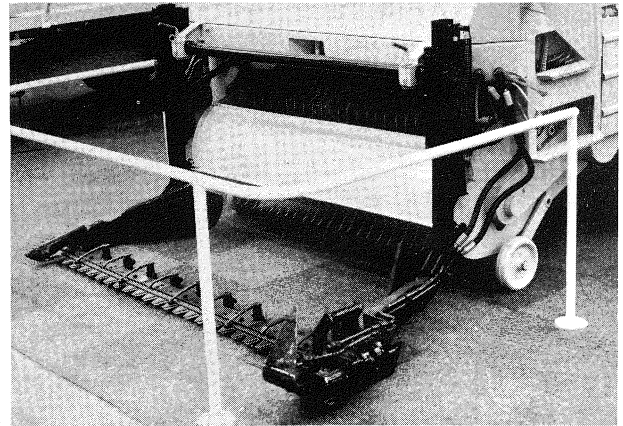
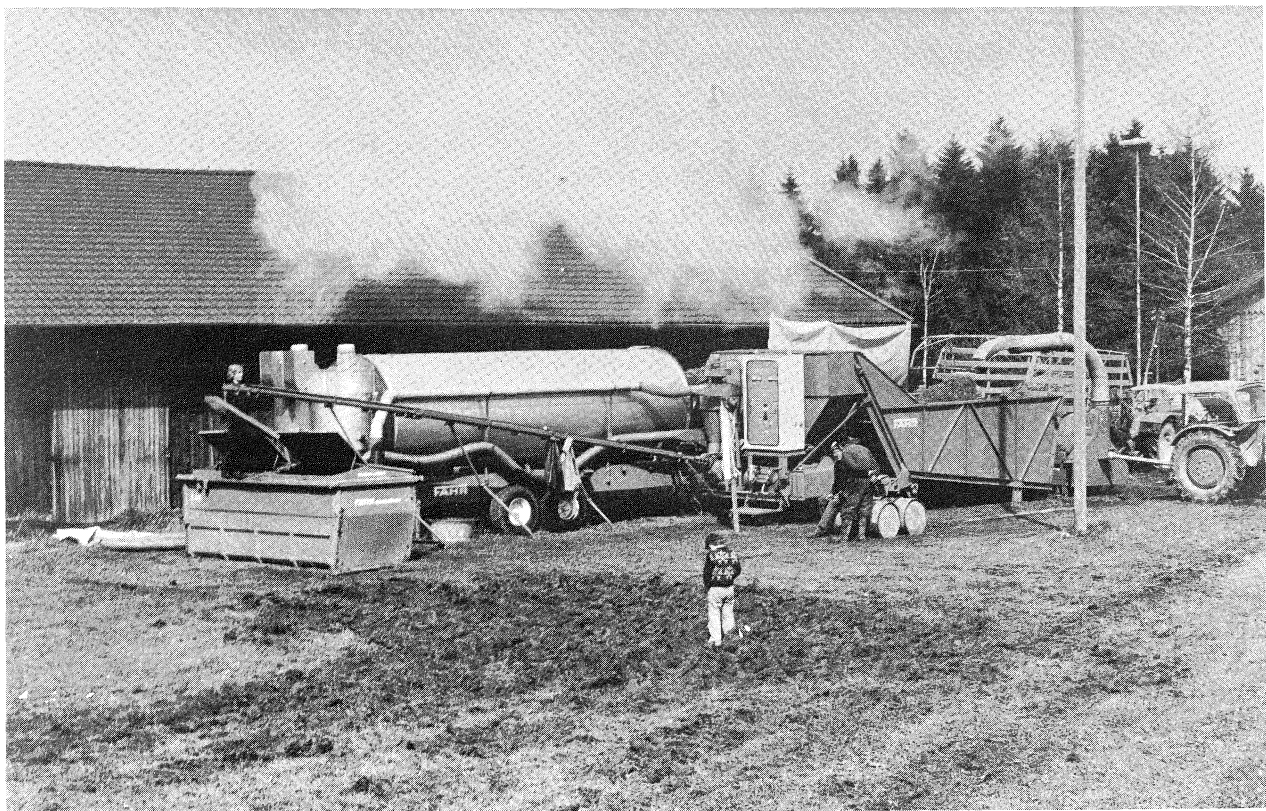


Abb. 7: Selbstfahrer-Ladewagen mit herabgeklapptem Mähwerk  
(Fotos und Grafiken: Strehler)

die Möglichkeit geschaffen, sehr schlagkräftig zu konservieren. Ein Trommeltrockner mit 6,4 Mill. kcal/h zeigt bei Körnermais eine Nennleistung von 8 t Trockengut/h, wenn man von einem Anfangsfeuchtegehalt von 40 Prozent und einem Endfeuchtegehalt von 14 Prozent ausgeht. Da man bei Körnermais in diesen Trocknern nicht mit den hohen Temperaturen wie bei Gras arbeiten kann, läßt sich bei Körnermais keine so hohe Wasserverdampfung je Zeiteinheit erreichen wie bei der Grastrocknung. Der genannte Trommeltrockner hätte die gleiche Stundenleistung wie 2 Mähdrescher mit 4reihigen Pflückvorsätzen. Lohnunternehmer sollten auch aus diesem Grunde den Kontakt zu den Trocknungswerken suchen.



Dem Lohnunternehmer werden neuerdings versetzbare Heißlufttrockner angeboten.

# Maiskolben - Schrotsilage

## VERFAHREN MIT ZUKUNFT

In der Praxis haben sich verschiedene Mais-Ernteverfahren herausgebildet. Besondere Bedeutung dürfte der Anbaupflückhäcksler erlangen. Das mit dieser Maschine gewonnene Gut wird ohne vorheriges Schroten direkt in abgedichteten Behältern siliert. Diese Methode eröffnet neue Wege in der Schweinefütterung

Baudirektor Dr.-Ing. Klaus Grimm, Landtechnik Weißenstephan

**E**ntscheidend für alle Verfahren ist zunächst die richtige Sortenwahl. Aus der Verwendung des Maises als Futter für die verschiedenen Tierarten und Haltungsformen bzw. als Verkaufsfrucht ergibt sich die Ernte in einem bestimmten Reifezustand. Mit zunehmender Reife steigt der prozentuale Trockenmasse- und sinkt der Rohfaseranteil. Daraus lassen sich Richtwerte ableiten für die Wahl des Ernteverfahrens. Aus dem Erntezustand und der Verwendungsart wiederum ergeben sich Zerkleinerungsgrad, Transportleistung und Bedarf an Siloraum. Einzelheiten sind Darstellung 1 zu entnehmen.

### BERGUNG DES SILOMAISES MIT DEM FELDHÄCKSLER

Die Einbringung des Silomaises kann erfolgen

- mit dem Häckselladewagen im Einmannverfahren,
- mit Anbaufeldhäcksler und Stallungstreuer, Ladewagen oder Kipper,

- mit selbstfahrenden Häckslern.

Das Befüllen der Hochsilos geschieht über Förderbänder und Gebläse; bei Flachsilo ist Abkippen möglich.

Silage mit 35 % Trockenmasse (TM) kann bei Bullenmast auch als alleiniges Grundfutter ganzjährig verabreicht werden. Häcksellängen von 10 bzw. 3—6 mm werden von Trommelhäckslern erzielt, die mit vier bis sechs bzw. acht bis zwölf Messern ausgestattet sind.

Beim Einsilieren von Maishäcksler in Fahrsilos ist bei hohen Trockenmassegehalten den obersten Schichten ein Konservierungsmittel beizufügen.

Ab 300 m<sup>3</sup> Siloraum ist die Vollmechanisierung der Futtervorlage aus dem Hochsilo kostendeckend. Bei Fahrsilos gibt es dafür zwar ebenfalls technische Lösungen, jedoch mangelt es vielfach an den baulichen Voraussetzungen.

Der Häckselladewagen ist für die Maisernte mit einem entsprechenden Vorsatzgerät (Maisgebiß) auszurüsten. Bei der Scheibenradbauart wird das Messerrad mit acht Messern versehen und

seine Drehzahl durch Änderung der Keilriemenübersetzungen um 20 Prozent erhöht. Bei der Trommelbauart genügt eine Erhöhung von sechs auf neun Messer, um eine exakte Häcksellänge zu erzielen.

Bei beiden Bauarten kann vom Schlepper aus die Abladevorrichtung und das Gebläse mit einer durchgehenden Zapfwelle angetrieben werden.

Maisanbauhäcksler gibt es mit waagrecht und senkrechten Messerscheiben sowie Messertrommeln. Die verstärkten Ausführungen werden allen Anforderungen an Schlagkraft und Qualität gerecht.

Der gezogene und selbstfahrende Trommelfeldhäcksler kann mit Mähvorsatz, Pick-up, Maisgebiß, Pflückvorsatz und Schlegelmäher ausgerüstet werden, den billigeren und leichter handzuhabenden geraden Messern wird man den Vorzug geben, wenn ihr höherer PS-Bedarf (5—10 %) von einem Schlepper ab 80 PS gedeckt werden kann. Selbstfahrende Feldhäcksler werden zunächst den Lohnunternehmern vorbehalten bleiben.

### ARBEITSVERFAHREN BEI DER KÖRNERMAISERNT

Neunzig Prozent des Körnermaises werden mit dem Mähdrescher geerntet. Dafür gibt es zwei Verfahren:

1. *Das Mähdruschverfahren*, bei dem die Pflanze abgemäht wird und mit hohem Energiebedarf bei starker Beanspruchung der Dreschorgane den Mähdrescher durchläuft. Das Maisstroh verlangt zur Einarbeitung Spezialmaispflüge.

2. *Das Pflückdruschverfahren*, bei dem die Kolben von der stehenden Pflanze abgestreift werden und mit nur geringen Strohmenen in die Maschine gelangen. Das Verfahren erfordert allein für den Mähdrescherpflückvorsatz einen Kapitalaufwand von ca. 6000,— DM/Reihe oder z. B. 24 000,— DM für einen 4reihigen Pflückvorsatz.

Die Wirtschaftlichkeit so teurer Einrichtungen wird erhöht, wenn die Erntezeit und damit die Erntemenge durch Sorten mit unterschiedlicher Reifezeit vergrößert wird. Da die so geernteten Körner mit 30—45 % Wasser nicht lagerfähig sind, müssen sie nachbehandelt werden.

Das geschieht

a) durch Trocknen mit Durchlauf- und Satzrocknern wie bei Getreide, aber mit erhöhter Wärme- bzw. Wärme- und Luftzufuhr,

b) mit Propionsäurebeimischung, deren Menge sich nach der gewünschten Lagerzeit richtet, und

c) durch sauerstofffreie Lagerung in gasdichten Behältern. Sie ist besonders vorteilhaft, wenn der Mais vorher geschrotet wird. Das kann mit einem Maisschroter oder einem Recutter geschehen, bei dem der Mais von einer Schneidtrommel durch einen die Trommel um 300° umschließenden Siebkorb getrieben wird. Das aus dem Lagerbehälter entnommene Schrot muß sofort verfüttert werden.

### ARBEITSVERFAHREN BEI DER MAISKOLBENERNTE

Kolbenmais kann mit dem *Pflückdrescher*, mit *Bunkerpflücker* oder *Häcksler* geerntet werden. Beim Pflückdrescher läßt sich die Maschine durch entsprechende Siebe auf 4—7 % Rohfaseranteil einstellen. Der Bunkerpflücker liefert fast entlieschte Kolben mit 6—7 % und der Feldhäcksler mit Pflückvorsatz Maiskolbenschrot mit 7—12 % Rohfaseranteil durch größere Lieschbeimengung und Pflanzenreste.

Das vom Pflückdrescher und Bunkerpflücker mit Maiskolbenschrot erhaltene Corn-Cop-Mix (Corn-Cop-Mix = zerkleinertes Gemisch mit 6 % Rohfaser aus Maiskörnern und Spindeln; es fällt beim Pflückdrusch an) wird vor der Einlagerung in gasdichte Behälter mit einem Recutter noch weiter zerkleinert — Mehrkosten ca. 100,— DM/ha —, während das mit Pflückhäcksler geerntete Gut direkt eingelagert werden kann. Bei letzterem Verfahren stört jedoch der hohe Rohfaseranteil. Das Verfahren mit dem Anbaupflückhäcksler hat den Vorteil, daß bei Vorhandensein eines Anbauhäckslers Antrieb und die Tragkonstruktion für den Pflückhäcksler verwendet werden können. Die Entwicklung dieses Verfahrens ist noch nicht abgeschlossen.

Das so in einem Arbeitsgang erhaltene schrotartige Futter hat bei Jungbullen, Zuchtsauen und Mastschweinen zu überraschenden Erfolgen geführt. Das Häcksverfahren bedarf keiner weiteren Investition, Fördergeräte, Silos mit Weihenstephaner Verschluss und Obenfräse sind verwendbar.

Mit diesem Futter können, wenn es ordnungsgemäß in Kartoffelsilos verdichtet eingelagert und mit einer Plastikfolie und einer aufgetragenen Sandschicht abgedeckt wird, gute Ergebnisse erzielt werden (Entnahme in den Wintermonaten).

### KOSTEN AUSGEWÄHLTER VERFAHREN FÜR DIE GEWINNUNG VON KÖRNERMAISSILAGE

Stellt man die Kosten für Ernte, Einlagerung, Konservierung einschließlich Silos sowie Befüllung und Entnahmetechnik und Entnahme gegenüber, so sind etwa folgende Kosten anzusetzen (Maschinenring-Sätze):

Verfahren	
Anaufeldhäcksler . . . . .	445,— DM/ha
Verfahren	
Anbaubunkerpflücker . . . . .	522,— DM/ha
Pflückdrusch	
Corn-Cop-Mix-Methode	517,— DM/ha
Feuchtmalkonservierung	
mit Propionsäure (1,75 %	
Propionsäurezugabe) . . . . .	571,— DM/ha
Die Tagesleistung beträgt beim Anbaupflückhäcksler 3 ha, beim Anbaubunkerpflücker 2,25 ha, beim Pflückdrusch mit Corn-Cop-Mix mit vierreihigem Pflücker 6 ha und beim Pflückdrusch zur Feuchtmalkonservierung 7 ha.	
An Siloraum bzw. Lagerraum sind erforderlich:	
Anaufeldhäcksler-Methode	15 m <sup>3</sup> /ha
Anbaubunkerpflücker-	
Methode . . . . .	12 m <sup>3</sup> /ha
Corn-Cop-Mix-Methode . . . . .	10 m <sup>3</sup> /ha
Feuchtmalkonservierung	
Methode . . . . .	8 m <sup>3</sup> /ha

**Anbaupflückschroter**, im System ein Anbauhäcksler mit Pflückvorsatz und Zusatzeinrichtung zur Mahlzerkleinerung. Der Anbaupflückschroter unterscheidet sich vom Anbauhäcksler im Wesentlichen durch seinen Pflückvorsatz, der aus Reißschienen und Pflückwalzen besteht. Das Schneidwerk ist im Gegensatz zu dem des Maishäckslers mit den maximal möglichen Schneidwerkzeugen ausgerüstet. Zur weiteren Zerkleinerung des Gutes sind im Gehäuse Reibleisten angeordnet, an denen das gehäckselte Gut vorbeigerieben wird.



**VERWERTUNG VON MAISKOLBEN-SCHROT-SILAGE IN DER SCHWEINEHALTUNG**

Die Kosten für das Maiskolben-Schrot-Silage-Verfahren liegen um etwa 70,— DM/ha niedriger als bei der Corn-Cop-Mix-Methode. Bei vergleichsweiser Ausnutzung von vorhandenen Gärfuttersilos Weihenstephaner Bauart oder Kartoffelsilos können weitere 80,— DM/ha gegenüber der Corn-Cop-Mix-Methode eingespart werden

Eine nicht zu unterschätzende Kostensenkung um 150,— DM/ha kann sich einstellen, wenn die Verwertung des rohfaserreichen Futters in der Schweinemast keine Nachteile mit sich bringt.

Die allgemeine Ansicht, den Mast-schweinen dürfe kein rohfaserreiches Futter (über 5—6 %) verabreicht werden, dürfte an Gültigkeit verlieren. Diesen Schluß ermöglichen jedenfalls Versuche, die auf dem Leitbetrieb Riemensberger der Landtechnik Weihenstephan durchgeführt wurden.

Um zunächst Anhaltswerte zu erhalten gegenüber der herkömmlichen Getreidemast, wurden Maiskolben mit dem Pflücker geerntet und in einem Recutter mittels Gebläse in Gärfuttersilos eingelagert. Der durchschnittliche Rohfaseranteil betrug 6,2 % von der ursprünglichen Substanz. Für den bäuerlichen Betrieb mit geringer Anbaufläche ist entscheidend, wieviel Tonnen Schweinefleisch pro Hektar er erzeugen kann. Zukauffutter ist in der Regel immer teurer als eigenes.

Da Mais auch auf anmoorigen Böden gegenüber den Getreideerträgen recht gute Ernten bringt, ist dieses neue Verfahren für die flächengebundene Produktion von Schweinefleisch besonders aktuell.

**NEUARTIGE MAISPFLÜCKSCHROT**

Neuartige Maispflückschroter schroten Maiskolben, Spindeln, Lieschen — und leider gelegentlich auch noch Pflanzenteile oberhalb des Maiskolbensitzes. Dabei muß mit einem Rohfaseranteil von 10—12 % gerechnet werden.

In Versuchen zeigte sich, daß Schweine derartige Rohfaseranteile am Futter gut „verkräften“. Die Gewichtszunahmen der Schweine, die mit Maisschrotsilage unterschiedlicher Rohfaseranteile (von 5,7—11,5 %) gefüttert wurden, zeigten keine nennenswerten Abweichungen. Die schwereren Schweine nahmen bei erhöhter Futtermenge bis zur Sättigung sogar mehr als die klei-

neren Tiere zu. Das Wohlverhalten der Tiere wird gegenüber den mit Getreideschrot gefütterten Schweinen entscheidend verbessert. Es ist zu vermuten, daß dies mit dem wachsenden Rohfaseranteil zusammenhängt.

So wurden bei einem Rohfaseranteil von 5—7 % Unruhe und Schwanzbeißen in einer Gruppe beobachtet. Bei ansteigendem Rohfaseranteil trat dies nicht mehr auf. Weiter bedeuten die überschlägigen Versuche auf eine Fut-

Maissilage (Milchkühe)					
Maissilage (Bullenmast)					
Maiskolbensilage (Zuchtschweine u. Jungbullenmast)					
Corn - Cob - Mix } Körnermais } Mastschweine					
TM [%]	60	55	50	35	25
Rohfaseranteil von der TM [%]	2-3	4-7	7-12	18-26	30-34
Häcksellänge [mm]	bis 2		4-10		
Ertrag [t/ha]	7,6	9	11	30	50
Wagen /ha [3,5t/Wagen]	2	2,5	3	8,5	14
Siloraum m³/ha <small>(Sichhöhe 12m, Nettowerte)</small>	8 <small>0,95 [t/m³]</small>	10 <small>0,90 [t/m³]</small>	15 <small>0,75 [t/m³]</small>	46 <small>0,65 [t/m³]</small>	65 <small>0,75 [t/m³]</small>



**Erforderlicher Zerkleinerungsgrad, Transportleistung und Siloraumbedarf, bezogen auf den Reifezustand des Maises sowie auf die Tiergattung:**

Parallel zur Abnahme des Rohfaseranteils nimmt die Zerkleinerung von 10 mm Häcksellänge für Milchvieh auf 4 mm für Mastvieh auf unter 2 mm (Schrot) für Schweine ab. Die Transportleistung bewegt sich bei einem Ertrag von 50 t/ha je nach Verfahren zwischen 50 und 7,6 t/h. Die zu transportierenden Erntemengen beanspruchen eine sehr unterschiedliche Anzahl von Wagen mit je 3,5 t Zuladung. Der Bedarf an Siloraum ist in Nettowerten bei einer Lagerraumhöhe von 12 m und dem Raumgewicht von 0,9 t/cbm bei Feuchtmast, 0,85 t/cbm bei Corn-Cop-Mix und 0,75 t bei Maiskolbenschrot einschließlich Lieschen und anderen Pflanzenresten angegeben.



**Richtwerte vom Feldhäcksler bis zur Futtermulde für den Silomais.** Der Häckselladewagen ermöglicht im Einmannverfahren eine Bergeleistung von 5 t/h. — Mit Anlauffeldhäcksler und Stallungstreuer, Ladewagen oder Kipper ist im Zwei- oder Drei-Mann-Verfahren eine Bergeleistung von 9—12 t/h zu erzielen. — Mit zwei- oder dreireihig gezogenem oder selbstfahrendem Häcksler schaffen drei Arbeitskräfte 16—22 t/h. — Die Angaben in Klammern beziehen sich auf Hinzuziehung von Fremdhilfen und Fließverfahren.

	5 t/Akh		4,5 (4) t/Akh		5 (6) t/Akh
	5 t/h		9 (12) t/h		16 (22) t/h
TM	[%]	Milchvieh		Rinder - Bullenmast	
Häcksellänge	[mm]	20 bis 30		30 bis 40	
Messerzahl		bis 10		3 bis 6	
Messerzahl		4 bis 6		8 - (9-12) od. Recutter	
Gärfutterbehälter	[m³/ha]		65	Leichtdach	46
Entnahme		Fräse	Frontlader	Freßgitter	Fräse
Verteilung		Futterverteilwagen			



terverwertung des vorliegenden Futters von 1:5 bis 1:6 hfn, bei Zugabe von 300 g Eiweiß/Tier/Tag. Die durchschnittlichen Zunahmen lagen über 600 g/Tier/Tag.

Diese Beobachtungen können jedoch nicht als Ergebnisse angesehen werden, wie sie in einschlägigen Mastprüfanstalten durchgeführt werden, aber sie ließen die Vermutung zu, daß man über einsiliertes Maiskolbenschrot mehr

Schweinefleisch erzeugen kann als mit den herkömmlichen Verfahren der Getreidemast. (Bezogen auf den Ertrag/ha).

Die bisherigen Beobachtungen vom Versuchsbetrieb und anderen Betrieben, die dieses Verfahren seit Herbst 1971 anwenden, lassen schon heute erkennen, daß die Schweinemastmethode Riemensberger-Grimm mit Maiskolben-Schrot-Silage Zukunft haben wird. Gerade im Hinblick auf die

- Erhaltung der flächengebundenen Fleischproduktion,
- kostengünstigere Produktion als alle vorher bekannten Verfahren,
- Eignung für Neben- und Zuerwerbsbetriebe,
- Verbesserung des Stallklimas sowie Verminderung des Kannibalismus und
- wohl auch wegen seiner umweltfreundlichen Eigenschaften (weniger Geruchsbelästigung) ■

## Untersuchungen an Laufkrananlagen

Lambert Krinner

Landtechnik Weihenstephan \*)

### 1. Einleitung

Greiferanlagen haben als Einlagerungs- und Entnahmegeräte in der Heu- und Silagewirtschaft eine weite Verbreitung gefunden. Die herkömmlichen Bauarten als Ein- oder Zweiseilschiengreifer stellten jedoch nur eine Teilmechanisierung dar, da eine Einmann-Bedienung ohne Handarbeit nur in seltenen Fällen möglich war [1; 2]. Daher haben in den vergangenen Jahren Laufkrananlagen mit selbstgreifender Zange insbesondere in den Grünlandgebieten Süddeutschlands zunehmend an Bedeutung gewonnen [3].

Laufkrananlagen (Bild 1) weisen eine hohe Betriebssicherheit auf, da ihre Funktion sehr einfach ist: Das Futter wird von einer selbstgreifenden Zange unterschiedlicher Konstruktion aufgenommen, über eine elektrogetriebene Hubwinde angehoben, mit Hilfe der Laufkatze transportiert und an einem beliebigen Punkt des Schienenstranges aus freiwählbarer Höhe abgeworfen. In Verbindung mit einem verfahrenbaren Kranträger in einer stützenfreien Halle kann somit jede Stelle des Raumes durch die Zange erreicht werden. Die Bedienung erfolgt über ein tragbares elektrisches Steuergerät [4].

Daraus ergeben sich für Laufkrananlagen eine Reihe von Vorteilen gegenüber anderen Förder- und Transporteinrichtungen für Halmfutter in der Innenwirtschaft:

- Verwendung desselben Gerätes für verschiedene Futterarten
- Unabhängigkeit von der Halmlänge des Futters
- Einsatz eines einzigen Gerätes zur Beschickung und Entnahme aus dem Einlagerungsraum
- Gute Leistungen bei schonender Futterbehandlung
- Niedriger Kraftbedarf
- Hohe Funktionssicherheit
- Sehr geringe Rüstzeiten
- Einfache Bedienung

Diesen für einen großen Teil der Grünlandbetriebe entscheidenden Vorzügen sind auch einige Nachteile gegenüberzustellen:

- Keine vollautomatische Befüllung der Berge Räume
- Keine automatische Futtervorlage

Die Silos müssen mit einer Dachkonstruktion überbaut werden, die zugleich die Tragkonstruktion für die Krananlage darstellt

Unter dem Kranträger verbleibt ein Leerraum von 2 m für die Zange

### 2. Bauweise

Gegenwärtig werden in der Bundesrepublik Laufkrananlagen von vier Firmen hergestellt, die in verschiedener Form eingebaut werden.

#### 2.1. Schienenlaufkran

Die Laufkatze, in der Laufwerk und Hubwinde untergebracht sind, läuft in einem fest montierten Kranträger und wird meist zur Futterentnahme aus Tiefsilos und zur Zubringung auf den Futtertisch eingesetzt. In den Kranträger können auch Bögen, Weichen und Steigungen eingebaut werden, so daß es möglich ist, verschiedene Bereiche eines Berge Raumes mit dem Kran zu bedienen (Bild 2). Wird der Kranträger beweglich gelagert, so kann er in Verbindung mit einem gelenkigen Zwischenstück oder mit einer Teleskop-schiene über eine kurze Strecke seitlich verfahren werden. Dadurch ist zum Beispiel die Futterentnahme aus Tiefsilos ohne eine zweite Bedienungsperson im Behälter möglich.

#### 2.2. Hallenlaufkran

Bei dieser Form überspannt der Kranträger eine stützenfrei konstruierte Halle in Längs- oder Querrichtung und ist auf zwei oder mehreren Fahrwerken gelagert. Diese laufen auf Kranfahrbahnen, die entweder an den Seitenwänden der Halle oder in der Dachkonstruktion verankert sind. Dadurch erhält die Laufkatze vier Fahrrichtungen: Auf dem Kranträger vor- und rückwärts und mit dem Kranträger auf dessen Fahrbahn vor- und rückwärts. Die Zange kann auf diese Weise die ganze Fläche der Halle bestreichen. Durch unterschiedliche Ausführung des Laufwagens für den Kranträger unterscheidet man zwischen zwei Formen.

##### 2.2.1. Hallenlaufkran als Brückenkran

Die Laufwagen bewegen sich auf zwei waagrecht verlaufenden Schienensträngen, die an den Seitenwänden der Halle verankert sind (Kranfahrbahnen). Der Kranträger überspannt die Halle unmittelbar unter Traufhöhe. Die Halle kann dabei bis zu einer Höhe von etwa 2 m unter dem Kranträger genutzt werden. Der Kran ist in seinem Einsatz auf den Bereich der Halle beschränkt (Bild 3).

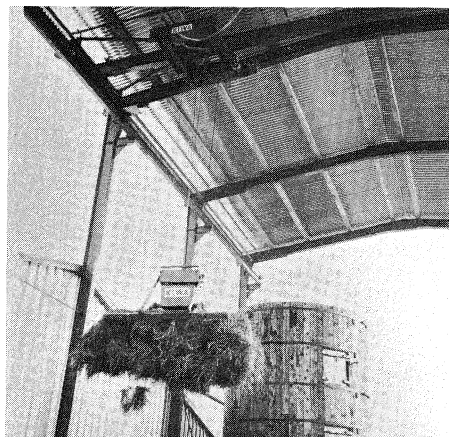
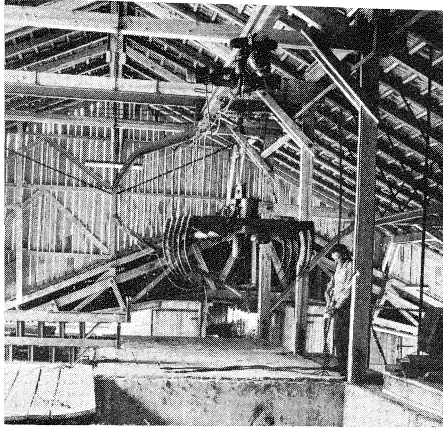


Bild 1: Hallenlaufkran bei der Befüllung eines Hochsilos

\*) Aus den Arbeiten des Landtechnischen Vereins in Bayern, Freising-Weihenstephan



**Bild 2: Laufkran bei der Entnahme von Silage**  
Das Futter wird über eine gelenkige Fahrbahn in den Stall gebracht

### 2.2.2. Hallenlaufkran als Hängekran

Die Fahrwerke hängen an der Kranfahrbahn, der Kranträger bewegt sich unter den Tragschienen (Bild 4). Diese Konstruktion bietet gegenüber dem Brückenkran den Vorteil, daß die seitliche Begrenzung der Laufkatze durch die Kranfahrbahn entfällt. Durch eine Kupplung kann der verfahrbare Kranträger mit einer fest montierten Stichbahn verbunden werden, über die die Laufkatze aus der Halle herausgefahren und beispielsweise zur Beschickung des Futtertisches eingesetzt werden kann.

### 2.3. Wesentliche Bauteile der Laufkrananlagen

Die Laufkatze, in der das Laufwerk und die Hubwinde untergebracht sind, wird bei waagrecht verlaufenden Kranträgern über einfache Stahlräder angetrieben. Zur Überwindung von Steigungen setzt man sogenannte Reibräder mit Hartgummiauflage ein, die durch Federdruck gegen den Steg des Trägerprofils gepreßt werden. Diese Fahrwerke können unter Last Steigungen bis zu  $30^\circ$  überwinden. Der Einsatz von Bremsmotoren ermöglicht es, daß der Kran auch an Gefällstrecken anhalten kann (Bild 5).

Der Kranträger wird teilweise mit einem Mittenantrieb, teilweise mit getrennten Antrieben in den beiden Fahrwerken ausgerüstet. Zur Überwindung von Steigungen können auch hier Reibräder eingesetzt werden.

An der Zange wird die Antriebskraft auf verschiedene Weise übertragen. Bei der mechanischen Ausführung ist in der Laufkatze eine Zweiseilwinde untergebracht. Ein Teil der

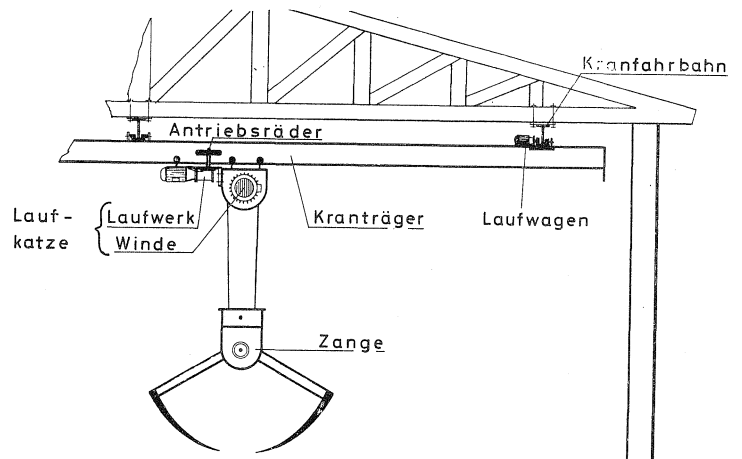
Winde kann unabhängig ausgekuppelt werden, wobei dieser automatisch abgebremst wird. Läuft nur eine Windentrommel, so öffnet oder schließt sich die Zange, laufen beide Trommeln gleichzeitig, so hebt oder senkt sich die Zange.

Bei der hydraulischen Ausführung befindet sich in der Laufkatze lediglich die Hubwinde. Unmittelbar auf die Zange ist eine elektrogetriebene Hydraulikanlage mit einem doppel-seitig wirkenden Zylinder aufgesetzt, durch den die Zange geöffnet und geschlossen wird.

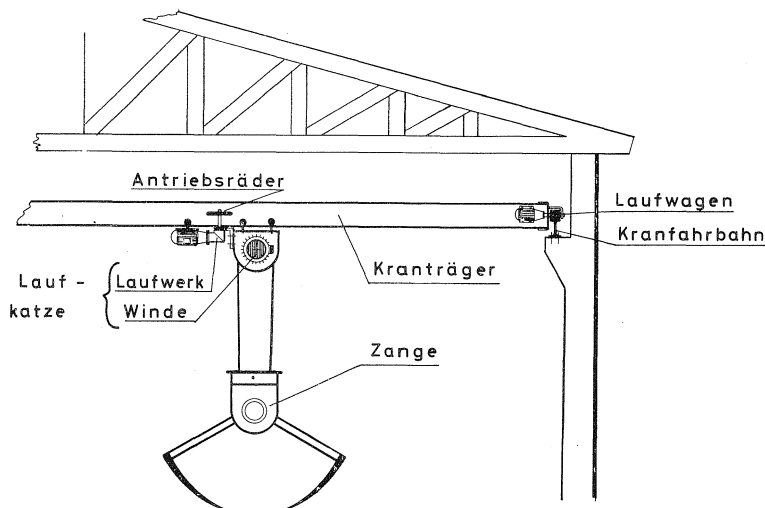
Die Abmessungen für die Standardzangen werden auf die Entnahme von Gras-Anwelksilage aus dem Gärfutterbehälter ausgelegt, denn hier treten die höchsten Belastungen für die Krananlagen auf. Für die Entnahme von Maissilage sowie für die Einlagerung von Anwelkgut, Silomais und Heu können die Zangen in der Breite, bei einem Typ auch in der Spannweite vergrößert werden. Die Verbreiterung erfolgt teils durch Anschrauben eines speziellen Zinkenrahmens an den Grundrahmen, teils durch Verlängerungsstücke. Die Anzahl der Zinken beträgt meist  $2 \times$  fünf bis sieben. Lediglich zur Einlagerung von extrem kurz gehäckseltm Futter, wie Silomais, werden mehr Zinken verwendet. Es können hier bis zu  $2 \times 13$  Stück eingebaut werden, um den Abstand zwischen den einzelnen Zinken möglichst gering zu halten. Die Abmessungen der verschiedenen Typen sind in *Tafel 1* zusammengestellt.

### 3. Untersuchungen

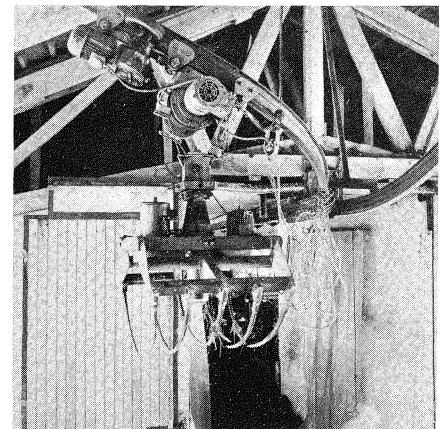
Die vorliegenden Untersuchungen, die mit Unterstützung durch die „Stiftung der deutschen Landmaschinenindustrie“



**Bild 4: Laufkrananlage als Hängekran**



**Bild 3: Laufkrananlage als Brückenkran**



**Bild 5: Laufkran mit Fahrwerk zur Überwindung von Kurven und Steigungen**

**Tafel 1: Die Abmessungen der Standardzangen für verschiedene Güter**

Verwendungszweck	Entnahme von Anwelksilage	Einlagerung von Heu und Anwelksilage	Einlagerung und Entnahme von Silomais
Zangenbreite [mm]	630—800	1200—1600	1200—1600
Spannweite [mm]	880—1200 <sup>1)</sup>	1150—1900	1150—1900
Zinkenlänge [mm]	500—600	500—600	500—600
Anzahl der Zinken	2 × 3—5	2 × 5—7	2 × 9—13

<sup>1)</sup> Bei einem Typ wird eine Zange mit einer Spannweite von 1800 mm auch zur Entnahme von Anwelksilage verwendet

durchgeführt und zur Zeit im Rahmen einer Dissertation am Institut für Landtechnik, Weihenstephan, ausgewertet werden, erstrecken sich auf folgende Bereiche: Ermittlung der Losreißkräfte bei der Entnahme von verschiedenen Silagearten (hierbei treten die höchsten Belastungen für die Krananlagen auf); Laufgeschwindigkeiten und Zangenfüllgewichte bei der Einlagerung und Entnahme von verschiedenen Futterarten sowie die sich daraus ergebenden Leistungen.

**3.1. Losreißkräfte**

Die Messung der Losreißkräfte erfolgte elektronisch. Zu diesem Zweck wurde in das Zugseil mit zwei Seilklemmen ein Meßglied eingehängt, das mit Dehnungsmeßstreifen beklebt war. Die Werte wurden über eine Trägerfrequenzmeßbrücke geleitet und von einem Oszilloskript geschrieben.

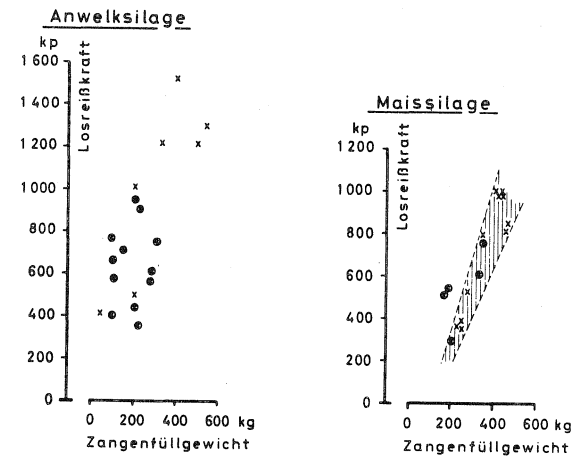
Die Höhe der Losreißkräfte bei der Entnahme der Silage wird bestimmt von der Zangengröße, der Laufgeschwindigkeit

keit des Zugseils und der Beschaffenheit der Silage (insbesondere von Raumgewicht, Schnittlänge und Trockenmasse-Gehalt). Aufgrund der Vielfalt der Einflüsse ist mit den vorliegenden Meßergebnissen eine gesicherte Aussage über die Größenordnung der einzelnen Einflußfaktoren noch schwierig.

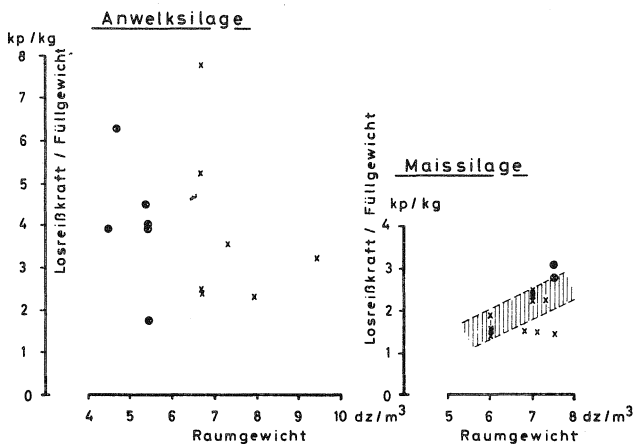
In Bild 6 ist die Höhe der Kräfte in Abhängigkeit von der Greiferfüllmenge dargestellt. Sowohl bei Anwelksilage als auch bei Maissilage sind sehr hohe Spitzenbelastungen von 1200 bis 1300 kp während des Losreißvorganges aufgetreten. Bei Maissilage ergibt sich mit zunehmender Zangenfüllung ein steiler Anstieg der Losreißkraft, die bei einer Hubgeschwindigkeit von 20 m/min im Bereich von 200 — 300 kg etwa das 1,5-fache und im Bereich von 300 — 450 kg etwa das 2,5-fache des Füllgewichtes erreicht. Die Steigerung der Hubgeschwindigkeit bedingt nur teilweise eine Erhöhung der Losreißkraft. Hierbei ist anzumerken, daß hohe Hubgeschwindigkeiten von 35 m/min und darüber bisher nur bei Anlagen mit mechanisch angetriebener Zange verwendet werden, die beim Eingreifen die Silage schon etwas vorlockern.

Bei Anwelksilage ist die Abhängigkeit der Losreißkräfte vom Füllgewicht wesentlich geringer. Die Werte bei 200 kg reichen von 370 bis 970 kp. Dies dürfte auf die Verschiedenartigkeit der Silage, vor allem in der Halmlängenzusammensetzung zurückzuführen sein. Anwelkgut wird nämlich im Gegensatz zu Silomais nicht exakt kurz gehäckselt, sondern teils mit der natürlichen Halmlänge bis zu etwa 35 cm oder mit dem Ladewagen nur grob geschnitten einsiliert. Der Einfluß des Zangenantriebes auf Zangenfüllung und Losreißkraft erhöht sich dabei. Hydraulikzangen drücken die Zinken in das Futter, ohne es vorzulockern. Dadurch wird zwar ein hohes Füllgewicht erreicht, das Futter muß jedoch allein durch die Hubkraft des Krans losgerissen werden. Trotz geringer Hubgeschwindigkeit treten dabei sehr hohe Belastungen auf. Im Gegensatz dazu ziehen sich die mechanisch getriebenen Zangen in das Futter ein und reißen es dabei teilweise schon ab. Trotz annähernd doppelter Hubgeschwindigkeit werden dadurch bei gleicher Zangenfüllung keine höheren Belastungen erreicht.

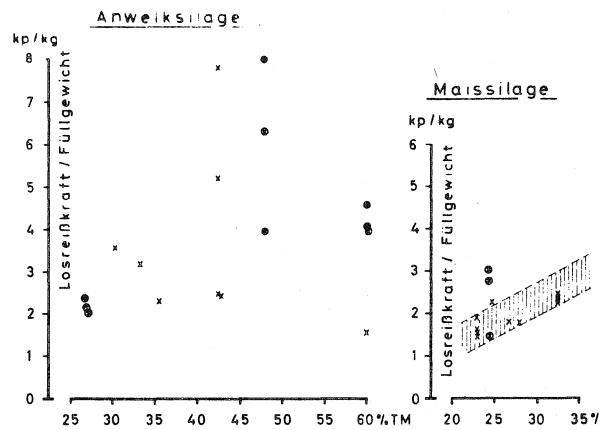
In den Bildern 7 und 8 wird der Einfluß des Raumgewichtes und des Trockenmasse-Gehaltes auf die Losreißkraft wiedergegeben. Dabei wird das Füllgewicht eliminiert, indem Trockenmasse und Raumgewicht in Beziehung zur Losreißkraft je kg Zangenfüllung gesetzt werden. Bei Maissilage ist wiederum ein geringer Anstieg der Losreißkraft mit zunehmendem Raumgewicht und Trockenmasse-Gehalt zu erkennen. Bei Anwelksilage dagegen ist ein derartiger Einfluß nicht festzustellen. Es muß daher angenommen werden, daß diese Faktoren durch den Einfluß der Struktur des Futters überlagert werden, der Gegenstand weiterer Untersuchungen sein sollte



**Bild 6: Losreißkräfte bei Laufkrananlagen in Abhängigkeit vom Zangenfüllgewicht**



**Bild 7: Losreißkräfte bei Laufkrananlagen in Abhängigkeit vom Raumgewicht des Futters**



**Bild 8: Losreißkräfte bei Laufkrananlagen in Abhängigkeit vom Trockenmasse-Gehalt des Futters**

### 3.2. Arbeitszeitbedarf

Die Leistung der Krananlagen hängt vom notwendigen Arbeitszeitbedarf je Arbeitstakt und der durchschnittlichen Zangenfüllung ab.

#### 3.2.1. Fahrgeschwindigkeit

Großen Schwankungen unterliegen die Fahrgeschwindigkeiten bei den verschiedenen Anlagen, da diese teilweise den speziellen Anforderungen der Betriebe angepaßt sind. Sie bewegen sich in den einzelnen Arbeitselementen im folgenden Bereich:

Kran — Fahrgeschwindigkeit: 20—60 m/min  
Zange — Heben/Senken: 10—35 m/min

Im Gegensatz zu den herkömmlichen Schienengreifern bieten die Laufkrananlagen die Möglichkeit, bis zu drei Fahrtrichtungen gleichzeitig einzuschlagen, so daß sich die Zange diagonal durch den Raum der Lagerhalle bewegt. Speziell bei der Einlagerung von Heu in langen Hallen wird dabei die Gesamtfahrzeit je Arbeitstakt durch die längste zurückzulegende Teilstrecke bestimmt. Dadurch kann die Gesamt-arbeitszeit vielfach erheblich verkürzt werden. Dies gilt jedoch nicht für die Einlagerung und Entnahme von Silage, da hier in jedem Falle die Zange bis über den oberen Rand des Silos angehoben werden muß und erst dann die waagerechte Fahrtrichtung eingeschlagen werden kann. Ähnliches gilt für das Einbringen von Heu unmittelbar neben der Annahmestelle.

#### 3.2.2. Betriebsgeschwindigkeit der Zange

Zum Öffnen der leeren Zange werden je nach Typ 5—13 cmin, zum Schließen 9—17 cmin benötigt. Hydraulisch angetriebene Zangen öffnen und schließen in der Regel etwas schneller als mechanisch angetriebene. Bei der Entnahme von Silage tritt der höchste, bei der Einlagerung von Heu der geringste Zeitbedarf auf. Im praktischen Einsatz weichen die Werte hierfür jedoch erheblich voneinander ab. Dies liegt teilweise an der Struktur des Futters, teilweise aber auch an der Geschicklichkeit der Bedienungsperson.

#### 3.2.3. Nebenzeiten

Beim Einlagern wird das Futter auf eine Tenne schnellentleert und von hier aus eingestapelt. Wird die Durchfahrt nach jeder Wagenladung vollständig geräumt, um ein Überfahren des Futters zu vermeiden, so muß zu etwa 15 % der Zangenfüllungen von Hand nachgeräumt oder mehrfach eingegriffen werden, wobei der Zeitaufwand etwa das fünffache des einmaligen Eingreifens beträgt. Diese Nebenarbeiten werden durch die Anlage einer Annahmegrube in der Tennendurchfahrt überflüssig. Die Grube sollte etwa  $\frac{2}{3}$  des Fassungsvermögens des Transportwagens, also etwa 15 bis 20 m<sup>3</sup> aufnehmen. Eine Größe bis zum zweifachen Fassungsvermögen des Transportwagens erleichtert als Puffer den Verfahrensablauf.

#### 3.2.4. Arbeitstakt

Die Arbeit mit Krananlagen stellt ein absätziges Verfahren in regelmäßig wiederkehrenden Arbeitstakten dar, die sich wiederum aus verschiedenen Arbeitselementen zusammensetzen. Ein Arbeitstakt beinhaltet folgende Elemente:

- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1. Ablassen der leeren Zange | 5. Senken der vollen Zange     |
| 2. Eingreifen                | 6. Öffnen                      |
| 3. Hochziehen                | 7. Hochziehen der leeren Zange |
| 4. Fahrt waagrecht           | 8. Rückfahrt waagrecht         |

Die Elemente 5 und 7 entfallen beim Einlagern in Hochsilos und beim Entnehmen aus Tiefsilos und Heubergeräumen.

In Bild 9 sind die Arbeitstakte von zwei verschiedenen Greifertypen beim Ein- und Auslagern von Silage gegenübergestellt. Dabei ist unterstellt, daß das Erntegut beim Einlagern zunächst in eine Annahmegrube in der Tenne

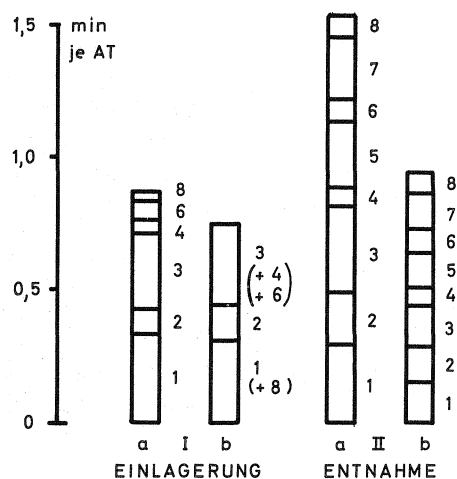


Bild 9: Arbeitstakte typischer Laufkrananlagen bei der Einlagerung und Entnahme von Silage

schnellentleert und von hier aus mit dem Kran eingebracht wird. Die Silos stehen unmittelbar neben der Tenne, ihre Höhe beträgt 9 m, wobei deren Sohle 2 m unter der Tennenoberfläche liegt. Bei der Entnahme wird die Silage wiederum auf der Tenne abgelegt.

Bei der Anlage Ia ist ein typischer Ablauf der Arbeitstakte beim Einlagern dargestellt. Bei der Anlage Ib wird der Arbeitszeitbedarf trotz gleicher Hub- und Fahrgeschwindigkeiten durch die Geschicklichkeit der Bedienungsperson um etwa 15 % verringert. Eine genaue Abgrenzung der einzelnen Arbeitstakte ist hier durch das Ineinanderfließen von Heben, Waagerechtfahren und Öffnen sowie Rückfahrt waagrecht und Ablassen der Zange nicht mehr möglich.

Der Vergleich zwischen den Anlagen Iia und Iib läßt den Einfluß der Hubgeschwindigkeit auf den Arbeitszeitbedarf bei der Entnahme aus Hochsilos erkennen. Bei gleicher waagerechter Fahrgeschwindigkeit wird der Zeitbedarf bei der Anlage Iib durch die Erhöhung der Hubgeschwindigkeit von 20 m/min auf 38 m/min um etwa 40 % vermindert.

### 3.3. Zangenfüllung

Von großem Einfluß auf die Leistung bei Greiferanlagen sind die Mengen, die je Arbeitstakt befördert werden. Durch eine Annahmegrube wird das Futter ständig in einem kompakten Haufen zusammengehalten. Gegenüber der Aufnahme aus ebener Tennenfläche erhöht sich dadurch die durchschnittliche Zangenfüllung um etwa 20 %. Im übrigen ist das Füllgewicht weitgehend von der Zangengröße abhängig. Bei der Einlagerung mit den vorhandenen Zangen, die meist eine Spannweite von etwa 1 200 mm und eine Zangbreite von rund 1 400 mm aufweisen, wurden folgende Zangenfüllgewichte ermittelt:

Anwelksilage  
(33 % Trockenmasse): rund 150 kg (120—180 kg)

Heu  
(80 % Trockenmasse): rund 100 kg (90—109 kg)

Die in Klammern angegebenen Schwankungen stellen bereits Mittelwerte aus je etwa 15 Zangenfüllungen dar. Während beim Einlagern die Füllmengen aufgrund des relativ gleichbleibenden Gutes nur gering voneinander abweichen, schwanken sie beim Entnehmen von Silage wesentlich mehr. Der Grund hierfür liegt darin, daß das Futter unterschiedliche Raumgewichte und Halmlängen aufweist. Die Zange kann zudem in einen ebenen Futterstock meist weniger gut eingreifen als in einen Stock, der durch die vorhergehende Entnahme bereits aufgerissen ist. Die Entnahmemenge wurde an je zwei verschiedenen Zangengrößen bei Anwelk- und Maissilage untersucht (Tafel 2).

Aufgrund der bisherigen Feststellungen faßt die Zange bei Anwelksilage etwa das 2-fache, bei Maissilage dagegen nur etwa das 1,5-fache ihres Volumens in geschlossenem Zustand.

3.4. Leistung im praktischen Einsatz

3.4.1. Leistung bei Einlagerung von Anwelkgut

Bei der Mehrzahl der untersuchten Anlagen stehen unmittelbar neben der Tennendurchfahrt mehrere Silos in einer Reihe. Die Entfernung von Annahmegrube zur Silomitte beträgt hier im Schnitt etwa 5 m. Bei dieser kurzen Entfernung wirkt sich die Fahrgeschwindigkeit der Krananlage nur gering auf die Einlagerungsleistung von Siliergut aus. Durch eine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit von 40 m/min auf 60 m/min wird die Leistung um 5–7 % gesteigert. Wesentlich wirksamer ist eine hohe Routine bei der Bedienung, wie aus Bild 9 hervorgeht. In größeren Anlagen stehen die Silos in mehreren Reihen hintereinander. Der durch diesen

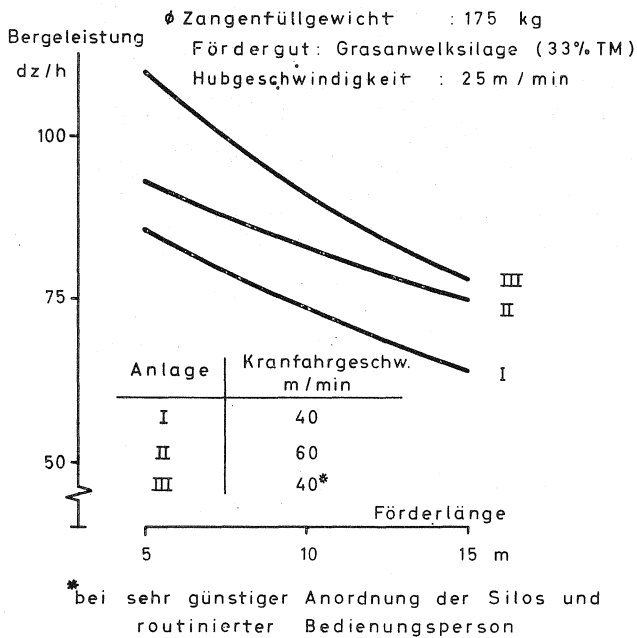


Bild 10: Einlagerungsleistung bei Laufkrananlagen in Abhängigkeit von der Förderstrecke bei unterschiedlichen Kranfahrgeschwindigkeiten

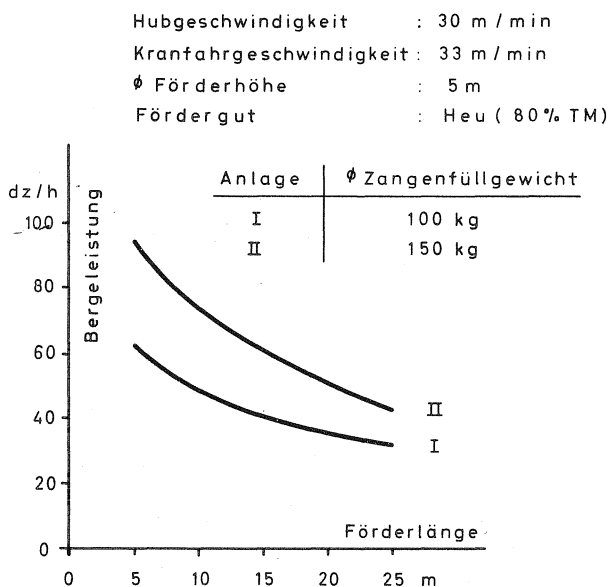


Bild 11: Einlagerungsleistung bei Laufkrananlagen in Abhängigkeit von der Förderlänge bei unterschiedlicher Zangenfüllung

Tafel 2: Zangenfüllgewichte bei Anwel- und Maissilage

Fördergut	Zangengröße (Spannweite × Breite)	durchschnittliches Zangenfüllgewicht
Anwelksilage:	1200 × 700 mm	370 kg (260–430 kg)
	770 × 880 mm	210 kg (140–310 kg)
Maissilage:	1800 × 800 mm	305 kg (160–410 kg)
	1350 × 830 mm	190 kg (120–260 kg)

längeren Transportweg bedingte Leistungsabfall ist aus Bild 10 ersichtlich. Der Leistungsvorsprung der Anlage II (60 m/min) gegenüber der Anlage I (40 m/min) vergrößert sich bei gleicher Hubgeschwindigkeit und gleicher Zangenfüllung von 7 % auf 15 %. Dagegen kann hier die größere Routine in der Bedienung (Anlage III) durch die fixierten Transportwege nicht mehr zur Geltung kommen, so daß deren Leistungsvorsprung vermindert wird.

Den größten Einfluß übt jedoch das Zangenfüllgewicht auf die Einlagerungsleistung aus. Bei konstanter Förderlänge und Fahrgeschwindigkeit steigt die Leistung proportional mit dem zunehmenden Füllgewicht an. Bei einer durchschnittlichen Zangenfüllung von 150 kg Anwelkgut (33 % Trockenmasse) liegt damit die Einlagerungsleistung der oben genannten Anlagen zwischen 75 und 95 dz/h (Silos neben der Tenne). Sie könnte bei einem vergrößerten Aufnahmevolumen der Zange von durchschnittlich 200 kg auf 95 bis 120 dz/h gesteigert werden..

3.4.2. Leistung bei Einlagerung von Heu

Grundsätzlich gelten diese Feststellungen auch für die Einlagerung von Heu. Allerdings wird dieses Erntegut in der Regel in einer ebenerdigen längeren Halle abgelegt. Da dieser Raum im Gegensatz zu den Silos auch seitlich frei zugänglich ist, beträgt die durchschnittliche Hubhöhe meist nicht mehr als 5 m. Statt dessen muß das Heu in der Waagerechten weiter befördert werden, so daß der Einfluß der Tiefe des Heulagererraumes größer ist. Bei den untersuchten Anlagen beanspruchte ein Arbeitstakt etwa 90 cmin (durchschnittlich 5 m Hubhöhe und 8 m Waagerechtförderung). Dabei gehen die beiden Bewegungsrichtungen Heben und Waagerechtfördern teilweise ineinander über. In Bild 11

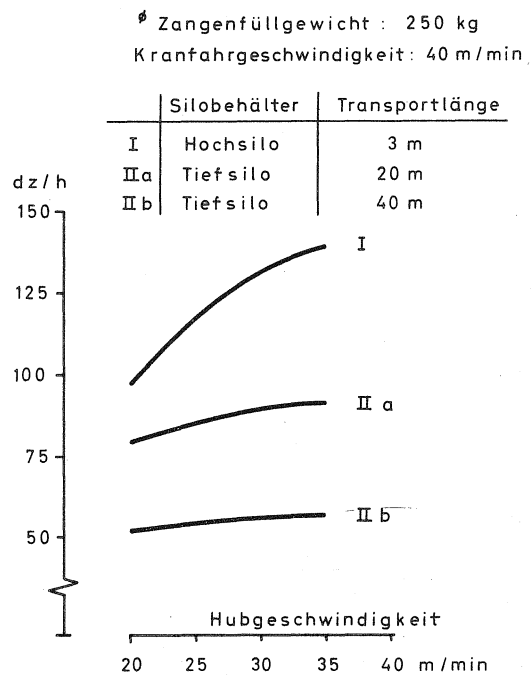


Bild 12: Entnahmeleistung bei Laufkrananlagen in Abhängigkeit von der Hubgeschwindigkeit

wird die Leistung bei der Einlagerung von Heu (80 % Trockenmasse) in Abhängigkeit von der Länge der Förderstrecke bei einer durchschnittlichen Zangenfüllung von 100 und 150 kg wiedergegeben. Danach fällt die Leistung bei einer Verlängerung der Förderstrecke von 5 auf 20 m um über 40 % ab. In den untersuchten Betrieben wurde im Durchschnitt etwa 10 m gefördert, bei einer Zangenfüllung von 100 kg Heu. Die Leistung lag damit zwischen 50 und 60 dz/h.

### 3.4.3. Leistung bei Entnahme aus Hochsilos

Bei der Entnahme aus Hochsilos wird das Futter meist auf einen Futterverteiler mit Kratzboden in der Tenne oder unmittelbar vor dem Stalleingang abgelegt, der ebenfalls an die Durchfahrt grenzt. Damit entfallen lange waagerechte Förderwege für die Krananlage. Wie aus Bild 9 hervorgeht, wird die Zange bei jedem Arbeitstakt zweimal gehoben und gesenkt. Dadurch hängt die Leistung zu einem großen Teil von der Hubgeschwindigkeit der Anlage ab.

In Verbindung mit Tiefsilos werden die Krananlagen häufig zur Futterzubereitung auf den Futtertisch eingesetzt. Hierbei entfällt zwar das zusätzliche Absenken der vollen Zange, statt dessen vergrößert sich der Transportweg in der Waagerechten erheblich.

Den Einfluß der Hubgeschwindigkeit bei der Entnahme aus Hochsilos veranschaulicht Bild 12. Bei gleichbleibender waagerechter Fahrgeschwindigkeit von 40 m/min und einer durchschnittlichen Zangenfüllung von 250 kg erhöht sich die Entnahmelistung von 97 auf 139 dz/h. Dabei beginnt sich die zunächst steil ansteigende Kurve bei einer Hubgeschwindigkeit von etwa 30 m/min bereits abzuflachen, so daß, abgesehen von Bedienungsschwierigkeiten, eine weitere Steigerung über 35 m/min nicht mehr sinnvoll erscheint.

### 3.4.4. Leistung bei Entnahme aus Tiefsilos

Bei Tiefsilos, in Verbindung mit Futterzubereitung in den Stall wird dagegen die Leistung mit zunehmender Transportentfernung durch die Hubgeschwindigkeit immer weniger beeinflusst, wie die immer flacher verlaufenden Kurven des Leistungsanstieges bei 20 m und 40 m Transportentfernung zeigen. Dagegen erhöht sich der Einfluß der Kranfahrgeschwindigkeit (waagrecht) mit zunehmender Transportentfernung. In Bild 13 ist die Entnahmelistung von Laufkrananlagen in Abhängigkeit von der Transportlänge bei verschiedener Fahrgeschwindigkeit und unterschiedlicher Zangenfüllung wiedergegeben. Die Leistung steigt mit zunehmendem Füllgewicht der Zange proportional an, jedoch zeigt sich mit wachsender Transportlänge ein sehr rascher Abfall, der umso steiler wird, je höher das Zangenfüllgewicht ist. Dieser Leistungsabfall kann auch durch Heraufsetzen der Transportgeschwindigkeit von 40 auf 60 m/min nur geringfügig abgeschwächt werden. Wesentlich höhere Geschwindigkeiten sind jedoch bei Anlagen mit Flursteuern, bei denen das Steuergerät mitgetragen wird, aus Sicherheitsgründen nicht möglich. Eine weitere Leistungssteigerung ist nur noch durch schwere Anlagen mit höheren durchschnittlichen Zangenfüllungen möglich.

## 4. Zusammenfassung

Laufkrananlagen ermöglichen einen vielseitigen Einsatz. Bei günstiger Anordnung finden sie zugleich als Einlagerungs- und Entnahmegeräte für Hochsilos und Heubergerräume Verwendung.

Es werden verschiedene Bauweisen kurz beschrieben. Untersucht werden die Losreißkräfte bei der Entnahme von Anwelk- und Maissilage in Abhängigkeit von der Greiferfüllmenge, dem Raumgewicht und dem Trockenmasse-Gehalt. Weiterhin wird der Arbeitszeitbedarf und das durchschnittliche Zangenfüllgewicht bei der Einlagerung und Entnahme von Heu, Anwelksilage und Maissilage ermittelt, differenziert nach verschiedenen Bauarten und Zangengrößen. Der

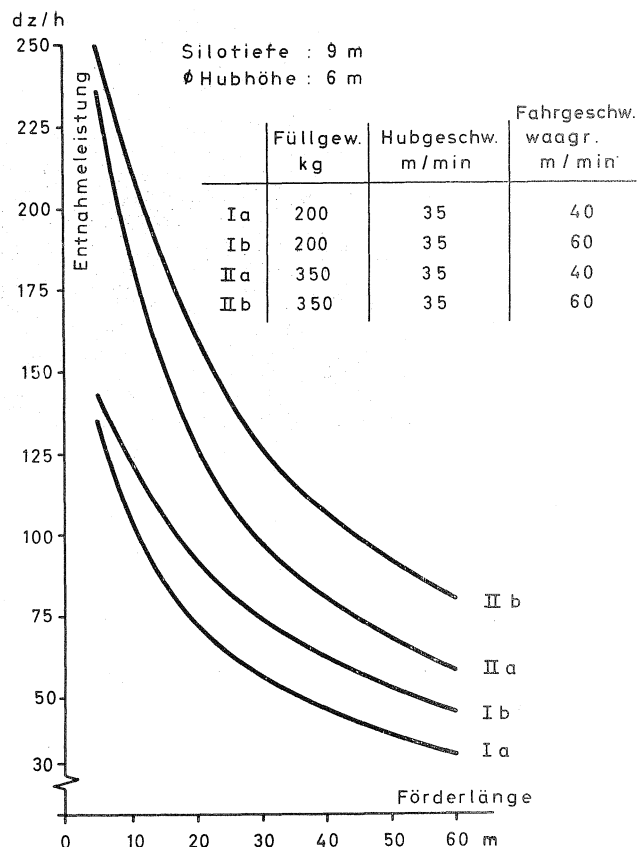


Bild 13: Entnahmelistung bei Laufkrananlagen aus Tiefsilos in Abhängigkeit von der Transportentfernung

Einfluß verschiedener Faktoren wie Fahrgeschwindigkeit, Hubgeschwindigkeit, Förderlänge und Zangenfüllung auf die Leistung der Laufkrananlage wird erörtert.

## 5. Schrifttum

- [1] SCHULZ, H.: Technische Hilfsmittel bei der Winterfütterung von Rindvieh. Landtechnik 22 (1967) S. 582—590
- [2] SCHULZ, H.: Abladen und Fördern von Ladewagengut. Landtechnik 21 (1966) S. 192—198
- [3] SEGLER, G.: Fortschritte in der Mechanisierung der Halmfuttermittelherstellung. Mitteilungen der DLG 58 (1970) S. 1306—1310
- [4] SEIFERT, H.: Greiferanlagen-Bauarten. KTBL-Arbeitsblatt für Landtechnik F-FU 301

## Gärfutterbereitung in Foliensilos

In der Gärfutterbereitung gewinnt das Silieren in Folien zunehmend an Bedeutung. Die wichtigsten Gründe für diese Entwicklung sind:

- Beliebige Wahl der Silogröße, so daß eine gute Anpassung an den Futteranfall und den zu versorgenden Viehbestand gegeben ist. Das problematische Nachsilieren, wie es zur vollen Ausnutzung fester Behälter häufig notwendig ist, kann entfallen.
- Durch die heute sehr preiswerten Kunststoff-Folien entstehen für Foliensilos nur geringe Kosten.
- Keine langfristige Kapitalfestlegung durch den Bau massiver Behälter. Dadurch werden notwendige Änderungen der Betriebsorganisation oder der Futterwirtschaft erleichtert.
- Für die Befüllung und Entnahme ist gegenüber den herkömmlichen Verfahren keine zusätzliche technische Ausrüstung erforderlich.

Das erfolgreiche Silieren in Folien setzt jedoch gewisse Kenntnisse über die Folien, ihre Anwendung und die Siloverschlüsse voraus. Foliensilos verlangen viel Sorgfalt beim Anlegen und müssen regelmäßig überwacht werden. Auch muß bei einer zweckmäßigen Anordnung in Stallnähe genügend Platz vorhanden sein, und ein ausreichender Schutz gegen mechanische Verletzungen z. B. durch Vieh beim Weideaustrieb oder durch spielende Kinder ist vorzusehen. Werden diese Voraussetzungen berücksichtigt, so ist es ohne weiteres möglich, in Folien gleich gute Silagequalitäten zu erzielen wie in festen Behältern.

Von den verschiedenen Formen der Foliensilos haben sich eindeutig die großen Einheiten durchgesetzt. Bestrebungen, in kleinen Säcken oder in Containern zu silieren, sind bisher aus Kosten- und Arbeitsgründen über das Versuchsstadium nicht hinausgekommen. Den Ansprüchen in der Praxis können dagegen folgende Arten genügen:

1. Preßballensilos,
2. Foliensilos,
3. Folienschlauchsilos.

Bei der **Preßballensilage**, die nur bei Anwelkgut möglich ist, wird das Futter, das einen TM-Gehalt von 40 bis 60 % haben sollte, mit Hochdruckpressen verdichtet. Die Ballen wiegen bei dem geforderten Anwelkgut und je nach Kanalkerschnitt und Längeneinstellung etwa 18 bis 30 kg. Bei diesen Gewichten arbeiten Ballenschleudern, Wurfgabeln und Ballenladewagen nicht mehr störungsfrei. Sowohl das Schichten der Ballen auf den Transportwagen als auch das Setzen der Silostapel muß daher von Hand erfolgen. Wegen der geringen Mechanisierungsmöglichkeiten kann je nachdem, ob auf dem Feld oder stationär auf dem Hof gepreßt wird, nur mit Einlagerungsleistungen von durchschnittlich 15 bis 25 dz/AKh gerechnet werden.



Abbildung 1:  
Preßballensilos  
müssen dicht  
gestapelt  
werden



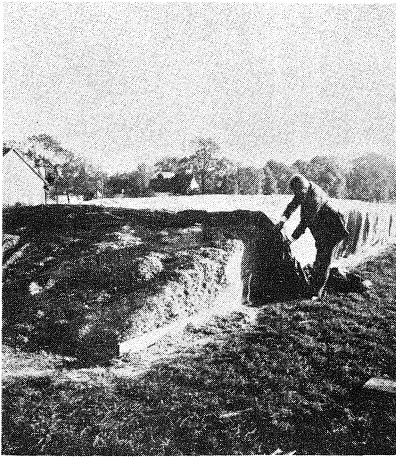
Abbildung 2:  
Hilfsschalung zum Anlegen  
von Foliensilos

Die Ballenstapel sollten auf einer Bodenfolie mit möglichst geringen Zwischenräumen aufgesetzt werden. Die Größe der Preßballensilos wird von der Entnahmemenge bestimmt. Ein Ballenstapel muß in spätestens drei bis vier Wochen verfüttert sein, da bei den erzielbaren Raumgewichten von 120 bis 140 kg TM/m<sup>3</sup> die Gefahr der Nachgärung sehr groß ist. Aus dem gleichen Grund sollte nur alle zwei bis drei Tage entnommen und der Stapel danach wieder abgedichtet werden. Die Entnahme der Ballen selbst geht sehr schnell, und die handlichen Einheiten werden in der Praxis sehr geschätzt.

Beim **Foliensilo**, das für alle Futterarten geeignet ist, wird das aufgeschichtete Gut durch einen Walzschlepper verdichtet. Vor allem bei kleineren Einheiten, die aber auch nicht unter 60 bis 80 m<sup>3</sup> liegen sollten, ist zur Erzielung eines möglichst dichten Abschlusses eine Bodenfolie empfehlenswert. Durch Überfahren des Futterstockes mit den Transportwagen, die mit Hilfe des Kratzbodens bei langsamer Vorfahrt das Futter nach hinten abspulen, ist eine sehr schlagkräftige

Befüllung möglich. Bei Anwelkgut läßt sich in den meisten Fällen eine gewisse Verteilarbeit, deren Umfang von der Schnittlänge des Futters bestimmt wird, von Hand nicht vermeiden; bei Silomais dagegen genügt das Einebnen mit einem Planierschild am Walzschlepper. Mit Ladewagen ist bei Anwelkgut je nach Größe des Ladevolumens eine Bergeleistung von 35 bis 40 dz pro AKh möglich. Die maximale Einlagerungsleistung wird durch den Walzschlepper begrenzt, der bei Anwelkgut je nach Größe in der Stunde 80 bis 120 dz und bei Silomais 160 bis 200 dz ausreichend verdichten kann.

Schwierigkeiten können sich bei dieser Siloform beim Verdichten der Ranzonen ergeben, da der Walzschlepper wegen Kippgefahr einen Sicherheitsabstand vom Rand einhalten muß. Mit einer transportablen Hilfsschalung ist es möglich, den Futterstock exakt aufzusetzen und bis zum äußersten Rand zu befahren. Die Schalungswände bestehen aus wetterfest verleimten Sperrholzplatten. Sie werden mit Schnellverschlüssen in einem Boden-



**Abbildung 3:**  
Auch kurz gehäckselter Silomais ist mit der Hilfsschalung exakt aufzustapeln



**Abbildung 4:**  
Ordnungsgemäß abgedeckter Foliensilo mit Sandsäckchenverschluss

brett, das etwa 10 cm breit unter den Futterstock greift, verankert und gegen Abheben gesichert. Der seitliche Druck wird von Dreieckstützen aufgenommen. Sie bestehen aus Kanthölzern, die an den Verbindungsstellen stumpf gestoßen und mit Knotenplatten aus Sperrholz biegesteif miteinander verbunden sind. Die Wände werden bei Betonböden durch Flacheisen, die unter dem Futterstock hindurchgehen, miteinander verbunden oder bei gewachsenem Boden durch Einschlagen von Ankern gegen seitliches Verschieben gesichert. Das Aufstellen der Hilfsschalung für einen 15 m langen Silo dauert mit zwei AK etwa eine Stunde. Nach der Befüllung werden die Wände wieder abgenommen, und die Schalung ist für den nächsten Silo verfügbar.

Die Raumgewichte liegen beim Foliensilo mit 180 bis 200 kg TM/m<sup>3</sup> genau so hoch wie in massiven Flachsilos. Durch die gute Verdichtung ist das Risiko einer Fehl- oder Nachgärung sehr gering. Selbst bei kleineren Verletzungen der Folie ist bei sachgemäßer Abdeckung nur mit nesterweisem Verderb des Futters zu rechnen, da der zutretende Sauerstoff nicht sehr tief in den Futterstock eindringen kann.

Die Entnahme ist mit den gleichen Geräten wie beim massiven Flachsilo möglich. Auch hier ist bei langeingelagertem Anwelkgut das Vorschneiden nicht zu umgehen.

Neu in der Entwicklung ist das vollmechanische Befüllen von Foliensilos mit einer fahrbaren **Silopresse**, die aus

einem Annahmetisch, einer Preßvorrichtung und einem Formkanal besteht. Auf den Formkanal wird ein Folienschlauch bis zu 30 m Länge aufgezogen, in den das Futter mechanisch gepreßt wird. Der gefüllte Silo, der pro lfd. m etwa 4 m<sup>3</sup> enthält, bleibt auf der Erde liegen, während sich die Silopresse bei der Befüllung langsam vorwärts bewegt. Der Vorschub und damit der Grad der Verdichtung wird durch eine Bremsstrommel an der Silopresse eingestellt, über die zwei Drahtseile zu einer am Anfang des Silos aufgestellten Rückwand aus einem netzbespann-

ten Stahlrohrrahmen laufen. Der Antrieb kann über einen E-Motor oder durch Schlepperzapfwelle erfolgen.

Die Silopresse eignet sich für jede Art von Halmfutter, Silomais und Maiskolbenschrot. Die Befüllleistungen liegen bei Anwelkgut je nach Schnittlänge zwischen 80 und 100, bei Silomais durchschnittlich bei 180 und bei Maiskolbenschrot zwischen 130 und 140 dz/h bei 45% TM.

Der Folienschlauch wird zu Beginn wie ein Sack zugebunden, am Ende dagegen eingerollt und mit Sandsäckchen beschwert. Die Raumgewichte nehmen von außen nach innen zu und erreichen im Mittel sowohl bei Anwelkgut als auch bei Silomais etwa 180 kg TM/m<sup>3</sup>. Diese Verdichtung ist für einen guten Gärverlauf ausreichend und läßt beim Öffnen keine Nachgärungen erwarten, zumal die Folie über die gesamte Silolänge dicht am Futter anliegt.

Beim Öffnen wird die unverstärkte, 0,2 mm starke PE-Folie aufgeschnitten. Grundsätzlich sind an die Folien sehr hohe Anforderungen zu stellen, wenn ungünstige Gärbedingungen wie kleine Einheiten, schwer vergärbare Futterarten und geringe Raumgewichte gegeben sind. Bei Preßballensilos sind daher die stabileren Folien aus PVC- und PE-Bändchengewebe zu empfehlen. Unverstärkte PE-Folien, die heute bereits in unverschweißten Breiten bis zu 12 m und in Rollenlängen bis 100 m hergestellt werden, dienen dagegen mehr zum Abdecken von großen und gut verdichteten Futterstöcken (Folienfahr-silos, Silopresse). Da sie leichter mechanisch verletzt werden können und keine sehr hohe Weiterreißfestigkeit besitzen, ist beim Auflegen eine schonende Behandlung geboten. Der häufig herausgestellte Unterschied zwischen PE und PVC in der Gasdichtigkeit kommt bei den angegebenen Folienstärken unter den Praxisbedingungen nicht zur Auswirkung, und die PE-Folien ab 0,15 mm erfüllen die diesbezüglichen Anforderungen in der Silowirtschaft voll und ganz.

Bei Verwendung der Folien im Freien kommt der Einfärbung eine besondere Bedeutung zu. Schwarze Folien erwärmen sich bei direkter Einstrahlung sehr

**Abbildung 5:**

Mit einer neu entwickelten Silopresse können Folienschläuche voll ausgepreßt werden



2 Fotos: Verfasser



stark (bis zu 80° C), verlieren an mechanischer Festigkeit und geben einen Teil der Wärme auch an die oberen Schichten des Futters weiter. Transparente Folien lassen die Sonnenstrahlen durch, führen ebenfalls zu einer unerwünschten Erwärmung des Futters und neigen zu starker Kondenswasserbildung, die wiederum die Entwicklung von Schimmelpilzen begünstigt. Aus diesen Gründen sollten bei unbedachten Silos sowohl bei PE als auch bei PVC nur deckend weiß eingefärbte Folien zum Einsatz kommen.

Ein wichtiger Gesichtspunkt für die Praxis ist weiterhin der Folienpreis. PVC-Folien und PE-Bändchengewebe sind um ein Vielfaches teurer als die und das Futter kann mit den bekannten Geräten entnommen werden. Die Entnahme ist wesentlich einfacher als bei den Fahrtilos, da die Schichtung im Futterstock nicht horizontal, sondern vertikal verläuft. Auch Anwelkgut kann daher ohne Vorschneiden entnommen werden.

#### Auswahl der Folien

Wichtige Forderungen an eine Silofolie sind ausreichende Geschmeidigkeit und mechanische Festigkeit im Temperaturbereich von - 20 bis + 80° C, Säurefestigkeit, hohe Gasdichtigkeit, UV-Beständigkeit und physiologische Unbedenklichkeit. Als Deckplanen sollten daher nur PE-Folien von 0,15 bis 0,20 mm, verstärkte PE-Folien, PVC-Folien von 0,20 bis 0,40 mm und die bisher in der Landwirtschaft wenig verbreiteten Butylfolien Verwendung finden. Als Bodenfolien genügen dagegen PE-Folien von etwa 0,10 mm.

unverstärkten PE-Planen. Um wenigstens eine annähernd gleiche Wirtschaftlichkeit zu bekommen, müssen die teuren Folien mehrere Jahre in Verwendung bleiben. Dies bedingt, daß sie nach jedem Einsatz gereinigt, eventuelle Löcher ausgebessert und sorgsam, vor allem mäuseicher aufbewahrt werden müssen. Da diese Arbeiten nicht sehr beliebt sind, ist in der Silowirtschaft ein starker Trend zur Einwegfolie festzustellen.

#### DLG-Prüfung

Viele der oben geforderten Eigenschaften kann der Verbraucher an den Folien nicht erkennen und beurteilen. Um ihn dennoch vor unliebsamen Überraschungen zu schützen, unterzieht die DLG die Silofolien einer strengen Untersuchung und versieht sie nach Erfüllung der Anforderungen mit dem DLG-Prüfzeichen für Siloabdeckfolien (gelbe Schrift bei PE, rote Schrift bei PVC). Bewährte und mit dem Prüfzeichen versehene Folien werden durch Proben aus der laufenden Produktion auf ihre gleichbleibende Qualität überwacht. Da die DLG-Prüfung freiwillig ist, sagt das Prüfzeichen nicht aus, daß alle ungeprüften Folien für die Silowirtschaft ungeeignet sind. Das Qualitätsmerkmal ist aber für den Landwirt eine echte Empfehlung und eine wertvolle Hilfe beim Kauf der Siloplanen.

#### Siloverschlüsse

Sehr wesentlich für das Gelingen der Silage in Foliensilos sind dichte Verschlüsse. Die einfachste Form der Abdichtung ist das Bewerfen des Folienrandes mit Erde. Vielfach wird

auch rings um den Futterstock eine Furche gezogen, die Folie eingelegt und dann mit dem ausgeworfenen Pflugbalken beschwert. Beide Verschlussarten sind für große Siloeinheiten und bei Verwendung von Einwegfolien geeignet, da bei Öffnen des Silos vor allem bei gefrorenem Boden im Winter die Folie nicht ohne Verletzungen herausgezogen werden kann.

Eine bessere Abdichtung ist bei Verwendung einer Bodenfolie zu erzielen, wenn die um etwa 50 cm überstehenden Ränder der Deck- und Bodenfolie übereinandergelegt, gemeinsam eingeroilt und der entstehende Folienvulst mit Sandsäckchen beschwert wird.

Um das Flattern der Folien, das einen unerwünschten Luftaustausch bewirkt, zu verhindern, müssen die Foliensilos verschnürt oder mit alten Autoreifen oder Sandsäckchen beschwert werden. Diese Maßnahme ist besonders wichtig bei großflächigen Planen und bei den leichten PE-Folien. Sehr gut bewährt hat sich auch der Einsatz einer Zweitfolie, die eine sehr dünne PE-Folie oder die alte Abdeckplane aus dem Vorjahr sein kann. Sie ist unter der eigentlichen Abdeckplane vom Windzugriff geschützt und liegt dem Futter immer dicht an.

Das Silieren in Folien wird sich nicht überall durchführen lassen, und auch nicht jeder Betriebsleiter wird bereit sein, dieses Verfahren anzuwenden. Dem kundigen Landwirt gibt es aber die Möglichkeit, die Silagebereitung mit sehr geringem Kapitalaufwand durchzuführen und damit eine echte Chance, die Produktionskosten in der Veredlungswirtschaft zu senken.



Abb. 7  
Beim Öffnen des Silos wird der Folienschlauch aufgeschnitten. Die Silage kann mit dem Flachsilo bekannten Geräten entnommen werden

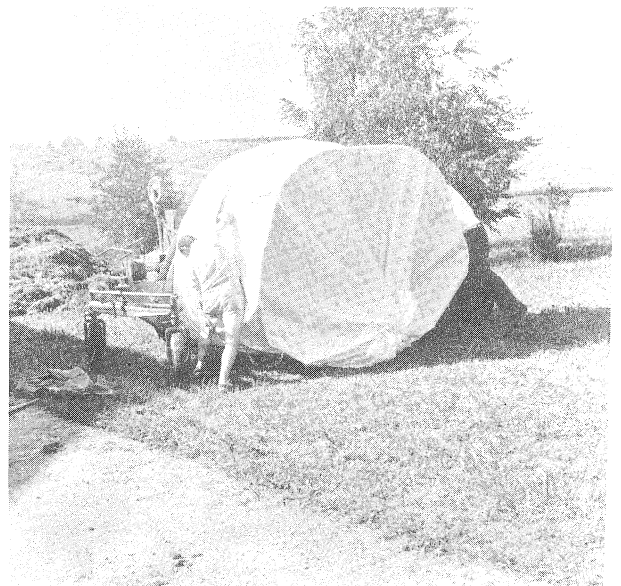


Abb. 6  
Auf den Formkanal können bis zu 30m Folienschlauch, der am Anfang wie ein Sack zugebunden wird, aufgezogen werden.

Heinz Schulz und Heinrich Pirkelmann

## Neue Erkenntnisse und Entwicklungen beim Flachsilo

Neben den bewährten Formen des Hoch- und Tiefsilos gewinnt der neuzeitliche Flachsilo immer mehr das Interesse der landwirtschaftlichen Praxis. Die Gründe dafür liegen auf der Hand: Flachsilos kann man mit hohem Anteil an Eigenleistungen meist recht preiswert erstellen, sie lassen sich auf einfache, leistungsfähige und funktionssichere Weise mechanisieren, und man kann in ihnen nach neueren Erkenntnissen gleich gute Silagequalitäten bei niedrigen Verlusten wie in anderen Siloformen erzielen. Dies setzt allerdings einige Sorgfalt beim Befüllen, Verdichten und Abdecken des Futters im Flachsilo voraus, wie auch die anderen Nachteile und Besonderheiten dieser Siloform, wie z. B. der hohe Platzbedarf berücksichtigt werden müssen. Diesbezügliche Planungsgrundsätze sind aus der KTL-Flugschrift Nr. 16 „Der Flachsilo, Technik und Arbeitswirtschaft“ zu entnehmen bzw. dürfen inzwischen als bekannt vorausgesetzt werden. Eine gute Hilfe für Planung und Ausführung von Flachsilos ist auch von den Anfang 1971 erscheinenden KTBL-Arbeitsblättern: „Allgemeine Anforderungen an den Flachsilo“ Nr. F 1.21 und „Flachsilostrukturen“ F 1.25 — F 1.30, zu erwarten.

### Tendenzen im Flachsilobau

Weniger bekannt ist sicherlich, daß der Flachsilo in der BRD seinen Marktanteil am neuerstellten Siloraum auf etwa 40 Prozent erhöhen konnte. Mit einer weiteren Zuwachsrate von ca. 2 Prozent jährlich ist zu rechnen. Dies bedeutet, daß in den nächsten Jahren etwa 500 000 m<sup>3</sup> Flachsiloräum jährlich neu gebaut wird, vorausgesetzt, daß sich neuartige, konkurrierende Konservierungsverfahren noch nicht so schnell durchsetzen. Der weitaus größte Teil des noch benötigten Siloraums wird auf Süddeutschland entfallen, vor allem wegen des verstärkten Silomaisanbaus. Demgegenüber verhält sich der norddeutsche Raum mit Investitionen auf dem Silosektor wesentlich zurückhaltender: hier haben Foliensilos der verschiedensten Art den Massivbehälter schon in großem Umfang ergänzt.

Während neue Bauweisen und Baustoffe beim Hochbehälter sich schon stärker durchgesetzt und dort die bisher stark verbreitete Betonbauweise auf etwa 50 Prozent Marktanteil zurückgedrängt haben (weitere 40 Prozent werden aus Holz und 10 Prozent aus Metall und Kunststoff gebaut), steht die Anwendung von Leichtbaukonstruktionen beim Flachsilo erst bevor. Hier dürften vor allem einige im Rahmen eines KTBL-Forschungsauftrages entwickelte Holz- und Sperrholzkonstruktionen Verbreitung finden, aber auch von der Kunststoffseite her bieten sich neue Möglichkeiten. Vorerst ist aber der Baustoff Beton immer vorherrschend — wie auch aus der im letzten Teil dieses Beitrages beschriebenen Erhebung hervorgeht.

### Zweckmäßige Abmessungen

Von den verschiedenen Flachsiloformen hat sich der ebenerdig angelegte, oder in einen Hang eingeschnittene Behälter mit

vorderer Einfahrmöglichkeit und rückseitiger Rampe sowie mit Gefälle zur vorderen Entnahmeseite als besonders vielseitig in Bezug auf Befüllung und Entnahme gezeigt (Abb. 1). Aber auch vom bautechnischen Standpunkt ist diese Form wegen der beidseitig nutzbaren Seitenwände und den Erweiterungsmöglichkeiten zur Seite hin vorzuziehen. Demgegenüber schließen wannenförmig in den Boden versenkte Flachsilos diese Möglichkeiten aus.

Bei der Wahl der Silobreite bestimmt die Spurbreite des Walzschleppers das kleinstmögliche, und die zur Vermeidung von Nachgärungen notwendige tägliche Entnahmemenge das größtmögliche Maß. Die zum einwandfreien Festwalzen bisher geforderte Mindestbreite von 3,5 m reicht bei den heute üblichen Schlepperstärken meist nicht mehr aus; 4,0 m sollten besser angestrebt werden. Auch bei der Silohöhe ist eine steigende Tendenz zu verspüren, statt des bisherigen Normmaßes von 2,0 m sollte man einen Spielraum bis 2,5 m lassen. Flachsilos bis 2,5 m Höhe sind übrigens nach der neuen bayerischen Bauordnung genehmigungsfrei und es ist zu hoffen, daß auch die anderen Bundesländer nachziehen.

Allerdings ist beim Übergang auf größere Flachsilohöhen auch die Silolänge zu vergrößern, denn nur wenn beide Maße im richtigen Verhältnis stehen, kann der Behälter vollgefüllt werden, da Schlepper und Wagen je einen bestimmten Neigungswinkel beim Befahren des Futterstockes nicht überschreiten können. Als Faustzahl sollte man ein Verhältnis von Höhe zu Länge von mindestens 1:7,5 beim Fahrsilo mit rückseitiger Auffahrrampe und von mindestens 1:10 beim Durchfahrsilo ohne Rampe annehmen. Ein Fahrsilo mit 2,0 m Höhe soll also eine Mindestlänge von 20 m haben, wenn Schlepper und Wagen ohne Rampe den Futterstock erklettern müssen. Mit einer rück-

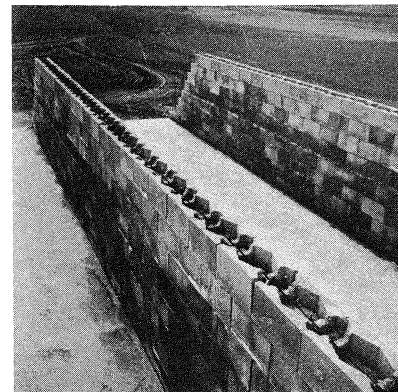
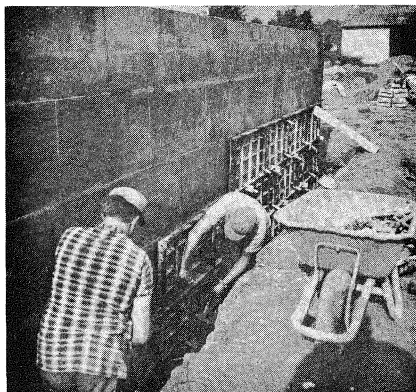
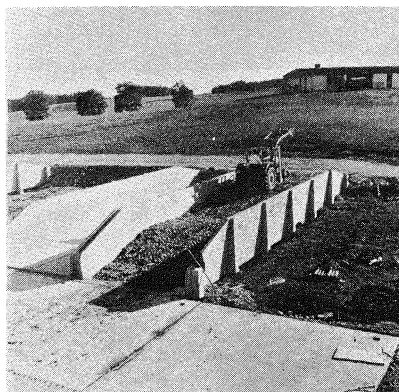


Abb. 1: Flachsiloanlage mit hinterer Rampe — Abb. 2: Zweckmäßige Stahlschalung für den Bau von monolithischen Flachsilos — Abb. 3: Erstellung eines Flachsilos aus Schalungssteinen in Eigenleistung

seitigen Rampe hingegen kann man die Silolänge auf 15 m verkürzen, ohne daß zuviel Totraum entsteht.

Leider sind diese Zusammenhänge noch immer nicht überall bekannt und unmögliche Abmessungen, z. B. mit 10 m Länge, 3 m Höhe und 6 m Breite werden zuweilen noch geplant. Sie führen dazu, daß der Landwirt diese Behälter leider nicht auf normale und zweckmäßige Weise durch Befahren mit Schlepper und Wagen befüllen kann, sondern wesentlich aufwendiger, etwa mit Gebläse oder Förderband arbeiten muß.

#### Bewährte und neue Bauweisen

Zementgebundene Baustoffe wie Ortbeton, Schalungssteine und Betonfertigteile herrschen im Flachsilo-bau immer noch vor. Richtig gebaute Behälter aus diesen Materialien zeichnen sich durch eine hohe Beständigkeit gegen Witterung und mechanische Beschädigungen (Festwalzen des Futters mit Schlepper, Entnahme durch Frontlader, Greifer oder Selbstfütterung) aus, erfordern aber in der Regel Schutz gegenüber den aggressiven Gärsäuren.

Die monolithische Bauweise, bei der Bodenplatte und Wände in stahlbewehrtem Ortbeton gegossen werden, verlangt eine arbeitsparende, stabile und glatte Schalung sowie eine gleichmäßige und genau dosierte Betonzusammensetzung, damit wirklich dichte Sichtbetonwände entstehen, die unverputzt bleiben können (Abb. 2). Diese Bauweise gehörte daher bisher vorwiegend in die Hand von Spezialfirmen. Durch die neuerdings stärkere Verbreitung von Patentschalungen, Transportbeton und Innenrüttlern sind jedoch nunmehr oft auch die wichtigsten Voraussetzungen zum Bau von Flachsilo durch den örtlichen Bauunternehmer gegeben. Auch auf dem Sektor des Betonschutzes durch geeignete Siloanstriche sind Fortschritte erzielt worden, dies betrifft insbesondere Materialien auf Kunststoffbasis. Durch die bevorstehende DLG-Prüfung von Siloanstrichen sind weitere Verbesserungen zu erwarten.

Da ein großer Teil von Flachsilo nach wie vor in Eigenleistung erstellt wird, hat sich die in Weihenstephan entwickelte Schalungssteinbauweise (Abb. 3) sehr schnell durchgesetzt, und zwar vor allem im süddeutschen Raum, wo sich erst in jüngster Zeit eine spezialisierte Silobaufirma intensiver um monolithische Flachsilo bemüht. Geeignete Schalungssteine, die das Einbringen einer ausreichenden horizontalen und vertikalen Bewehrung zulassen, werden inzwischen von zahlreichen Werken im gesamten Bundesgebiet geliefert und genaue Konstruktionszeichnungen und Bauanleitungen sind verfügbar. So sehr der Schalungsstein vom „Do-it-yourself-Landwirt“ geschätzt wird,

so ablehnend verhält sich häufig noch der Maurer — genau wie seinerzeit beim Aufkommen des Hohlblocksteins!

Montageflachsilo aus mehr oder weniger großen Betonfertigteilen setzen sich nunmehr stärker durch, wengleich sie noch nicht immer in preislicher Hinsicht befriedigen. Zwischen primitiven, luftdichten, aber leicht auch auf gewachsenem Boden aufzustellenden und versetzbaren Lösungen aus Dreieckstützen mit Plattenauskleidung über die stützenfreie, noch selbst zu montierende und luftdichte Lochplattenbauweise (Abb. 4) bis hin zu voll vorgefertigten Konstruktionen, bei denen Eigenleistungen nicht mehr möglich sind, reicht hier die Skala.

Immer mehr wird jedoch im Flachsilobau der Wunsch nach preiswerten, einfach und schnell zu montierenden, gärsäurebeständigen und versetzbaren Leichtbauweisen laut, wobei der Gesichtspunkt der jahrzehntelangen Haltbarkeit weniger stark zählt. Verschiedene Konstruktionen, die diese Voraussetzungen erfüllen, konnten inzwischen entwickelt und auch bereits in der Praxis erprobt werden. Holz, Holzwerkstoffe, Stahlprofile und Kunststoff sind geeignete Baumaterialien für derartige Leichtbauflachsilo. Sie eignen sich entweder für die völlige Selbstherstellung oder aber auch für die industrielle Vorfertigung der Einzelelemente und Montage durch werkseigene Kräfte oder durch den Landwirt selbst. Durch das geringe Gewicht ist nämlich der frachtgünstige Transport über weite Entfernungen und damit eine wichtige Voraussetzung für große Serien gegeben.

Alle diese Leichtbauweisen werden auf eine neu zu erstellende oder auch vorhandene Bodenplatte aus Ortbeton aufgebaut. Die Verbindung der Elemente mit dieser erfolgt durch Anschrauben über einbetonierte Anker oder Schlagbohr-Dübel. Letztere haben sich auch bei neuhergestellten Betonbodenplatten gut bewährt, da man beim Betonieren nicht auf den genauen Sitz von Anker achten muß, sondern die Anordnung der Dübel erst beim Aufstellen der Wandelemente zu bestimmen braucht. Dabei ist lediglich darauf zu achten, daß die zu bohrenden Dübellöcher nicht auf die Stahlbewehrung der Bodenplatte fallen. Wird der Silo in späteren Jahren nicht mehr benötigt, oder soll er versetzt werden, kann man die Wandteile abschrauben, und die verbleibende Betonfläche anderweitig verwenden.

Der Holzflachsilo aus Dreieckstützen und Auskleidung mit Nut- und Federbrettern (Abb. 5) wird vor allem von Landwirten, die eigenes Holz verwerten möchten, selbst gebaut. Er wird aber auch schon in dieser oder in abgewandelter Form von einzelnen Siloherstellern oder Sägewerken geliefert. Die durch einfache, aber sehr haltbare Weise mit Hilfe von aufgenagelten Knotenplatten aus wetterfest verleimten Douglas-Fir-Sperrholz aus Kanthölzern zusammengefügte Dreieckstützen werden auf

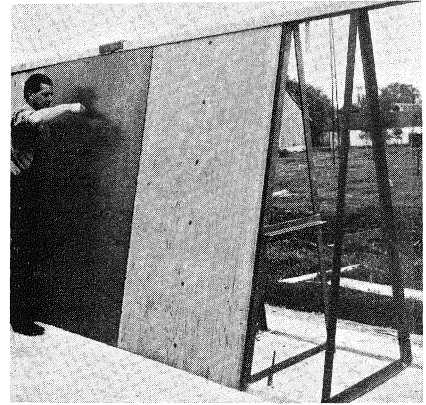
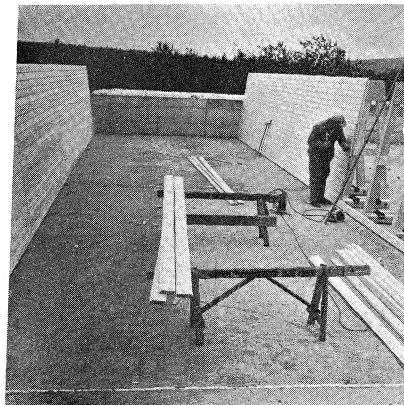
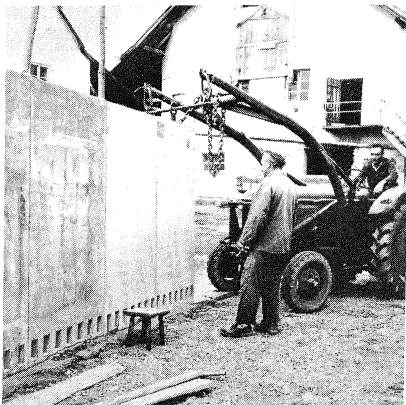


Abb. 4: Montage eines Fertigteilflachsilos aus Lochplattenelementen — Abb. 5: Flachsilowand aus mit Nut- und Federbrettern verkleideten Kantholzdreieckstützen — Abb. 6: Diese Konstruktion mit Dreieckstützen aus Winkelstahl und Sperrholzauskleidung eignet sich gut für die Vorfertigung

die bereits beschriebene Weise mit der Bodenplatte verschraubt und mit waagrecht angeordneten Nut- und Federbrettern, oder bei höheren Ansprüchen an die Luftdichtigkeit auch mit Douglas-Fir-Sperrholz verkleidet. Die Konstruktion erlaubt es, mit den gleichen Stützen sowohl einseitig verschaltete Seitenwände, wie beidseitig verschaltete Mittelwände herzustellen.

Anstelle der Dreieckstützen aus Kantholz kann man auch solche aus Winkelstahlprofilen verwenden, die mit aufgeschraubten Sperrholzplatten ein- oder beidseitig ausgekleidet und stabilisiert werden. Diese sehr leichte und elegante Bauweise würde sich gut für die Vorfertigung eignen (Abb. 6).

Von den verschiedenen Kunststoffen kommt für den Flachsilo-bau aus statischen Gründen vor allem glasfaserverstärktes Polyester infrage. Fertigelemente aus diesem Material — die vorerst nur versuchsweise erprobt, und noch nicht serienmäßig hergestellt werden — hätten den Vorteil des geringen Gewichts, der leichten Montage, der hohen Gasdichtigkeit und der Säurebeständigkeit. Es hat sich gezeigt, daß es heute schon technisch möglich, aber noch nicht preislich interessant ist, Flachsilo-elemente nur aus Kunststoff herzustellen. Demgegenüber erscheint eine Verbundkonstruktion aus Stahlprofilen und Polyester — zumindest nach dem gegenwärtigen Preisstand — wirtschaftlich leichter zu realisieren.

Ein schon versuchsweise erprobter Vorschlag sieht  $125 \times 250$  cm große Elemente vor, die aus einem mit glasfaserverstärktem Polyester ausgekleideten und stabilisiertem Winkelstahlrahmen bestehen (Abb. 7). Die Festigkeitseigenschaften von Stahl und Kunststoff ergänzen sich dabei in statisch günstiger und wirtschaftlicher Weise. Derartige Elemente, die wie die schon erwähnten Holzflachsilo mit der Betonbodenplatte unter Verwendung von Dichtungsprofilen verschraubt werden, eignen sich nicht nur zum Bau von Flachsilowänden, sondern darüber hinaus vielseitig für polygone und kastenförmige Behälter zur Lagerung von Flüssigkeiten wie Wasser, Gülle oder Minerallösungen sowie von Schüttgütern wie Getreide oder losem Minerallager (Abb. 8).

#### Lastverhältnisse in Flachsilowänden

Bei der zu erwartenden stärkeren Entwicklung und Anwendung von Leichtbauweisen ist die Kenntnis der statischen Zusammenhänge bei der Belastung einer Flachsilowand durch den vom Walzschlepper verdichteten Futterstock außerordentlich wichtig. Grundsätzlich herrschen im Flachsilo ganz andere Lastverhältnisse als im Hochsilo, bei dem sich das Futter durch Eigendruck verdichtet. Während im Hochsilo die Annahme des halben bis vollen Wasserdrucks (je nach Anwelkgrad des Futters) gerecht-

### Wandelemente aus Stahlrahmen und glasfaserverstärktem Polyester für Silos und Behälter

#### Anwendungsmöglichkeiten

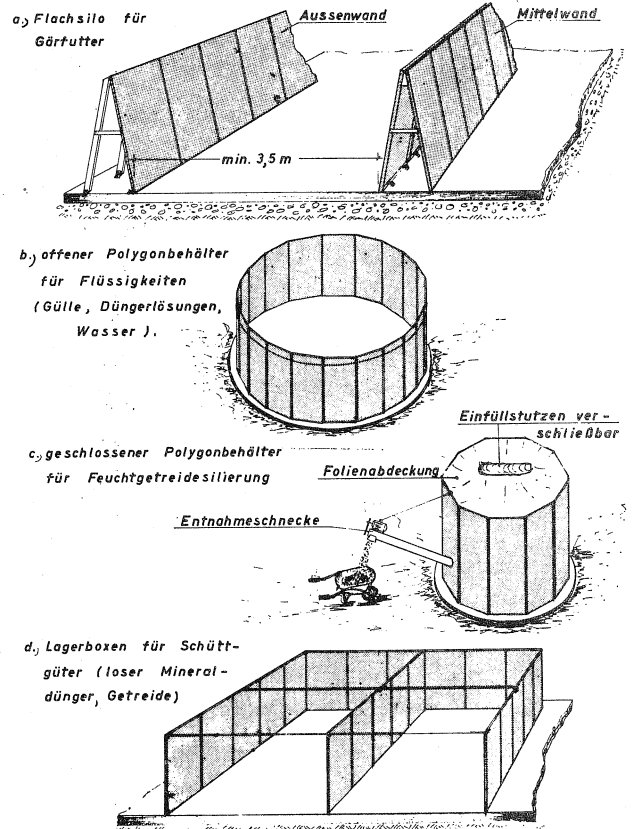


Abb. 8: Wandelemente aus Stahlrahmen und glasfaserverstärktem Polyester für Silos und Behälter

fertigt erscheint, zeigen neuere Untersuchungen, daß weder das Lastbild, noch die Lasthöhe des Wasserdrucks mit den Verhältnissen im Flachsilo verglichen werden kann. Weiterhin können die im Flachsilo durch den Walzschlepper verursachten hohen Punktlasten nicht durch die Annahme des Wasserdrucks berücksichtigt werden.

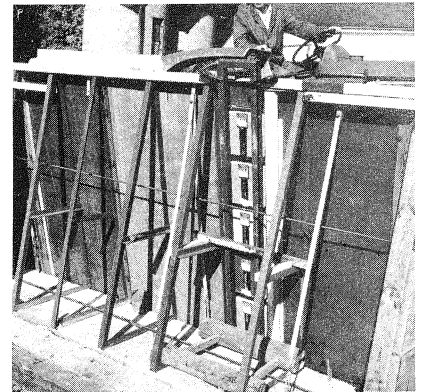
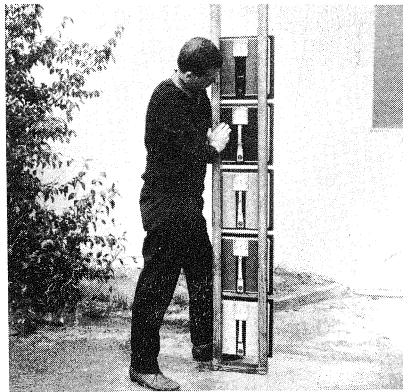
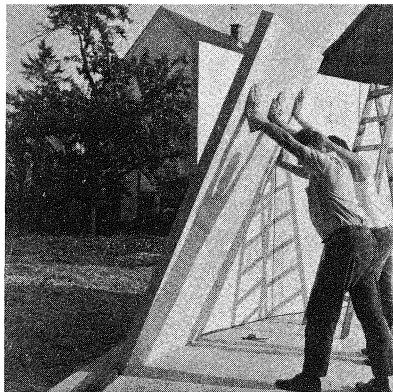


Abb. 7: Aufschrauben einer Flachsilowand mit Fertigelementen aus Winkelstahlprofilen, die mit glasfaserverstärktem Polyester überspannt sind — Abb. 9: Transportable Meßvorrichtung zum Feststellen der Seitendrücke im Flachsilo — Abb. 10: In eine Flachsilowand eingebaute Meßvorrichtung

**Seitendruck im Flachsilo in  $kg/m^2$  bei Silomais**

(26% TM, 6 mm theoretische Häcksellänge)

Füllhöhe 1,8 m, Hinterachslast des Walzschleppers 1300 kg  
Wandneigung 20 %

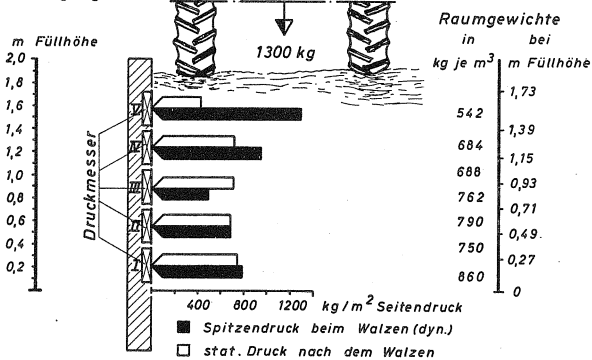


Abb. 11

Bei den bisherigen Massivbauweisen aus Stahlbeton oder bewehrtem Formsteinmauerwerk führte diese falsche Einschätzung der Seitendrücke bisher nur selten zu einer Beschädigung oder gar zu einem Einstürzen der Wände, da diese Materialien über eine sehr gute Verteilung der Punktlasten verfügen. Bei den neuen Leichtbauweisen aus Holz, Stahl und Kunststoff, also aus weitgehend elastisch verformbaren Stoffen müssen jedoch — um Schäden zu vermeiden — die echten Lastverhältnisse berücksichtigt werden. Hierzu wurden eingehende Untersuchungen angestellt, über die nachfolgend erstmals berichtet wird:

**Meßvorrichtung**

Zur Messung der auftretenden Belastungen dienten flache Personenwaagen in einer stabilen und geeichten Ausführung mit einem Meßbereich bis zu 170 kg. Auf die Unterseite der Waagen wurden Sperrholzplatten mit den Maßen 32 x 32 cm aufgeschraubt, so daß sich pro Waage etwa  $1/10 m^2$  Belastungsfläche ergab. Vor dem Einbau wurden die Waagen auf ihre Genauigkeit und auf die Dauerbelastbarkeit geprüft. Dabei ergaben sich bei niedriger Belastung bis 20 kp Abweichungen bis zu maximal 5 Prozent, im Bereich von 50 kp bis maximal

**Entwicklung des Seitendruckes im Flachsilo nach Abschluß der Befüllung mit Zuckerrübenblatt.**

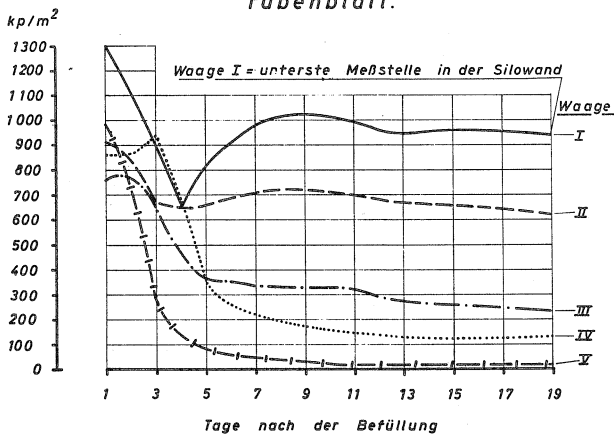


Abb. 12

2 Prozent und bei 100 kp und mehr maximale Abweichungen von 1 Prozent. Durch eine Dauerbelastung über 15 Std. ergaben sich keinerlei Veränderungen.

Trotz der relativ hohen Abweichungen im niedrigen Meßbereich erschienen die Waagen als geeignet, da sie unempfindlich gegen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen sind, durch das Übertragungssystem der Waage auch bei ungleichmäßiger Belastung eine genaue Messung zulassen und weil der Kraftverlauf sehr gut optisch verfolgt und in der tatsächlichen Größe sofort abgelesen und auch gefilmt werden kann. Außerdem lagen die meisten Meßwerte im Bereich von 50 bis 150 kp, so daß nur mit Meßfehlern von 1 bis 2 Prozent zu rechnen ist.

Um den Verlauf der vertikalen Belastung der Silowand erkennen zu können, wurden 5 Waagen auf einem stabilen Eisenrahmen übereinander geschraubt (Abb. 9). Zwischen den Belastungsflächen der Waagen waren Abstände von 2 bis 3 cm. Die Meßvorrichtung wurde in die Aussparungen der Silowände so eingesetzt, daß die Innenseite der Silowand und die Unterseite der Waagen genau miteinander abschnitten. Um zu vermeiden, daß sich Futter zwischen die einzelnen Waagen und zwischen Silowand und Meßvorrichtung einklemmt und das Spiel der Waagen beeinträchtigt, wurde über die Meßvorrichtung eine starke Folie, die mit der Silowand verklebt wurde, gelegt. Die Waagen konnten von außen abgelesen werden (Abb. 10).

**Meßergebnisse**

Bei den durchgeführten Wanddruckmessungen ist zwischen dynamischen und statischen Kräften zu unterscheiden. Erstere entstehen durch den Walzschlepper, der an der Silowand entlangfährt, letztere nach dem Walzen durch den Eigendruck des Futters.

Die höchsten Belastungen entstehen durch den Walzdruck des Schleppers, der sich zum Teil sogar an der Wand abstützt. Maximal wurden an dynamischen Kräften 1500 bis 1600  $kp/m^2$  gemessen. Diese hohen Belastungen treten nur in der unmittelbaren Walzzone bis zu einer Tiefe von 30 bis 35 cm auf. Darunter nimmt der Druck im Bereich der folgenden Meßstelle merklich ab, um bei der dritten Meßstelle unter den statischen Druck abzusinken (Abb. 11 Meßstelle V, IV und III). Bei der zweiten und ersten Meßstelle wirkt sich der Walzschlepper kaum mehr aus, so daß statischer und dynamischer Druck annähernd gleich bleiben (Abb. 11 Meßstelle II und I).

Der statische Druck nach dem Walzen ist in der obersten Zone wesentlich geringer als der dynamische, da sich das festgewalzte Futter wieder entspannt. An den nach unten folgenden Meßstellen ergaben sich annähernd gleiche Belastungsverhältnisse von 600 bis 800  $kp/m^2$ . Nur an der untersten Waage lagen auch die statischen Drücke etwas höher und erreichten bei Rübenblatt im Laufe der Silobefüllung bis zu max. 1200  $kp/m^2$ .

Sehr entscheidend für die Höhe der Belastung ist der Abstand des Walzschleppers von der Silowand. Die oben angegebenen Spitzendrücke von 1500 bis 1600  $kp/m^2$  treten nur auf, wenn der Schlepper unmittelbar an der Wand entlangfährt und direkten Kontakt hat. Fährt der Schlepper in einem Abstand von 10 cm, so nehmen die Wanddrücke bereits ab. Bei Vergrößerung der Abstände auf 20, 30 und 40 cm ist eine weitere Druckabnahme festzustellen und es wurden nur noch Drücke von maximal 900 bis 1000  $kp/m^2$  gemessen, wenn die Futteroberfläche etwa 10 cm über der Oberkante der Waage lag, und 400 bis 500  $kp/m^2$ , wenn Futterstockoberfläche und Oberkante Waage miteinander abschnitten. Im letzteren Fall ist jedoch eine beachtliche Druckzunahme bis nahezu 1000  $kp/m^2$  bei der dar-

unter liegenden Meßstelle zu beobachten. Der Grund dafür liegt darin, daß durch den Walzschlepper das Futter oben von der Wand weggezogen wird und sich der Walzdruck des Schleppers erst in den tieferen Futterschichten bis zur Silowand förtplanzt.

Auch in Längsrichtung der Silowand konnte festgestellt werden, daß es sich bei den durch den Walzschlepper hervorgerufenen Seitendrücken um ausgesprochene Punktlasten handelt. Die Waagen sprachen erst an, wenn die Achsmittle des unmittelbar an der Wand fahrenden Schleppers nur noch ca. 40 cm von der Waagenmitte entfernt war.

Das Gewicht des Walzschleppers hat zwar auf die Walzleistung einen großen Einfluß, wirkt sich aber auf den Wanddruck kaum aus. Schwere Schlepper haben nämlich eine größere Bereifung und bringen pro  $\text{cm}^2$  nicht mehr Druck auf den Boden als die kleineren. So ist auch zu erklären, daß vielfach die Vorräder pro  $\text{cm}^2$  eine gleich hohe oder höhere Belastung verursachen als die Hinterräder.

Die Futterart hat auf den dynamischen Druck keine Auswirkung, da dieser durch den Walzschlepper bestimmt wird. Auch bei den statischen Drücken konnten zwischen Anweilgut und Mais keine gesicherten Unterschiede festgestellt werden. Bei Zuckerrübenblatt stieg dagegen der statische Druck ab einer Füllhöhe von 1,10 m an der untersten Meßstelle bis zu  $1200 \text{ kp/m}^2$  an, während er in den höher gelegenen Schichten den übrigen Futterarten glich ( $600$  bis  $800 \text{ kp/m}^2$ ). Auch in der Druckabnahme nach der Befüllung ergaben sich gewisse Unterschiede. So war nach den ersten Tagen beim Rübenblatt (Abb. 12) ein wesentlich stärkerer Rückgang des Wanddruckes zu verzeichnen als bei Gras und Mais (Abb. 13).

Während sich aber bei den letzteren Futterarten gleichmäßig eine langsame Verringerung der Wandbelastung bei allen Meßstellen fortsetzte, stieg der Druck nach 3 Tagen beim Rübenblatt bedingt durch den Sickersaftaustritt und nachträglichen Setzvorgang an der untersten Waage innerhalb von 5 Tagen von  $650$  auf  $1030 \text{ kp/m}^2$  an. Auf der 2. Waage war eine leichte

Die beim Festwalzen mit dem Schlepper auftretenden Spitzenlasten wirken nur auf eine relativ kleine Fläche von ca.  $0,6 \text{ m}^2$ . Durch eine in Längsrichtung möglichst steife Ausbildung der Silowand können sie verteilt und daher abgebaut werden, so daß bei der Berechnung der Tragfähigkeit einer Flachsilo wand keineswegs voll mit den dynamischen Spitzenlasten gerechnet werden braucht. Vielmehr reicht die Annahme von Werten, die je nach dem Steifigkeitsgrad der Wand zwischen den maximalen statischen und den dynamischen liegen, aus.

#### Erhebung in der Praxis

Durch eine 1969 durchgeführte Erhebung im gesamten Bundesgebiet, die im Rahmen des oben erwähnten Forschungsauftrages des KTBL durchgeführt wurde, konnten wertvolle Ergebnisse über die in der Praxis angewendeten Bauweisen für Flachsilo, die Behälterkosten, die einsilierten Futterarten, die Art der Abdeckung und die Mechanisierung der Befüllung und Entnahme gesammelt werden. Insgesamt wurden 144 Betriebe mit 240 Behältern in der Auswertung erfaßt. Die Ermittlung der Betriebe erfolgte durch eine Umfrage bei staatlichen Beratungsstellen, Landwirtschaftskammern, bei Herstellerfirmen und beim Vertrieb. Da nur Betriebe, die in den letzten 2 Jahren eine Flachsiloanlage erstellt haben, aufgesucht wurden, beziehen sich diese Aussagen ausschließlich auf den in diesem Zeitraum neu erstellten Siloraum.

Die erfaßten Flachsilo befinden sich zahlenmäßig zu 16,4 Prozent in der Betriebsgrößengruppe von 10 bis 20 ha, zu 60 Prozent in Betrieben mit 20 bis 50 ha, zu 13,6 Prozent in Betrieben mit 50 bis 100 ha und zu 10 Prozent in Betrieben über 100 ha. Der weitaus größte Anteil liegt in der Gruppe von 20 bis 50 ha, da in diesen Betrieben zur Erzielung eines ausreichenden Einkommens überwiegend Veredlungswirtschaft betrieben werden muß und in den vergangenen Jahren vielfach eine Aufstockung des Viehbestandes und die damit verbundene Erweiterung des Futterlagerraumes notwendig wurde. Das Fassungsvermögen der erstellten Silos gliedert sich wie folgt:

Siloeinheiten $\text{m}^3$	unter 75	75—125	125—175	175—225	225—300	über 300
Anteil in Prozent	6,3	33,2	36,2	13,4	8,4	2,5

Zunahme zu verzeichnen. Ab diesem Zeitpunkt war eine stetige, aber langsame Abnahme zu erkennen, bis sich der Druck nach 40 Tagen an der Meßstelle I auf  $800 \text{ kp/m}^2$  und der Meßstelle II auf ca.  $450 \text{ kp/m}^2$  einregelte, während die übrigen Waagen bereits unter  $200 \text{ kp/m}^2$  abgefallen waren. Bei Gras und Mais konnte bereits nach 10 Tagen keine wesentliche Druckminderung mehr festgestellt werden. Die unteren Waagen zeigten zu diesem Zeitpunkt zwischen  $600$  und  $800 \text{ kp/m}^2$  an, die mittleren  $400$  bis  $500 \text{ kp/m}^2$  und die obersten  $100$  bis  $200 \text{ kp/m}^2$ .

Aus diesen Wanddruckmessungen kann folgende Schlußfolgerung gezogen werden: Beim Walzen mit dem Schlepper können an der Silowand als dynamischer Druck kurzzeitig Spitzenbelastungen bis zu  $1600 \text{ kp/m}^2$  auftreten. Der Druck gestaltet sich jedoch nicht wie bei Wasser als Dreieckslast, sondern nimmt in der Mitte der Wand ab und steigt erst im unteren Drittel wieder an. Der statische Druck nimmt bei allen Futterarten in der oberen Hälfte des Silos sehr schnell und stark ab, in der unteren Hälfte kann er jedoch bei Rübenblatt 10 Tage nach der Befüllung noch ca.  $1000$ , bei stark verdichtetem Mais und Gras bis zu  $800 \text{ kp/m}^2$  betragen. Das Gewicht des Walzschleppers hat auf die Wandbelastung keinen Einfluß, erhöht jedoch mit zunehmender Größe die Walzleistung.

Der überwiegende Teil der Silos hatte einen Inhalt von 75 bis  $175 \text{ m}^3$ . Diese Silogröße paßt sehr gut in die mittleren Betriebe mit starker Rindviehhaltung, da mehreren Einzelkammern der Vorzug gegenüber einem Großbehälter gegeben wird. Die Abmessungen der untersuchten Flachsilo schwankten sehr stark. Die Abb. 14 zeigt jedoch, daß die Länge überwiegend zwischen 15 und 19 m, die Breite zwischen 4,0 und 4,4 und die Höhe zwischen 1,9 und 2,1 m lag. Diese Maße entsprechen den bei den Beratungen bisher üblichen Empfehlungen und decken sich auch mit dem oben angeführten Fassungsvermögen der meisten Silos.

Bei den verschiedenen Bauweisen wurde zu 93 Prozent Beton in irgendeiner Form eingesetzt (Tab. 1). Innerhalb der Betonbauweise entfielen wiederum 52 Prozent der Behälter auf die monolithische, 17 Prozent auf die Schalungsstein- und 31 Prozent auf die Fertigteilbauweise. Das Erstellen einer Schalung, die mit Ort- oder in zunehmendem Maße mit Transportbeton ausgegossen wird, ist also nach wie vor die beliebteste Bauart. Der Grund dürfte darin liegen, daß der Flachsilo bau hauptsächlich von örtlichen Bauunternehmen ausgeführt wird. Eine starke Verbreitung hat bereits der Fertigbau gefunden. Hier hatten Montageflachsilo mit großformatigen Elementen (Bauart König u. Massell) einen Anteil von 14,7 Prozent, solche mit

kleinformatigen Elementen (Bauart Mica oder Bittscheid) 11,8 Prozent und die in Weihenstephan entwickelten Lochplatten-elemente, die neuerdings von vielen Firmen hergestellt werden, einen Anteil von 73,5 Prozent.

Die letzteren Systeme mit kleineren Platten hatten also den Vorrang, da bei der Montage keine speziellen Hebewerkzeuge

**Tabelle 1: Verteilung der Flachsilo Bauweisen**

Bauweise	Zahl d. Betriebe		Zahl d. Betriebe		Siloinhalt insges.	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
monolithisch	68	47,2	115	47,9	16 639	47,6
Hohlblock-schalungssteine	26	18,1	38	15,8	5 593	16,0
Beton-fertigteile	40	27,8	70	29,2	9 675	27,7
Holz	10	6,9	17	7,1	3 055	8,7
insgesamt	144	100,0	240	100,0	34 962	100,0

notwendig sind und in vielen Fällen das Aufstellen der Wandplatten durch betriebseigene Arbeitskräfte erfolgen kann. Der Einsatz von Hohlblockschalungssteinen hat innerhalb der Betonbauweisen die geringste Verbreitung, da dieses Verfahren in erster Linie bei hoher Eigenleistung Anwendung findet. Holz wird bislang im Flachsilo Bau nur sehr wenig eingesetzt. Es könnte aber durchaus sein, daß durch verschiedene neue Bauweisen dieses Material in nächster Zeit an Bedeutung gewinnt.

#### Kapitalbedarf

Der Kapitalbedarf ist ein wichtiges Kriterium im Silobau. Da im Flachsilo Bau die Möglichkeit zu hoher Eigenleistung besteht, wird bei den Gesteinskosten in Barausgaben und Eigenleistung unterschieden. In der Eigenleistung sind die aufgewendeten Arbeitsstunden, die mit 4,- DM/Std. bewertet sind, die vom Betrieb gestellten Materialien, die zum Verkaufspreis eingesetzt wurden, die hofeigenen Maschinen und Geräte, die mit den Maschinenringsätzen Berücksichtigung fanden, und die (zum Teil vertraglich festgelegten) angefallenen Kosten für Unterkunft und Verpflegung der Handwerker erfaßt. Die Barausgaben beinhalten dagegen die an den Bauunternehmer zu entrichtende Summe für Löhne, Materialien und die Maschinenmiete. Den ermittelten Kapitalbedarf in DM pro m<sup>3</sup> gibt Tabelle 2 wieder.

Die Angaben in der Tabelle zeigen, daß bei allen aufgeführten Bauweisen sehr hohe Extremwerte sowohl nach oben als auch nach unten vorkommen. Das zeigt, daß für den Bau von Flachsilos sehr viele Möglichkeiten offenstehen. Dabei dürften die Höchstwerte auf sehr ungünstige Verhältnisse auf der Baustelle zurückzuführen sein, während bei den Niedrigstwerten nicht zu

verallgemeinernde günstige Ausnahmefälle vorzuliegen scheinen. Außerdem wirkt sich die unterschiedliche Bauqualität und die Silogröße stark auf den m<sup>3</sup>-Preis aus. Vor allen Dingen ist durch die Vergrößerung der Silobreite eine starke Verbilligung zu erreichen. Bei den Durchschnittswerten liegen die Fertigteilbauweisen im Preis an der Spitze, obwohl für diese einfachen Bauteile in der Vorfertigung eine Chance liegen müßte. Aber offensichtlich werden die Vorteile der Fertigung durch die hohen Transportkosten der schweren Betonelemente wieder zunichte gemacht.

Auch die Größe der Serie scheint in dem durch die Transportkosten eng begrenzten Lieferungsraum nicht ausreichend für eine niedrigere Preisgestaltung zu sein. Die Schalungssteinbauweisen liegen zwar im Durchschnitt in den Barausgaben geringfügig unter den monolithisch erstellten Silos, im Endpreis ergibt sich jedoch kein Unterschied. Am günstigsten schneiden die Holzsilos ab, da sowohl das Material kostengünstig ist als auch die Erstellung mit einem nur relativ geringen Zeitaufwand bei einem hohen Anteil an Eigenleistung möglich ist.

#### Detailfragen

Betonsilos müssen zum Schutz gegen die Gärssäuren mit einem Anstrich versehen werden. Im Mittel aller Silos wurden dafür pro m<sup>3</sup> DM 1,10 ausgegeben. Bei 51 Prozent der Silos wurde Bitumen, bei 29 Prozent Anstriche auf Kunststoffbasis und bei 11 Prozent der nicht säurefeste Anstrich aus Wasserglas-Talkum eingesetzt. Ohne jeglichen Schutzanstrich waren 9 Prozent der Silos in Benutzung.

Eine Bedachung, wie sie vor allem bei Selbstfütterung zu empfehlen ist, wurde nur bei 19 Prozent der Flachsilos vorgefunden. Im Mittel wurde der m<sup>3</sup> dadurch zusätzlich mit 11,20 DM belastet. Abnehmbare Leichtbedachungen, die mit 9 Prozent vertreten waren, können aber durchaus mit einem Kostensatz zwischen 5 und 10 DM/m<sup>3</sup> erstellt werden, während nach den Ergebnissen der Erhebung bei Errichtung einer massiven Bedachung in Form einer Scheune über den Silos (7 Prozent der Behälter) mit 20 bis 30 DM/m<sup>3</sup> gerechnet werden muß. 3 Prozent der Silobehälter wurden in eine bereits vorhandene Scheune eingebaut.

Die für die Befüllung sehr vorteilhafte rückseitige Auffahrt-rampe war bei 34 Prozent, eine seitliche bei 10 Prozent und eine rückwärtige und seitliche bei 7 Prozent der Silos vorhanden, während bei den restlichen 49 Prozent ohne Rampe gearbeitet wurde.

Von den einsiliierten Futterarten steht Silomais mit 33 Prozent an der Spitze. Ihm folgt Gras mit 19 Prozent und Rübenblatt mit 13,2 Prozent. In den übrigen Silos werden sowohl Mais, Gras, Rübenblatt als auch verschiedene Ackerfütterarten siliiert, wobei die Kombination Mais und Gras mit 14,6 Prozent den größten Anteil einnimmt. Es ist also durchaus nicht so wie oft vermutet wird, daß nur die leicht siliiierenden Futterarten wie Mais und Rübenblatt in Flachsilos konserviert werden. Vielmehr werden Gras und Ackerfütter auch in vorgewelktem

**Tabelle 2: Aufwand für die Erstellung von Flachsilos**

Bauweise	Barausgaben DM/m <sup>3</sup>			Eigenleistung DM/m <sup>3</sup>			Aufwand DM/m <sup>3</sup> insgesamt		
	Max.	Min.	φ	Max.	Min.	φ	Max.	Min.	φ
monolithisch	133	5,8	34,8	21,4	0,2	5,1	133	13,4	39,5
Hohlblockschalungsstein	72,2	12,3	32,4	17,0	1,5	6,7	74,4	19,2	39,9
Betonfertigteile	81,0	8,8	43,1	11,8	0,4	3,7	81,0	24,3	47,1
Holz	49,5	6,1	27,1	14,1	0,6	5,9	54,4	20,0	32,7

Zustand im großen Umfang in der Praxis mit Erfolg in Flachsilos eingelagert.

Die Befüllung der Flachsilos erfolgt zu 68 Prozent durch das sehr schlagkräftige Überfahren des Futterstockes. Bei 11 Prozent wird die Wagenladung von der Seite in den Silo gekippt. Dadurch ist bei Langgut für das Verteilen ein höherer Arbeitsaufwand gegenüber dem ersten Verfahren erforderlich, während bei Häckselgut dieser Gesichtspunkt vernachlässigt werden kann, wenn der Walzschlepper mit einem Planierschild ausgerüstet ist. Das Einstapeln mit Front- oder Hecklader und mit dem Siloschwanz wird bei 14 Prozent der erhobenen Silos praktiziert, während Förderband, Handeinlagerung oder sogar Gebläse zu 4 Prozent vorgefunden wurden.

In diesem Zusammenhang soll auch kurz ein Blick auf die eingesetzten Ernteverfahren geworfen werden. Bei Gras und Ackerfutter werden zu 50 Prozent Exaktfeldhäcksler, zu 15 Prozent Schlegelfeldhäcksler, zu 33 Prozent Ladewagen und zu 2 Prozent Hochdruckpressen (Preßballensilage) eingesetzt. Bei der Bergung des Rübenblattes finden dagegen zu 40 Prozent Ladewagen, zu 40 Prozent Front-, Hecklader und Bagger, zu 14 Prozent Feldhäcksler und zu je 3 Prozent Handverfahren und Fuderlader Verwendung. In 63 Prozent der Fälle herrschte die Eigenmechanisierung vor, während zu 37 Prozent die erforderliche Schlagkraft durch überbetrieblichen Einsatz erreicht wurde.

Die Abdeckung der Flachsilos erfolgte mit Ausnahme von 0,7 Prozent ausschließlich mit Kunststoffolien. Allerdings sind im Folieneinsatz noch große Unterschiede gegeben. Bei 18 Prozent der Flachsilos wurde der patentierte Seeger-Verschluß und bei 1,5 Prozent der Klemmverschluß eingesetzt. Bei 16 Prozent fanden Folien in Verbindung mit Sandsäckchen und bei 4 Prozent zusammen mit Autoreifen Verwendung. Bei 21 Prozent dagegen wurde zusätzlich zur Folie der Futterstock noch mit Erde oder Sand und bei 15 Prozent noch mit Sägemehl abgedeckt. Auch mit Stroh und Futterabfällen wie altem Gras wurden die Folien zu einem relativ hohen Prozentsatz von 10 und 12 Prozent überlagert. Bei 2 Prozent wurden sogar Hölzer und Tonrohre zum Beschweren der Folien eingesetzt.

Diese Zahlen zeigen deutlich, daß bei einem sehr großen Teil der Silos entweder nicht die geeigneten Folien verwendet oder die Abdeckung nicht foliengerecht ausgeführt wurde. Zur Abdeckung von Flachsilos sollten heute nur noch Folien mit einer Mindeststärke von 0,15 bis 0,20 mm, aus PE, verstärktem PE, PVC oder Butyl genommen werden. Bei dieser Dicke ist keine zusätzliche Bedeckung notwendig. Ein Überdecken der Folie mit Erde, Sägemehl, altem Gras, Stroh oder mit Holzteilen bringt nur einen erhöhten Arbeitsaufwand, führt häufig zu Verletzungen der Folie und begünstigt vor allem bei Stroh den Aufenthalt von Mäusen, die Löcher in die Folie fressen. Sehr gute Erfahrungen konnten dagegen mit der Verwendung einer unter die eigentliche Abdeckplane gelegten Zweitfolie, die eine 0,05 bis 0,1 mm PE-Folie oder die ausgediente Abdeckplane aus dem Vorjahr sein kann, gesammelt werden.

Bei Silos im Freien ist das Flattern der Folien, die hier zur Vermeidung einer zu starken Erwärmung, deckend weiß eingefärbt sein sollten, durch punktwises Beschweren mit Sandsäckchen oder alten Autoreifen zu verhindern. Besondere Sorgfalt ist auf die Verbindung der Folie mit der Silowand zu legen. Neben den bekannten Verschlüssen wie mit Seeger-Rinne und Sandsäckchen sind hier neuerdings das Aufkleben der Folie

**Entwicklung des Seitendruckes im Flachsilo nach Abschluß der Befüllung mit Mais**

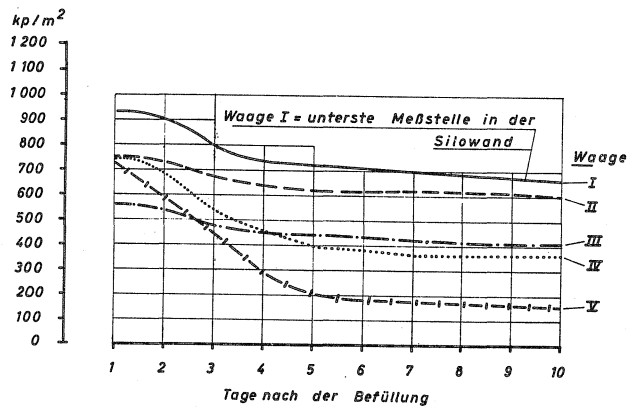


Abb. 13

mit Bitumenstreifen (Teroson-Werke, Heidelberg) und bei Holzflachsilos das Ankleben der Folie mit einer aufgenagelten Dachlatte zu erwähnen.

Die Entnahme bei Flachsilos erfolgt zu 57 Prozent von Hand. 30 Prozent der Silos werden mit dem Frontlader und 3 Prozent mit einem Bagger entnommen. Die arbeitssparende Selbstfütterung wird bei 10 Prozent der untersuchten Flachsilos durchgeführt.

Die Qualität der erzeugten Silage wurde ebenfalls in die Befragung einbezogen. Nach einer subjektiven Bewertung durch den Landwirt selbst wurde die Silage zu 76 Prozent mit gut, zu 22 Prozent mit mittelmäßig und zu 2 Prozent mit minderwertig bezeichnet.

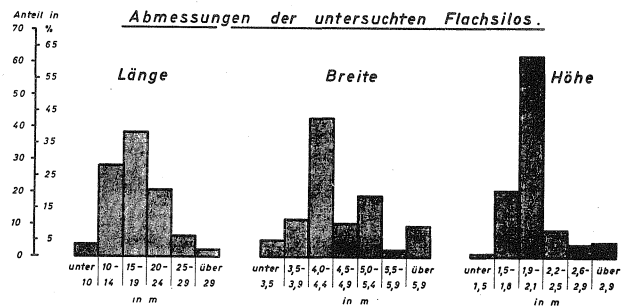


Abb. 14

Vielfach wird gegen den Flachsilo vorgebracht, daß die große Oberfläche beim Flachsilo nicht luftdicht abgedeckt werden könne, so daß hohe Verluste entstünden. Die Umfrage brachte wiederum nach subjektivem Urteil der Betriebsleiter folgendes Ergebnis: 8 Prozent keine, 64 Prozent geringe, 26 Prozent mittlere und 2 Prozent hohe Verluste. Diese recht positiven Ergebnisse hinsichtlich der Qualität und der Verluste spiegeln sich auch im Gesamturteil über die Flachsilos wieder. So sind 95 Prozent der Befragten mit dieser Siloform zufrieden und werden bei einem fälligen Neubau wieder den Flachsilo wählen, während nur 5 Prozent unzufrieden sind und in Zukunft dem Hochsilo den Vorzug geben würden.



## Schutzanstriche für Gärfutterbehälter

Gärfutterbehälter, die aus Beton, Schalungssteinen oder Formsteinen gebaut und in Sichtbeton ausgeführt oder mit einem Zementputz oder Zementestrich versehen sind, müssen an den Innenseiten einen Schutzanstrich bekommen. Das gilt für Flach-, Hoch und Tiefsilos gleichermaßen. Können die Gärsäuren - Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure - ungehindert in die Silowände eindringen, so werden die bindenden Kalkhydrate aufgelöst, und der Zementputz oder Beton zerlegt sich wieder in seine ursprünglichen Bestandteile. Ausblühungen, Abblättern des Putzes, Ausbröckeln von Sand und Kies, lockeres Oberflächengefüge, rauhe Stellen und Löcher in der Bodenplatte sind die sichtbaren Zeichen eines solchen Prozesses. Man kann sie an manchen ungeschützten Silowänden beobachten.

Man hat schon versucht, Säuredichtungs- und Säureschutzmittel gleich beim Silobau mit in den Beton oder Putz einzumischen; doch brachte dieses Verfahren nicht den gewünschten Erfolg. Ein wirksamer Schutz ist nur mit Hilfe eines geeigneten Schutzanstriches zu erreichen.

### Die Forderung der Praxis

Die Landwirtschaft stellt eine Reihe von Forderungen an einen solchen Siloanstrich:

1. Der Landwirt muß einen Anstrich ohne besondere Vorkenntnisse verarbeiten können.
2. Für den Verarbeiter dürfen keine ernsthaften Gefahren oder Schäden durch Lösungsmitteldämpfe entstehen.
3. Das Schutzmittel muß die Silowand und den Siloboden sicher abdichten, um das Eindringen von Gärsäuren in den Untergrund zu verhindern.
4. Das Mittel muß ausreichend säurebeständig, genügend abriebfest und mehrere Silierperioden hindurch haltbar sein.

5. Leicht feuchter Untergrund darf kein Hindernis für den Anstrich bilden.
6. Es sollte möglich sein, auf einfache Weise einen Erneuerungsanstrich oder Ausbesserungen auf den Altanstrich auszuführen.
7. Für Fahrsilo ohne Überdachung muß das Anstrichmittel neben den genannten Forderungen auch wetterfeste Eigenschaften haben und beständig gegen ultraviolette Strahlen (Sonnenlicht) sein.
8. Beim Hochsilo mit Obenentnahme sollte das Nachstreichen mit sinkendem Futterstock während der Entnahme möglich sein.
9. Die wirtschaftliche Anwendung des Mittels soll gesichert sein.
10. Klare Abgrenzungen über die Anwendungsmöglichkeiten mit genauer Verarbeitungsanleitung müssen von seiten des Herstellers und Vertriebes dem Landwirt an die Hand gegeben werden. Alle diese Forderungen können von einem einzigen Mittel kaum erfüllt werden; dazu sind die Verhältnisse und örtlichen Gegebenheiten zu unterschiedlich. Es wird vermutlich immer mehrere, im Grundaufbau verschiedene Siloschutzanstriche geben müssen, die ihre speziellen Anwendungsschwerpunkte haben. Wir wollen uns die bisher bekannten und die neueren der Reihe nach ansehen.

### Bisher bekannte Anstricharten

Als ältestes Silo-Anstrichmittel wird der schwarze Bitumenanstrich seit vielen Jahren verwendet. Diese bituminösen Anstriche werden oft als einjährige Anstriche bezeichnet, die jedes Jahr zu erneuern sind. Das trifft jedoch nur für die einfachen, dünnen Bitumenmittel zu, nicht aber für die dicke, gefüllte Ausführung. Sie ist meist mit Asbestfaser versehen und ergibt beim Streichen einen dichten, porenfüllenden Schutzfilm, der etwas plastisch bleibt und bei mechanischer Beanspruchung nicht abplatzt, sondern eher verschmiert.

Gefüllte Bitumenanstriche sind im Kilopreis nicht viel teurer als normale, halten aber infolge ihrer größeren Schichtdicke zwei bis drei Jahre und lassen sich leicht erneuern. Ein Neuanstrich mit diesem Mittel erfordert zwei Aufträge, jeder ~~Nachstrich~~ Nachstrich einen Auftrag.

Von Nachteil ist, daß gefüllte Bitumenmaterialien zähflüssiger sind und sich deshalb schwerer streichen lassen als andere. Erwärmen im Wasserbad ohne offene Flamme (leicht entzündbare Lösungsmittel!) hilft hier.

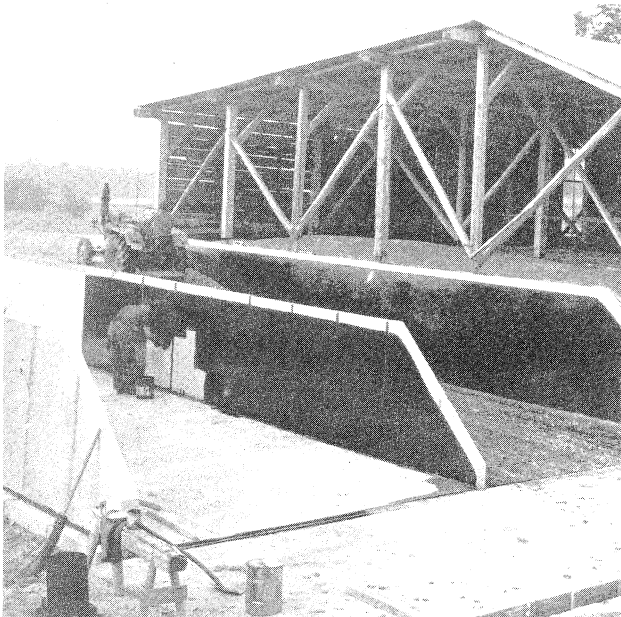


Bild 1: Flachsilo mit Bitumenanstrich (gefüllte Ausführung); oben mit Kunststoffanstrich wegen der PVC-Folie zum Abdecken.



Bild 2: Wasserglas-Talkumanstrich. Trotz jährlichen Nachstreichens ist der Untergrund, hier Sichtbeton, schon stark angegriffen

Bitumenanstriche sollte man nur bei überdachten Gärfutterbehältern verwenden, da sie durch die ultraviolette Bestrahlung des Sonnenlichtes schnell zersetzt werden und die Wände sich außerdem durch die dunkle Farbe zu stark erwärmen. Das Aufbringen dieser Anstriche im Hochsilo ist nicht ungefährlich. Die Verdunstung der aromatenhaltigen Lösungsmittel beeinträchtigt die Atmung und setzt deshalb eine ausreichende Lüftung voraus. Die Lösungsmittel frischer Bitumenanstriche greifen auch PVC-Abdeckfolien an, weshalb es ratsam ist, den oberen Silorand mit einer Kunststofffarbe zu streichen. Bitumen läßt sich auch auf vorher anders behandeltem Untergrund nachstreichen (ausgenommen Wasserglas-Talkum- und Reaktionslacke).

Wasserglas-Talkumanstriche haben sich beim Flach- und Hochsilo wenig bewährt. Sie sind nicht luftdicht, halten infolge ihrer Porösität Gärsäuren zuwenig zurück und werden bei nicht überdachten Gärbehältern wegen ihrer langsamen Erhärtung vom Regen leicht abgewaschen. Die farblich hellen Anstriche sind zwar billig, lassen sich leicht verarbeiten und enthalten auch keine Lösungsmittel; sie geben aber nur einen scheinbaren Schutz, denn die im Sickersaft enthaltenen Gärsäuren dringen durch den Anstrich und zersetzen den Untergrund, noch bevor das Mittel wieder abblättert. Wasserglas-Talumanstriche sollte man nur in überdachten Silos verwenden, in denen stark angewelktes Gut siliert wird.

#### Kunststoffanstriche

Hochwertige Kunststoffanstriche werden vorwiegend in später schwer zugänglichen Hochsilos und Tiefsilos verwendet. Hier ist auch der höhere Preis dieser Anstriche gerechtfertigt. Im Flachsilo werden diese Lacke trotz hoher Abriebfestigkeit leicht beschädigt. Die Ausbesserung ist aber vielfach schwierig. Der Chlorkautschuklack ist ein Einkomponentenlack, der vom Landwirt noch selbst verarbeitet werden kann. Allerdings stellt dieser Anstrich höhere Anforderungen an den Untergrund. Dieser muß griffig, völlig trocken und darf nicht mit Schalungstrennmitteln behaftet sein, da sonst der Anstrichfilm bald wieder abblättert. Bei guter Haftung ist

Versuchsergebnisse mit Siloschutzanstrichen auf zementgebundenen Untergründen  
 Neue Silos mit Erstanstrichen <sup>1)</sup>

Anstrichart Silageart	Preis je <sup>*</sup> ) kg Anstrich ca. DM	Zahl der Aufträge je Anstrich	Ver- brauch je qm ca. g	Preis <sup>**</sup> ) je qm ca. DM	mittlere Haltbarkeitsdauer in Jahren <sup>***</sup> )					
					Flachsilo		Hochsilo			
					ohne Dach Wand	Dach Boden	mit Wand	Dach Boden	Selbstfüt- terung Boden	Wand und Boden
Bitumen gefüllt	1,20-1,40	2	725	1,00	2	1-2	3	3	1	3
Wiesengras angewelkt					1-2	1-2	2*3	2	1	3
Silomais					1	1	2	2	1	-
Rübenblatt										
Silodispersion	3,70-5,10	3	280	1,00						
Filmbildend										
Wiesengras angewelkt					3-4	2*3	4-5	3-4	1	4-5
Silomais					3	2-3	3-4	3	1	3-4
Rübenblatt					2-3	2	3	2-3	1	---
Kunststoffdispersion zur Versiegelung	5,60-5,80	3	250	1,40						
Wiesengras angewelkt					5	4-5	-	5-6	4	-
Silomais					4-5	4	-	5	4	-
Rübenblatt					4	3-4	-	4-5	3	-
Einkomponenten- Reaktionslack	7,00-8,00 + ca. 1,50	3	312	2,80						
Wiesengras angewelkt	Verdünnung				4	3-4	5	4-5	1-2	5-6
Silomais					4	3	5	4-5	1-2	5-6
Rübenblatt					3-4	3	4	3-4	1-2	--

\* ) Verbraucherpreis ohne MWST

\*\* ) Noch ohne Berücksichtigung der Haltbarkeitsdauer

\*\*\* ) Ende der Haltbarkeit eines Mittels bereits bei starker Verwitterung, Rissebildung und Abblättern erreicht.  
 1) Die Angaben basieren auf einigen von uns angestellten mehrjährigen Versuchen.

aber eine Haltbarkeitsdauer von ca. fünf bis sechs Jahren gegeben.

Zweikomponentenlacke, vorwiegend auf Epoxydharzbasis hergestellt, haben zwar höchste Abriebfestigkeit und Säurefestigkeit, sind aber auch sehr teuer. Ihre Verarbeitung ist nicht einfach und sollte deshalb besser dem Fachmann überlassen bleiben.

Leicht zu verarbeiten sind dagegen die seit einigen Jahren auf dem Markt befindlichen Kunststoff-Dispersionsanstriche. Sie werden auf der Grundlage von Polyvinylacetat und Acrylsäureester hergestellt und sind für Futter und Tier physiologisch unbedenklich. Silodispersionen sind auch relativ billig. Als Lösungsmittel wird Wasser verwendet, so daß der Einsatz dieser Mittel in allen Gärbehältern vollkommen ungefährlich ist. Silodispersionen, speziell für den Schutz von Silobehältern hergestellt, werden vorwiegend in gefälligen hellen Grünfarben angeboten.

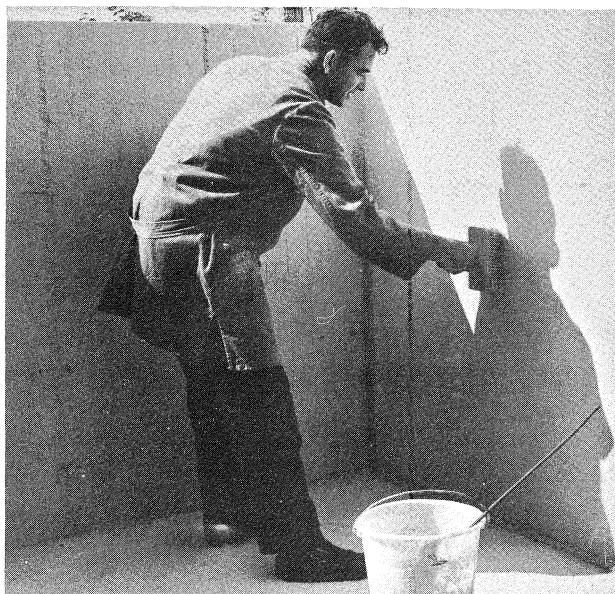


Bild 3: Flachsilo-Anstrich mit Kunststoff-Silodispersion

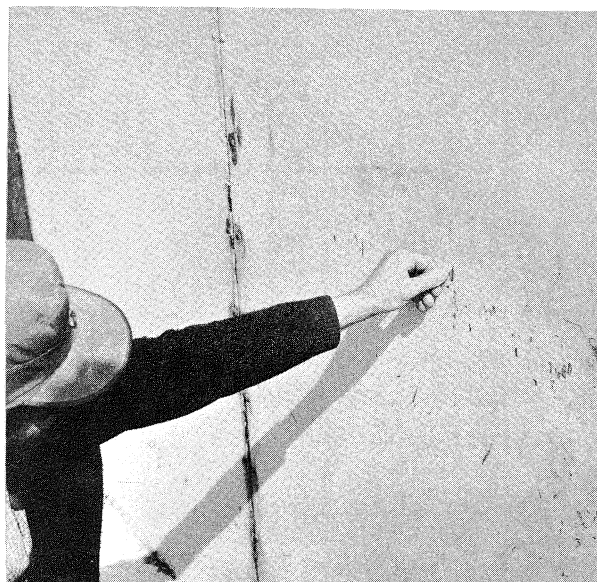


Bild 4: Vergleich zwischen zwei qualitativ unterschiedlichen Silodispersionsanstrichen (links gut, rechts weniger gut)

Das Mittel wird zwei- bis dreimal mit dem Pinsel aufgetragen. Die Haltbarkeit der meisten Dispersionen ist in letzter Zeit verbessert worden, so daß die Lebensdauer eines Neuanstrichs mit drei bis vier Jahren bei normaler Belastung

beziffert werden kann. Das Nachstreichen und das Ausbessern schadhafter Stellen ist prinzipiell auch mit sinkendem Futterstock im Hochsilo möglich, im Winter wegen der Frostempfindlichkeit der Kunststoffdispersionen jedoch kaum praktikabel. Die Temperatur bei der Verarbeitung dieser Mittel darf nicht unter plus 5°C sinken. Dispersionsanstriche, die einen Oberflächenfilm bilden und nur bis zu etwa einem Millimeter im Untergrund verankert sind, eignen sich nicht so gut für den Anstrich der Bodenplatte im Flachsilo ohne Überdachung. Bei periodisch anhaltender Nässe quillt der Film etwas an und verliert die gute Verankerung mit dem Untergrund.

Völlig ungeeignet sind diese Mittel für die Bodenplatte in Flachsilos bei Selbstfütterung der Rinder. Hier kommt neben der Einwirkung von Gärsäuren und den Witterungseinflüssen noch eine weitere Belastung durch Kot, Harn, ständige Nässe und vor allem durch die Tierklauen mit der mahlenden und abschleifenden Wirkung hinzu. Dieser Beanspruchung halten auch teure Anstriche kaum länger als eine Silierperiode stand. Es muß also eine stabile Verschleißschicht geschaffen werden oder der Untergrund selbst wird stabilisiert und verschleißfest gemacht. Die Versuche, mit einem Zweikomponenten-Plastikbeton eine 2,5 mm starke Verschleißschicht zu schaffen, sind zwar bisher positiv verlaufen, doch ist noch keine Wirtschaftlichkeit einer derartigen Behandlung abzusehen.

Billiger kommt die Imprägnierung und Versiegelung des Untergrundes mit Acrylsäureester-Dispersionen. Dieser sehr flüssige farblose Kunststoff - der auch anderweitig, zum Beispiel zur Versiegelung zementgebundener Industriefußböden, verwendet wird - , enthält keine Füllstoffe, läßt sich wie alle Dispersionen mit Wasser verdünnen und ist völlig ungefährlich. Er hat eine große Tiefenwirkung; bei guter Saugfähigkeit des Untergrundes bis zu 20 mm. Der mit einem dreimaligen Auftrag behandelte Beton- oder Estrich-Untergrund bietet mehrjährigen Schutz gegen das Eindringen schädlicher Stoffe und bildet gleichzeitig eine verschleißfeste Schicht gegen die harte Beanspruchung bei der Rinderselbstfütterung. Das Aufbringen kann mit dem Pinsel oder mit der Druckluftspritze erfolgen.

Der Preis für imprägnierende Dispersionen liegt etwas höher als der für filmbildende.

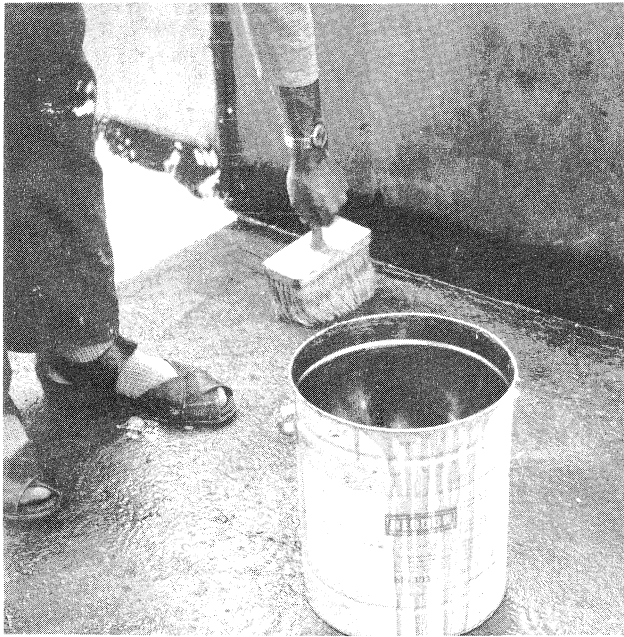


Bild 5:

Anstrich mit feuchtigkeits-  
härtendem Reaktionslack der  
sich durch zähelastischer  
Filmbildung, gute Abrieb-  
festigkeit und tiefe Ver-  
ankerung im Untergrund aus-  
zeichnet.

Als weitere Neuentwicklung müssen die Einkomponenten-Reaktionsanstriche erwähnt werden. Während die bisher gebräuchlichen Reaktionslacke kurz vor der Verarbeitung mit einem Härter gemischt werden mußten, erfolgt bei diesem Einkomponentenlack die Reaktions und Durchhärtung durch Aufnahme von Wasserdampf aus der Luft und durch die Restfeuchte aus dem Untergrund. Dieser Einkomponenten-Reaktionslack zeichnet sich durch leichte Verarbeitung, gute chemische Beständigkeit, tiefe Verankerung, mehrjährige Haltbarkeit, schnelles Abbinden und durch seine Preiswürdigkeit aus. Er läßt sich auch mit Druckluftgeräten spritzen. Als weiterer Vorteil ist zu werten, daß solche Silolacke auf alte Bitumenanstriche und alte Wasserglas-Talkumanstriche aufgetragen werden können.

#### Die Anstrichtechnik

Für alle Siloschutzmittel gilt, daß bei einem Neuanstrich auf Altanstriche die Haftung des neuen Anstriches weitgehend von der Haftfestigkeit des alten Anstriches abhängt. Die Innenflächen der Silos müssen daher mit einer harten Bürste gründlich vom Schmutz gereinigt werden. Wenn nötig, dazu viel Wasser und ein Reinigungsmittel verwenden!

**Lose Teile** des Mauerwerks oder des Altanstrichs werden mit



dem Spachtel und der Drahtbürste entfernt. Je nach Anstrichart muß der Untergrund vor einem neuen Auftrag mehr oder weniger trocken sein (Gebrauchsanweisung beachten!). Wichtig ist weiterhin, daß das Mauerwerk nicht von außen her durch Schlagregen oder Bodenfeuchtigkeit durchnäßt wird; sonst könnte der Anstrichfilm durch den Wasserdampfdruck abgehoben werden.

In der Tabelle sind Preise, Haltbarkeit und Kosten einiger Schutzmittel zusammengestellt, wie sie sich in Versuchen ergeben haben. Trotz des hohen Materialverbrauchs beim Bitumenanstrich sind die Kosten je qm behandeltem Untergrund gering, beim Reaktionslack dagegen sehr hoch. Letztlich richten sich die Kosten je qm und Jahr aber nach der Haltbarkeit der Schutzmittel. Beim Kostenvergleich fällt auf, daß der billige gefüllte Bitumenanstrich bei kurzer Haltbarkeit teurer sein kann als die Silodispersionen oder gar der Reaktionslack. Wegen der vielseitigen Einflüsse in der Praxis können diese Zahlen nicht mehr sein als Anhaltspunkte. Immerhin wird der interessierte Landwirt einen groben Überblick über die Vielfalt der Siloschutzanstriche bekommen und das für seine speziellen Zwecke passende Mittel sachgemäßer auswählen können.

Dr. H. Schön, Weißenstephan\*)

## Mechanisierte Fütterungsverfahren für Rinder in Laufställen und ihre Auswirkungen auf das Tierverhalten und die Futteraufnahme\*\*)

Bei der Mechanisierung der Futtermittelverteilung muß im Laufstall zwischen der rationierten Einzeltierfütterung und der Vorratsfütterung an die Herde unterschieden werden. Mechanisierungslösungen für beide Verfahren sind in Abbildung 1 benannt; über ihren Einsatz sowie den dafür erforderlichen Kapital- und Arbeitszeitbedarf wurde bereits an anderer Stelle berichtet.\*\*\*)

Im folgenden soll die für den Tierhalter nicht minder wichtige Frage nach den Auswirkungen dieser Mechanisierungsverfahren auf das Tierverhalten und auf die Futteraufnahme erörtert werden.

### Rationierte Einzeltierfütterung

Bei der Einzeltierfütterung wird jedem Tier individuell seine Ration zugeteilt. Dies ist im Anbindestall ohne weiteres möglich, weil jedes Rind für sich steht. Im Laufstall müssen die Tiere jedoch während der Futteraufnahme im Freßgitter eingefangen werden; erst dann kann man jedem nach Bedarf und Leistung das Futter verabreichen. Dies geschieht meist zweimal am Tag.

Die Einzeltierfütterung erlaubt die rationierte Zuteilung aller Futtermittel einschließlich Kraftfutter. Weiterhin können alle Tiere auch im Laufstall ungestört ihre Ration verzehren, ohne von anderen abgedrängt zu werden.

Nachteilig sind bei diesem Verfahren die höheren Anschaffungskosten für das Freßgitter. Außerdem ist für jedes Tier ein eigener Freßplatz erforderlich, was wiederum einen erhöhten Bauaufwand bedingt. Da das Futter zum Freßplatz transportiert und dem einzelnen Tier vorgelegt werden muß, erhöht sich auch der Arbeitsaufwand für das Füttern gegenüber der Vorratsfütterung an die gesamte Herde.

### Vorratsfütterung an die Herde

Die schwierig zu mechanisierende Futterzuteilung an das Einzeltier entfällt bei der Herdenfütterung. Hierbei wird das Futter der gesamten Herde zur freien Aufnahme vorgelegt, was nur

im Laufstall möglich ist. Eine individuelle Fütterung ist allerdings dann nicht mehr gewährleistet, da die Futteraufnahme des Einzeltieres vom Herdenverhalten beeinflusst wird. Damit aber die schwächeren Tiere eine genügende Menge Futter verzehren, muß den sozial unterlegenen Tieren durch ständiges Futterangebot die Möglichkeit geboten werden, nach den stärkeren zu fressen. Der Futterverzehr der Herde verteilt sich so, in etwa einem natürlichen Freßrhythmus folgend, annähernd über den ganzen Tag (Abb. 2).

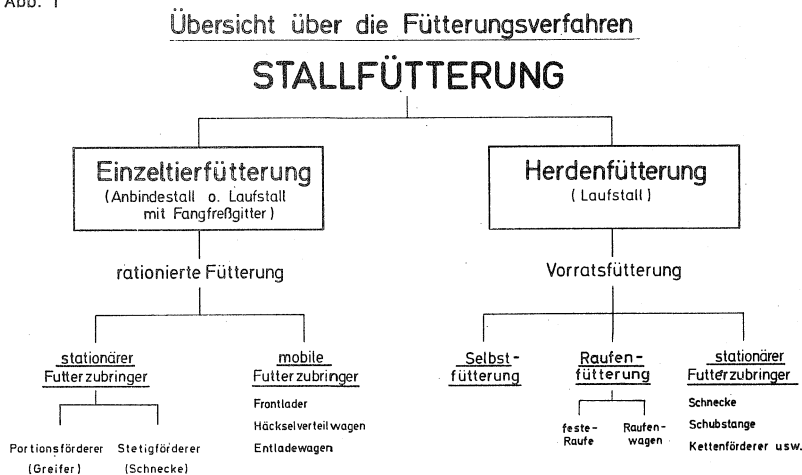
Bei der Vorratsfütterung entfällt eine exakte Futterzuteilung an das Einzeltier. Das Zubringen des Futters ist an keinen festen Zeitpunkt gebunden und kann für mehrere Tage im voraus erfolgen. So ergeben sich bei diesem Verfahren erhebliche arbeitswirtschaftliche Vorteile, und die gesamten Fütterungsarbeiten lassen sich verhältnismäßig einfach und billig mechanisieren. Andererseits treten aber bei der Vorratsfütterung an die Herde verschiedene fütterungstechnische Schwierigkeiten auf.

### Welche Futtermittel sind für die Vorratsfütterung geeignet?

Nicht alle Futtermittel eignen sich zur Vorratsfütterung. Vor allem Futtermittel und Kraftfutter werden von den Tieren in gesundheitsschädlichen Mengen aufgenommen, wenn sie in unbeschränkten Mengen vorgelegt werden. Rübenblatt und Rübenblattsilage eignen sich für die Vorratsfütterung nur bedingt, **Grünfutter, Silage** und **Heu** uneingeschränkt.

Hohe Futterverluste bei der Vorratsfütterung sind sehr oft auf unzureichende Freßgitter- und Raufenformen zurückzuführen (siehe Abb. 4). Auch die befürchtete geringere Futterverwertung bei der Vorratsfütterung — als „Luxuskonsum“ bezeichnet — konnte

Abb. 1



\*) Institut für Landtechnik, Weißenstephan, Direktor: Prof. Dr. H. L. Wenner

\*\*) Die Untersuchungen wurden in dankenswerter Weise vom Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) unterstützt.

\*\*\*) vergleiche auch: Der Tierzüchter 21. Jg. (1969) Heft 14, (A. Weidinger), Heft 7 (H. Schön) und Heft 15 (M. Versbach)

### Zeitliche Verteilung des Futterverzehr

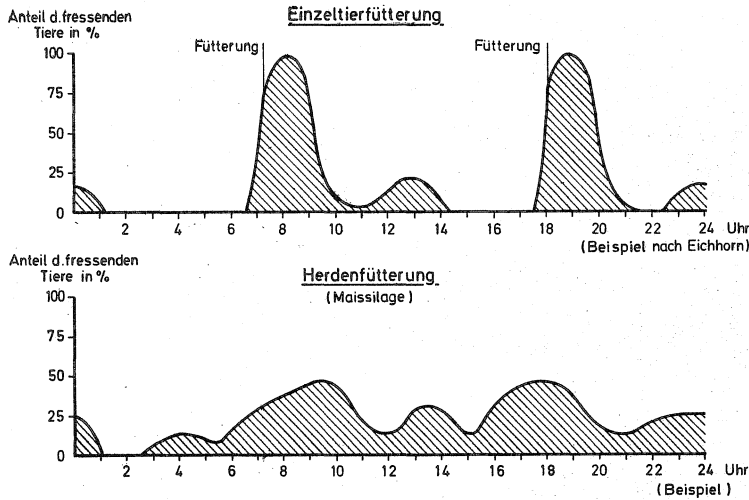


Abb. 2

bei der Verabreichung von Silage, Heu und Grünfütter nicht nachgewiesen werden. Aus ökonomischen Gründen ist es heute sogar erforderlich, den Verzehr von wirtschaftseigenem Futter zu erhöhen. Dies kann durch starkes Vorwelken des Silofutters, durch die Verfütterung von mehreren Silagearten und durch die Beifütterung von Heu erreicht werden.

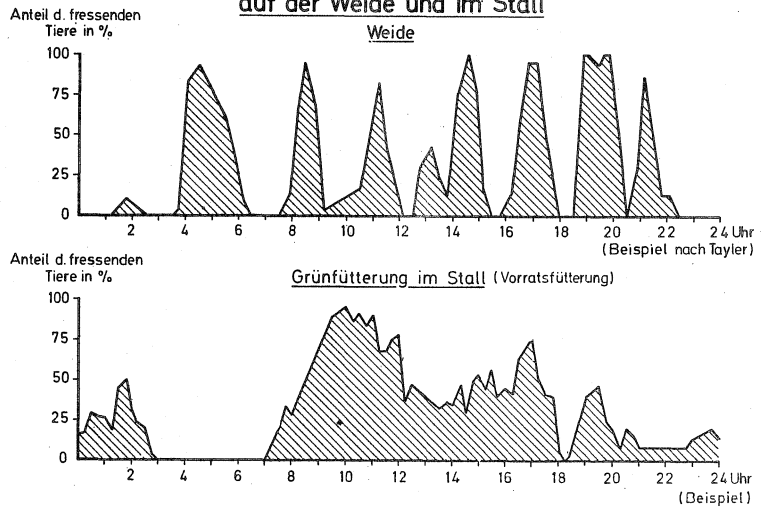
#### Auswirkungen der Vorratsfütterung auf das Tierverhalten

Weitere Probleme ergeben sich bei der Vorratsfütterung durch das Herdenverhalten, da bei diesem Verfahren die Futteraufnahme des einzelnen Tieres sehr oft von der Herde gestört wird. Bei der Vorratsfütterung im Stall weicht das Herdenverhalten der Tiere nicht nur erheblich gegenüber der Einzeltierfütterung ab, sondern unterscheidet sich auch wesentlich gegenüber der Weidehaltung. Bei letzterer wird von den gesamten Tieren ein einheitlicher Freßrhythmus eingehalten; bei der Vorratsfütterung von Grünfütter im Stall dagegen werden die sozial schwächeren Tiere häufig während der Hauptfreßperioden vom Futterplatz verdrängt. Diese Tiere müssen zur Futteraufnahme auch die Zeit zwischen den Freßperioden nützen, so daß kein einheitlicher Freßrhythmus mehr gegeben ist (Abb.

3). Ursachen für dieses abweichende Verhalten der Einzeltiere bei der Vorratsfütterung im Stall sind:

### Zeitliche Verteilung des Futterverzehr bei Rindern auf der Weide und im Stall

Abb. 3



1. Auf der Weide halten die Tiere bei der Futteraufnahme einen gelockerten Verband aufrecht. Streitigkeiten treten, wie STRÄSSER festgestellt hat, immer nur dann auf, wenn ein Tier beim Fressen mit seinem Kopf in die Nähe eines anderen kommt und dabei ein

Kopf Abstand von 1-2 m unterschritten wird. Beim Fressen im Stall wird dieser „Individualabstand“ naturgemäß durchbrochen, da die Tiere in der Regel nahe beieinander fressen. Sie dürften sich deshalb hier in einer ständigen Abwehrbereitschaft befinden.

2. Als weiteren Grund für das gegenseitige Verdrängen der Tiere beim Fressen nennt PORIZIG den Freßplatzwechsel der Rinder. Dieser wird nicht dadurch bedingt, daß ausgedrängte Tiere auf einen anderen Freßplatz ausweichen, sondern dies geschieht auch ohne äußeren Anlaß. Die Tiere fressen nämlich nie bis zur vollen Sättigung, sondern wechseln nach 2-10 Min. Verzehrzeit auf ein anderes Futter oder auf einen anderen Freßplatz über. Besonders bei zunehmender Sättigung kommt es deshalb zu häufigem Freßplatzwechsel und dadurch ebenfalls zum Ausdrängen schwächerer Tiere beim Fressen.

Abb. 4

### Vergleich verschiedener Freßgitterformen

(4-stündige Versuche ; 2-malige Wiederholung ; 6 Färsen ; Maissilage)

Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Freßgitterform							
Bezeichnung	Nackenziegel	leiterförmig Freßgitter	V-förmiges Freßgitter	Parallelogr.-freßgitter	Palisadenfreßgitter	Spaltfreßgitter	Spaltfreßgitt. m.Seitenbügel
$\bar{x}$ Futterverluste in %	33	26,5	10	11	5	4,5	3,5
$\bar{x}$ Platzwechsel pro Tier	17	14	22	9	14,5	11,5	9,5
$\bar{x}$ Verzehrzeit pro Tier in min	106	89	85	82	90	78	80

#### Technische Maßnahmen, um das gegenseitige Ausdrängen der Tiere einzuschränken

Bei der Vorratsfütterung muß deshalb versucht werden, den häufigen Freßplatzwechsel der Tiere durch geeignete Freßgitterformen einzuschränken. Um eine geeignete Form ausfindig zu machen, wurden verschiedene Freßgitter nacheinander in eine Versuchsanlage eingebaut und jeweils mit einer Wiederholung vierstündige Tierbeobachtungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Abbildung 4 wiedergegeben. Es zeigt sich folgendes: Alle Freßgitterformen, bei denen sich die Tiere während des Fressens „einfädeln“ müssen, schränken das gegenseitige Ausdrängen wirkungsvoll um etwa ein Drittel ein. Diese Freßgitter verhindern auch in starkem Maße Futterverluste, da sie sowohl das rückwärtige Herauszerren als auch das seitliche Herauswühlen des Futters erschweren. Als besonders günstig erwies sich neben dem Parallelogrammfreßgitter und dem Palisadenfreßgitter das **Spaltfreßgitter**, welches

beide Formen kombiniert. Zudem läßt sich das Spaltfreßgitter konstruktiv einfacher gestalten und nutzt die zur Verfügung stehende Freßlänge — im Gegensatz zum Parallelogrammfreßgitter — voll aus. Versuche, durch Anbringen seitlicher Trennbügel das gegenseitige

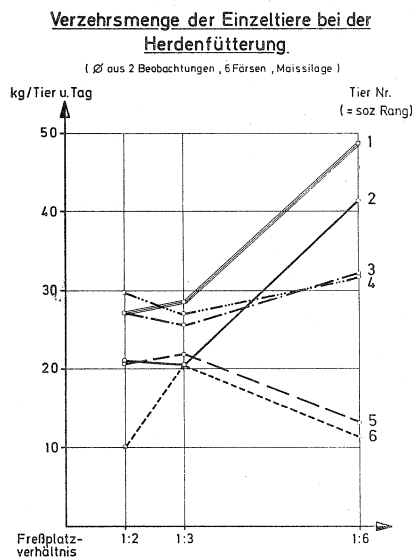


Abb. 5

Abdrängen der Tiere beim Spaltfreßgitter weiter einzuschränken, brachten nur geringfügige Verbesserungen, die in keinem Verhältnis zum Aufwand stehen. Die Unterschiede in der durchschnittlichen Verzehrzeit sind auf die schwankende Futterqualität zurückzuführen und können, wie weiterhin nachgewiesen werden konnte, nicht den verschiedenen Freßgitterformen angelastet werden.

Zweckmäßige Freßgitterformen ermöglichen bei der Vorratsfütterung ausgeglichene Verzehrzeiten und eine weitgehend einheitliche Futteraufnahme, sogar dann, wenn nicht mehr für jedes Tier ein eigener Freßplatz zur Verfügung steht.

**Verzehrzeit und Verzehrmenge der Einzeltiere bei der Herdenfütterung auf Vorrat**

Zum Nachweis dieser Feststellung wurde unter jedem Freßplatz eine elektrische Waage eingebaut, die laufend das Gewicht des verzehrten Futters an jedem einzelnen Freßplatz registrierte. Außerdem stellte ein Beobachter Freßzeit und benutzten Freßplatz der einzelnen Tiere fest. Weiterhin wurden bei

diesen Versuchen die Freßplätze schrittweise vermindert. So konnten Verzehrzeit und Verzehrmenge des Einzeltieres im Herdenverband bei unterschiedlichem Freßplatz : Tier-Verhältnis ermittelt werden.

Steht jedem Tier ein eigener Freßplatz zur Verfügung, so ergeben sich nur geringfügige Unterschiede in der Verzehrzeit zwischen den einzelnen Tieren. Lediglich bei den sozial schwächeren Tieren zeigen sich gewisse Schwankungen, die aber auch bei der Einzeltierfütterung zu beobachten sind. Diese verändern sich kaum, auch wenn nur mehr ein Freßplatz für drei Tiere zur Verfügung steht. Erst bei sehr starker Einschränkung der Freßplätze (ein Freßplatz für sechs Tiere) treten erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Tieren auf. Den sozial schwächeren Tieren steht dann kaum

ratsfütterung von Grünfutter. Hier sollte bereits für zwei Tiere ein Freßplatz vorgesehen werden, da die Tiere bei diesem Futtermittel mehr Zeit zur Futteraufnahme benötigen.

**Zusammenfassung:**

Die Vorratsfütterung bei Rindern bringt gegenüber der rationierten Einzeltierfütterung erhebliche arbeitswirtschaftliche Vorteile und ermöglicht in Laufställen eine einfache Mechanisierung der Fütterungsarbeiten. Dieses Fütterungsverfahren eignet sich aber nur für Grünfutter, Heu und Silage. Erhebliche Probleme ergeben sich durch das gegenseitige Ausdrängen der Tiere beim Fressen. Durch zweckmäßige Freßgitterformen konnte jedoch der Freßplatzwechsel der Rinder und damit auch das gegenseitige Ausdrängen wesentlich eingeschränkt werden. Bei

**Abhängigkeit der Verzehrleistung und Verzehrzeit der Herde vom Freßplatzverhältnis**

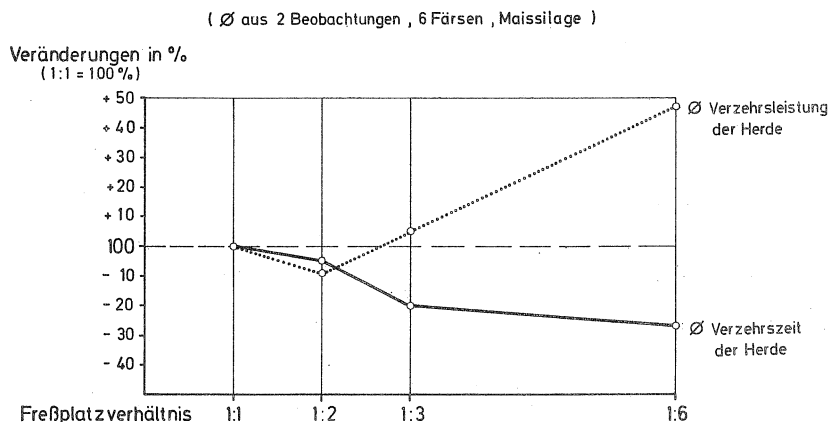


Abb. 6

mehr Zeit zur Futteraufnahme zur Verfügung.

Geringere Verzehrzeiten müssen aber nicht in allen Fällen zu verminderter Futteraufnahme führen. In gewissen Grenzen können die Tiere diese durch erhöhte Verzehrleistungen ausgleichen (Abb. 6). Trotzdem gelingt es schwächeren Tieren, nur bis zu einem Freßplatzverhältnis 1:3 genügend Silage aufzunehmen (Abb. 5).

Bei einer weiteren Einschränkung der Freßplätze kommt es zu erheblichen Differenzen in der Futteraufnahme zwischen sozial stärkeren und schwächeren Tieren. Ähnliches gilt für die Vor-

der Vorratsfütterung von Silage und Heu kann ein Freßplatz von drei Tieren, bei der Fütterung von Grünfutter von zwei Tieren benutzt werden. Verzehrsgeschwindigkeit und Futteraufnahme der Einzeltiere im Herdenverband werden dadurch nicht wesentlich beeinflusst. Eine stärkere Einschränkung der Freßplätze führt allerdings dann zu großen Unterschieden im Futtermittelverzehr zwischen sozial schwachen und sozial überlegenen Tieren. Für eine vielseitige Fütterung, wie sie vor allem in Ackerbaubetrieben üblich ist, sollte aber auch im Laufstall die Einzeltierfütterung mit Freßgittern vorgesehen werden.

Dipl.-Ing. agr. Dr. Aloys Weidinger,  
Landtechnik Weihenstephan

## Die Innenwirtschaft – ein Transportproblem

Das Schlagwort „Die Landwirtschaft ist ein Transportgewerbe wider Willen“ hat trotz ständig steigender Mechanisierungsaufwendungen nichts von seiner Aktualität verloren. Bei einigen Verfahren der Außenwirtschaft, zum Beispiel bei mehrreihigen Rübensvollerntern oder Großmähdreschern, stellt die Abfuhr der Erntegüter den größten Engpaß dar. Die Innenwirtschaft besteht ebenfalls überwiegend aus Transportarbeiten. Wir haben es in großem Umfang mit einer Produktbewegung, also mit Transporten von und zu den Lager- und Vorratsräumen oder hin und fort von den Tieren zu tun (Abb. 1). Dabei fällt eine Grenzziehung zwischen Innen- und Außenwirtschaft häufig recht schwer. Von besonderer Problematik in der Innenwirtschaft sind aber die Bereiche, in denen sich Bauwesen und Landtechnik überschneiden. Bautechnisch beste Wirtschaftsgebäude lassen der Mechanisierung oft wenig Raum. Der Landtechniker ist dagegen allzuoft bereit, selbst in verwinkelten Altgebäuden die Probleme mit einer Vielzahl von Spezialmaschinen zu lösen. Aus diesem Grund führt nur ein vernünftiges Abwägen der bautechnischen und landtechnischen Möglichkeiten zum Ziel. In

folgendem Beitrag sollen daher nur Transportarbeiten behandelt werden, die im engsten Sinne zur Viehhaltung gehören.

### Futtermateriale im Rinderstall

Am einfachsten und kostengünstigsten ist die **Selbstfütterung** aus dem Flachsilo. Leider ist sie an so viele Voraussetzungen gebunden, daß sie nur für wenige Betriebe in Frage kommt. Die meisten Betriebe werden auch weiterhin das Heu, die Silage und das Kraftfutter von den verschiedenen Lagerorten zu den Tieren bringen müssen.

Die vor gut zehn Jahren eingeführten, fest eingebauten und **vollmechanischen Geräte** zum Futterverteilen, wie Schnecken, Schubstangen und verschiedene Bandförderanlagen, haben die Erwartungen nicht erfüllen können. Sie waren den Gebäuden meistens nicht anzupassen, durch große Entfernung der Lagerräume erforderten sie einen unververtretbaren Mechanisierungs- und Kapitalaufwand, und schließlich konnten diese Geräte nur zur Silageverteilung eingesetzt werden.

Einen Sinn haben diese Geräte also eigentlich nur dort, wo die Futtermateriale ganzjährig weitgehend oder ausschließlich auf

Silage aufgebaut ist. Nur größere spezialisierte Mast- oder Aufzuchtbetriebe kommen für diese Technik in Frage.

Mit dem **Frontlader** ist nicht nur die Entnahme aus dem Fahr-silo, sondern auch der Transport und das Ablegen des Futters auf den Futtertisch möglich. In größeren Betrieben ist aber die Leistung des Frontladers zu gering, deshalb werden dort zum Teil schon Radlader eingesetzt, wie sie in der Bauwirtschaft Verwendung finden. Die Verschmutzung der Transportflächen ist aber nur bei kurzen Wegen tragbar.

Nicht nur der Transport, sondern auch die Dosierung in den Trog läßt sich mechanisieren. Bei Beständen unter 50 Großvieheinheiten (GV) reicht die breitwüfuge Futterablage mit dem Kratzboden des Ladewagens oder Miststreuers auf den befahrbaren Futtertisch aus. Hat man mehr Vieh, dann sollte das Futter mechanisch in den Trog vorgelegt werden. Dazu läßt sich hinter dem Streuwerk der Miststreuer ein Verteilkasten mit einem links- oder rechtslaufenden Förderband anbringen.

Vor allem **Spezialfütterungswagen** verteilen das Futter genauer. Diese Fahrzeuge sind meist einachsiger und haben einen Nutzraum zwischen 5 und 10 cbm. Ein Fassungsvermögen von 5 cbm reicht bei zweimaliger Fütterung in der Regel für 100 Großvieheinheiten aus. Mit einem gezogenen Verteilwagen läßt sich auch mit Frontladern und Baggern entnommene Silage einwandfrei verteilen, weil über die Schlepperzapfwelle genügend Leistungsreserven verfügbar sind. Häckselgut ist allerdings Voraussetzung. Selbstfahrende Fütterungswagen mit Drehstromantrieb — über eine Schleppkabelanlage oder Schleifschienen —, welche auf Schienen laufen, haben den Vorteil, daß sie auch in schmalen Futtergängen mit einer Mindestbreite von 1,80 m einschließlich Trögen noch eingesetzt werden können und stets betriebsbereit sind (Abb. 2 und 3). Dort, wo die Silos ungünstig stehen oder bei

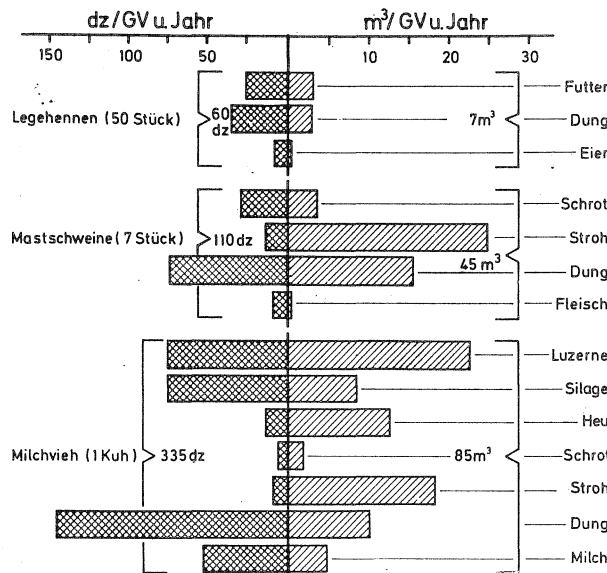


Abb. 1: Transportmenge und -volumen in der Tierhaltung

mehreren Stallungen ist die selbstfahrende, lenkbare Ausführung mit Antrieb durch Batterie oder Verbrennungsmotor am Platz. Die Breite derartiger Wagen beträgt 1,30 m. Bei schmalen Futtergängen ist es gut, eine Führungspur anzubringen. Diese Fütterungswagen werden auch mit einem Kraftfuttermehlmahlwerk geliefert. Damit kann man während der Grundfuttermahlwerk gleichzeitig das Kraftfutter dosieren und beimischen. Es scheint, daß dadurch mehr Grundfutter aufgenommen wird. Da das Kraftfutter nicht mehr von den stärkeren Tieren weggefressen werden kann, bekommen auch in Laufstallungen bei nur einem Freßplatz für zwei oder drei Tiere die kleineren und schwächeren ausreichend Futter. Im Rinderstall bringt die Verteilung des Futters durch solche Geräte viele Vorteile. Das Befüllen ist

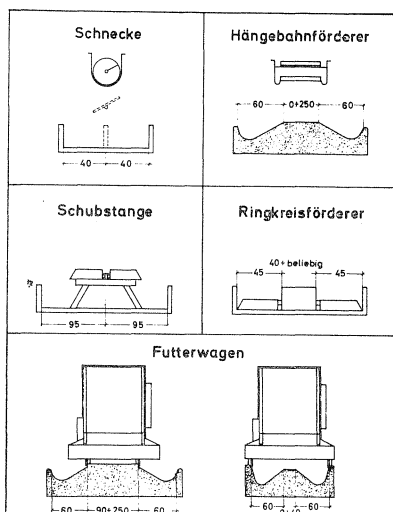
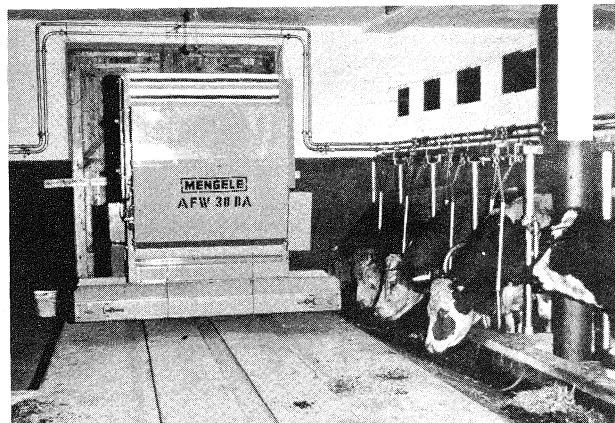


Abb. 3: Mindestbreite von Futtergang und -trog bei verschiedenen Fütterungsanlagen

von Hand, mit Greifer, Frontlader oder Fräse möglich. Die zugeteilte Futtermenge läßt sich wie bei der Handverteilung beliebig verändern und an Trogabscnitten, an denen keine Tiere stehen, unterbrechen. Durch geeignete Auswurfbänder können Fütterungswagen jeder Futtergangbreite angepaßt werden. Alle Arten von gehäckseltem oder rieselfähigem Futter, wie Heu, Anwelksilage, Maissilage, Biertreber und anderes, lassen sich ohne Störung verteilen. Wichtig ist besonders, daß sich mit einem

Abb. 2: Selbstfahrender Futterwagen mit Batterieantrieb. Der hohe Preis kann häufig durch die Einsparung von Bauvolumen gerechtfertigt werden



Gerät mehrere Ställe versorgen lassen und bei einer Vergrößerung des Bestandes keine zusätzlichen Geräte notwendig sind. Allerdings brauchen fahrbare Geräte mehr Raum als festeingebaute Geräte. Fütterungswagen sind zwar gegenüber den vollmechanischen Verteilanlagen technisch ein gewisser Rückschritt, da eine Person für ihre Bedienung da sein muß. Das darf man jedoch nicht überbewerten. Eine Arbeitskraft braucht zum Beispiel für 40 GV nur sechs bis acht Minuten zur Verteilung des Futters, wenn die Tiere mit einer Wagenladung gefüttert werden können.

#### Kraftfuttermahl- und -mischanlagen

Auch das Aufbereiten von Kraftfutter gehört zu den Hoftransporten, da Kraftfuttermahl- und -mischanlagen in der Regel die Endglieder von hofeigenen Lagereinrichtungen sind. Ohne hier auf Einzelheiten eingehen zu wollen, soll besonders auf die Möglichkeiten von mobilen Mahl- und Mischanlagen hingewiesen werden. Bei guter Organisation ist es nämlich durchaus möglich, daß mit derartigen mobilen Geräten im überbetrieblichen Einsatz 1 kg für rund 15 Groschen zu mahlen und zu mischen ist. Mit einer hofeigenen Anlage ist dieser Gestehtungspreis in der Regel erst bei einer jährlichen Getreideaufbereitung von mehr als 100 Tonnen möglich.

#### Kraftfuttermahl- und -mischanlagen

Im Rinderstall wird das Kraftfutter aus den schon genannten Gründen zweckmäßigerweise mit dem Grundfutter gegeben. Eine völlig gleichmäßige Beimischung

ist vorteilhaft. Daher scheint auch die Bedeutung der Kraftfuttermahl- und -mischanlagen im Melkstand zurückzugehen, wenngleich immer noch nicht ganz geklärt ist, welchen Einfluß die Kraftfuttermahl- und -mischanlagen während des Melkens auf den Milchfluß ausüben.

Im Gegensatz zur Rinderfütterung bestehen bei der vollmechanischen Kraftfuttermahl- und -mischanlage im Schweinestall kaum noch technische Probleme. Das Futter, das dort gegeben wird, ist einheitlich. Dadurch wird die Technik weitgehend „perfekt“, sie funktioniert im Druckknopfbetrieb. Es kommt eigentlich nur darauf an, ob eine vollautomatische, stationäre Fütterungsanlage für Schweine wirtschaftlich ist. Selbst bei 400 Mastplätzen ist die Verteilung mit Eimern immer noch billiger als die Verwendung einer mechanischen Fütterungsanlage (Abb. 4). Aber auch bei größeren Beständen ist die Rentabilität derartiger Anlagen eng begrenzt, denn die Investitionskosten wachsen bei größeren Beständen mit. Um aus dieser Zwickmühle der mitwachsenden Investitionskosten herauszukommen, wurde an der Landtechnik Weihenstephan ein selbstfahrender Fütterungswagen für den Schweinestall entwickelt (Abb. 5). Man kann ihn als Vollautomaten bezeichnen, der hinsichtlich der Investitionskosten aber bereits bei 250 Mastplätzen mit vollautomatischen Anlagen konkurrenzfähig ist. Bei größeren Beständen wächst der erforderliche Kapitalbedarf nur geringfügig an. Selbst für 2000 Mastplätze ist ein kaum höherer Investitionsbedarf als für 200 erforderlich. Die Mehrarbeit gegenüber stationären Anlagen durch

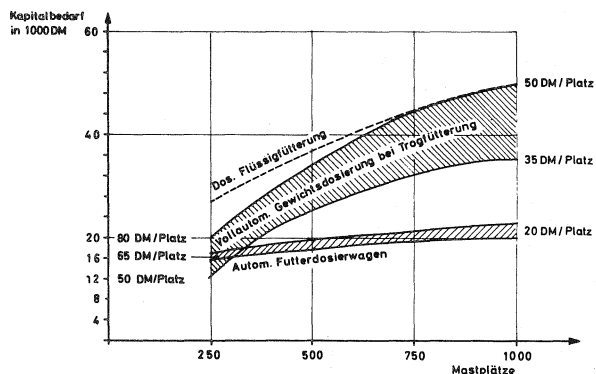


Abb. 4:  
Kapitalbedarf  
für Schweine-  
fütterungs-  
anlagen

das Mitfahren einer Bedienungsperson ist kein Nachteil, weil sie sich während der Fütterung ausschließlich auf die Tierbeobachtung beschränkt. Dies ist mit einer der wichtigsten Bedingungen, besonders bei großen Beständen. Eine beabsichtigte Vergrößerung ist ohne Schwierigkeiten möglich, da dieses Gerät, sofern keine zu großen Höhenunterschiede zu überwinden sind, praktisch in beliebig vielen Futtergängen eingesetzt werden kann.

An dieser Stelle auch noch ein Wort zu der neuerdings diskutierten Pump- oder **Flüssigfütterung** für Schweine: Soweit überschaubar, könnte die Flüssigfütterung überall dort Vorteile bringen, wo feuchte oder flüssige Futterstoffe zur Vorlage gebracht werden. Die Rückfeuchtung von Futtermitteln, die auch in trockenem Zustand eine sehr gute Förderstruktur aufweisen, wie zum Beispiel Getreideschrot, erscheint unlogisch. Die physiologisch erwünschte Anfeuchtung des Futters ist nämlich durch ein über dem Trog angebrachtes

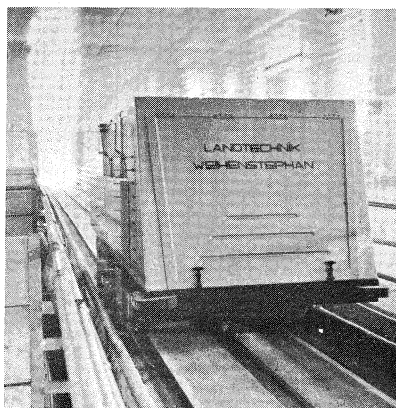


Abb. 5: Selbstfahrender, automatischer Schweinefütterungswagen

Wasserleitungsrohr viel einfacher nachzuholen.

#### Entmistungstechnik

**Flüssigmistverfahren** breiten sich mit Recht immer weiter aus. Die dazugehörige Technik hat sich rasch entwickelt. Verfahren mit Vor- und Hauptgrube, deren Inhalt sich mit schweren Tauchpumpen und Schleuderräubern aufrühren und ausbringen läßt, haben sich bewährt und eingeführt.

Die meisten Betriebe werden sich aber noch eine Reihe von Jahren mit den **Festmistverfahren** herumschlagen müssen. Zu den in vielen Betrieben bewährten Entmistungsanlagen sind in jüngster Zeit interessante Neuentwicklungen hinzugekommen. Mit ihnen lassen sich die Festmistverfahren besser handhaben. Zudem wurden damit auch neue Lösungen möglich. Sie sind im Stall nach dem Prinzip der Festmistverfahren aufgezogen. Von den Lagerbehältern ab werden sie aber dann auf Grund der geringen Einstreumengen (bis zu 0,5 kg pro GV und Tag) als Flüssigmistverfahren weitergeführt.

Bei den stationären Anlagen sind das die Flachschieberanlagen, wie Faltschieber und Klappschieber. Mit ihnen können auch in Rinderlaufstallungen und bei dänischer Aufstallung im Schweinestall die Vorteile von stationären Entmistungsgeräten genutzt werden. Gerade von den stationären Entmistungsgeräten wird nämlich verlangt, daß sie einfach und ohne Rüstzeiten in Betrieb gesetzt werden können. Im Rinderstall und auch im Schweinestall ist besonders günstig, daß die stationären Ent-

mistungsgeräte den Mist vom Stall bis zum Dunglager auch unter Trenngittern hindurch weggeschoben können. Allerdings erfordert der Einbau stationärer Anlagen bauliche Maßnahmen, die eine Umstellung recht kompliziert machen können. Außerdem muß der Stall in einer Achse zur Miststätte liegen. Der Einsatz stationärer Anlagen ist immer nur auf ein Gebäude begrenzt.

Für die **fahrbaren Entmistungsgeräte** gelten diese Einschränkungen nicht. Bisher war der Frontlader am meisten bekannt. Sein Einsatz erfordert aber erhebliche Durchfahrthöhen und -breiten, die bei einem Neubau Geld kosten und Umbauten unmöglich machen können. Außerdem ist der Traktor mit Frontlader durch die Stallarbeit täglich zweimal gebunden. Aus diesen Gründen wird der Frontlader nicht in größerem Maß zum Entmisten eingesetzt. An seine Stelle sind kleine und sehr wendige, mit Dieselmotor oder Batterie angetriebene Hof- und Stallschlepper getreten. Neben dem unterschiedlichen Preis (Dieselfahrzeug zirka 100.000 S, Batteriefahrzeug zirka 70.000 S) zeigt das, daß diese Fahrzeuge für zum Teil unterschiedliche Aufgaben gedacht sind.

Das Batteriegerät ähnelt sehr stark einem Schaufelradlader, wie ihn die Bauindustrie einsetzt, allerdings in Miniaturausgabe. Es wird durch 2 Spezialbatterien mit je 12 Volt und 200 Ampere/Std. angetrieben, und zwar durch zwei Motoren. Sie treiben die rechte und linke Radseite getrennt an. Vorder- und Hinterrad sind dabei durch eine umlaufende Kette miteinander verbunden. Dadurch erhält das Fahrzeug außergewöhnliche, aber für die Stallentmistung sehr zweckmäßige Fahreigenschaften, die nur mit einem Raupenschlepper zu vergleichen sind. Der elektrisch-hydraulisch betriebene Frontlader trägt eine schwenkbare Schaufel, die den Mist sammelt und aufnimmt. Durch Aufstecken eines Zinkensatzes soll dieses Gerät auch wechselweise zum Futtertransport benutzt werden. Da die Schaufel aber jeweils vorher gewaschen werden mußte, scheidet dies in der Praxis fast ganz aus. Auch das Auswechseln der Schaufel gegen eine Zinkengabel ist eine zu häufig wieder-

kehrende Arbeit. Wegen der großen Laufruhe werden batteriebetriebene Fahrzeuge in Schweinestallungen bevorzugt.

Die Wendigkeit des dieselbetriebenen Spezialschleppers ist kaum geringer als die des Batteriegeräts. Bei dieser Maschine wird Festmist durch ein Gabelsystem in einem Vorratsbehälter gesammelt und an der Miststätte durch Federspannung mit großer Wucht auf den Dunghaufen geschleudert. Dadurch wird eine wesentlich bessere Stapelung als mit dem Batteriegerät erreicht. Für den mit einem 12-PS-Dieselmotor ausgerüsteten Spezialschlepper sind verschiedene Zusatzgeräte lieferbar. Aber auch

hier würde die wechselseitige Benutzung zum Entmisten und Füttern nur in wenigen Betrieben durchgehalten, weil das täglich notwendige Umrüsten als zu beschwerlich angesehen wird. Solche Hofschlepper können mit stationären Anlagen bei Bestandsgrößen ab 30 Großvieheinheiten von der Kostenseite her konkurrieren. Die Kostengleichheit mit der Handarbeit entsteht aber bei einem Lohnanspruch von 40 S pro Stunde (derzeitiger Kalkulationssatz in der BRD für Landarbeitsstunden) erst zwischen 40 und 60 Kühen. Stationäre Entmistanlagen haben vor allem auch durch die Entwicklung der Flachschieberanlagen nach wie vor ihre Be-

deutung. Fahrbare Geräte werden aber in all den Betrieben als Hilfe empfunden, in denen durch den Einsatz einer solchen Maschine gleich mehrere Stallungen mit nur einem Gerät bedient werden können.

Abschließend ist nochmals darauf hinzuweisen, daß alle Technik in der Innenwirtschaft nur im Zusammenspiel mit den baulichen Lösungen zur optimalen Arbeits erledigung führen kann. Der bestmechanisierte und -klimatisierte Mastrinder- oder Schweinestall wird seinem Besitzer keine Freude bringen, wenn beispielsweise bei der Planung vergessen wurde, für einen reibungslosen An- und Abtransport der Tiere zu sorgen.

Dr. Alois Weidinger und Josef Kreitmeier

## Die fahrbare Mahl- und Misanlage unter dem Rechenstift des Lohnunternehmers

Noch mehr als beim Kauf einer Maschine für die Außenwirtschaft muß bei der Beschaffung einer Mahl- und Misanlage der Rechenstift benützt werden. Hier zwingen der Getreidepreis und die Kosten für Futterzusätze im Wettkampf mit dem Angebot an Fertigfutter zu nüchternem kaufmännischen Denken. Für 1 dz Schweinemastfutter II muß der Landwirt 45 bis 47 DM/dz bezahlen. Bei einer eigenen Futtermischung für die Endmast mit 67 Prozent Getreide und 33 Prozent Ergänzungsfutter betragen die Kosten 39 bis 41 DM/dz. Im Mittel ergibt sich daraus eine Kostendifferenz von 6 DM/dz. Da die Futtermittelpreise sehr stark von der Marktlage, vom Mengenrabatt usw. abhängen, kann dieser Wert nach oben bzw. unten schwanken. Die Herstellung eigener Futtermischungen ist umso lohnender, je mehr die Kosten unter diesem Differenzbetrag liegen. Unter diesem Aspekt betrachtet, ist die Überlegung, statt einer betriebseigenen, stationären Mahl- und Misanlage eine fahrbare Anlage für mehrere Betriebe einzusetzen, nicht nur für den Klein- und Mittelbetrieb, sondern auch für den bäuerlichen Großbetrieb interessant. Der Wunsch nach weitgehender Selbstständigkeit führt zunächst immer zu der Überlegung, ob nicht eine betriebseigene Anlage gerechtfertigt ist. In nachstehender Tabelle sollen deshalb die Kosten für die Aufbereitung von 1 dz Mischfutter mit einer stationären Anlage in Abhängigkeit von der jährlichen Gesamtmenge dargestellt werden.

Tabelle 1

Anschaffungskosten                      Kosten je dz aufbereitetes Futter  
in Abhängigkeit von der Jahresmenge

	200 dz Getreide 66 dz Konzentr.	400 dz Getreide 130 dz Konzentr.	600 dz Getreide 200 dz Konzentr.
4 800,— DM	3,17 DM	1,59 DM	1,05 DM
	+ 0,85 DM	+ 0,85 DM	+ 0,85 DM
	<u>4,02 DM</u>	<u>2,44 DM</u>	<u>1,90 DM</u>
5 900,— DM	3,82 DM	1,92 DM	1,28 DM
	+ 0,85 DM	+ 0,85 DM	+ 0,85 DM
	<u>4,67 DM</u>	<u>2,77 DM</u>	<u>2,13 DM</u>

Anmerkung zu Tabelle 1:

Der Lagerraum für das Getreide, der Futterzusätze und des Mischfutters wurden nicht berechnet, da sie auch für fahrbare Anlagen benötigt werden.

Die laufenden Betriebskosten für den dz aufbereitetes Futter wurden mit 0,85 DM/dz errechnet. Die Zahlen zeigen, daß bei einer Gesamtmengenmenge von 250 dz der Einsatz einer eigenen Mahl- und Misanlage noch sehr kostspielig ist. Bei einer zu verarbeitenden Menge um die 600 dz sinken die Aufbereitungskosten bereits auf ca. 2 DM/dz. Dies bedeutet, daß das Hauptanwendungsgebiet fahrbarer Mahl- und Misanlagen in jenen Betrieben zu suchen ist, die jährlich eine geringere Menge als 600 bis 800 dz zu schrotten und zu mischen haben. Für kapital-

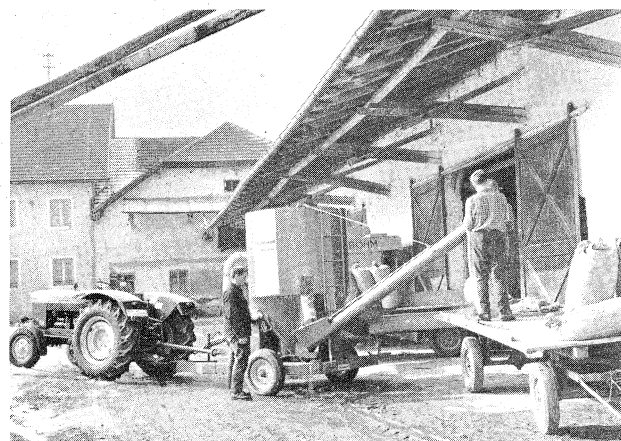


Abb. 1: Mobile Kraftfutter-Mahl- und Misanlagen mit Zapfwellenantrieb sind nur als Gemeinschaftsmaschine, aber nicht für den Lohnunternehmer geeignet. (Foto: Weidinger)

schwache Betriebe, die durch Bauvorhaben und Bestandsaufstockungen zunächst ihr Produktionsvolumen vergrößern wollen, kann es auch über die angegebene Grenze hinaus interessant sein, sich einer überbetrieblichen Möglichkeit der Kraftfutteraufbereitung zu bedienen.

Es gibt zwei Arten fahrbarer Mahl- und Misanlagen. Einmal können Mahl- und Mischeinrichtungen auf einem Einachs-fahrgestell aufmontiert sein. Dieses Aggregat wird von einem Schlepper transportiert und von der Zapfwelle angetrieben. Je nach Bauart sind dafür Schlepper von 40 bis 80 PS notwendig. Die Anschaffungskosten derartiger gezogener Anlagen liegen zwischen 12 000,— und 20 000,— DM. Diese mobile Form der Kraftfuttermahl- und -misanlagen kann im Gemeinschaftsbesitz mehrerer, auf wenige Ortschaften verteilte Betriebe,





Abb. 2 u. 2a: Aggregate hoher Leistungsfähigkeit sind für den Lohnunternehmer besonders wichtig, weil dadurch ein großer Kundenstamm regelmäßig betreut werden kann und die Mischungskosten am wenigsten lohnabhängig sind. (Aufnahmen: Buschhoff und Weidinger)

eine durchaus wirtschaftliche und praxisgeeignete Form der Kraftfuturaufbereitung sein (Abb. 1).

Für Maschinenringe und vor allem den Lohnunternehmer sind jedoch nur die mobilen Mahl- und Mischanlagen interessant, die auf einem Lkw aufmontiert sind, der nur dem Transport der Anlage dient und die von einem zusätzlichen Motor angetrieben werden (Abb. 2). Als Antriebsmotoren werden Leistungen zwischen 55 PS und 105 PS angeboten. Leistungs- und ausstattungsabhängig werden für diese Aggregate Preise zwischen 30 000,— und 48 000,— DM gefordert. Trotz des höheren Investitionsbedarfes scheint der Lohnunternehmer in den meisten Fällen am besten beraten, wenn er die leistungsfähigste Anlage wählt. Wichtigste Voraussetzung für einen lohnenden Einsatz ist aber eine entsprechende Auslastung der Maschine. Als beste Möglichkeit erscheint zur Zeit die vertragliche Partnerschaft mit Mastringen, Erzeugergemeinschaften und anderen gleichgelagerten, über eine Vielzahl von Ortschaften und Betrieben verteilte produktions- und absatzorientierte Gemeinschaften.

Der Lohnunternehmer findet hier einen großen Kreis zumindest mittelfristig fest produktionsorientierter Betriebe, die mindestens über die Abschreibungszeit einer Maschine hinaus eine vertraglich festgelegte Mindestmenge an jährlich anfallenden Futtermischungen benötigen. Die Mitglieder der Kontrollringe haben dadurch den Vorteil, daß sie sich weder um die Anschaffung, noch um den Betrieb der Anlage kümmern müssen. Lohnunternehmer und Landwirte müssen sich in beiderseitigem Interesse darauf einigen, daß die erforderlichen Mindestmengen angeliefert werden und der Kundenstamm nicht beliebig erweitert wird, so daß dem Lohnunternehmer eine entsprechende Auslastung und dem Landwirt die regelmäßige Inanspruchnahme der Mahl- und Mischanlage gesichert sind. Der Wunsch des Lohnunternehmers nach höheren Einnahmen und der gleiche Wunsch vieler Landwirte über Bestandsaufstockungen ihr Einkommen zu erhöhen, können leicht Unordnung in diese Partnerschaft bringen. Vorteilhaft ist ohne Zweifel, wenn der Lohnunternehmer etwas von der Branche versteht, wengleich ein günstiger Großbezug von Mischkomponenten und die Zusammenstellung der entsprechenden Futtermischungen weitgehend in den Beratungsbereich des Erzeugerringes gehören. Da eine Mischung je nach Fabrikat zwischen 12 und 15 dz ausmacht und hofeigene Mischungen in einem Zeitraum von 4 Wochen verbraucht werden sollen, muß der kleinste Betrieb mindestens  $12 \times 15 \text{ dz} = 180 \text{ dz}$  verbrauchen. Das sind z. B. nur 50 verkaufte Mastschweine, aber schon jährlich 40 verkaufte Bullen. Somit ist der Bereich der möglichen Partner eines Lohnunternehmers im wesentlichen auf Betriebe mit einem jährlichen Kraftfutterbedarf zwischen 20 und 60 t festgelegt. Im Mittel der Betriebe sollten dabei 2 Mischungen herzustellen sein, um eine günstige Ausgangsbasis für einen rentablen Einsatz zu bekommen.

#### Unterstellungen für eine Rentabilitätsberechnung

(Angelehnt an eine Firmenkalkulation und Unterlagen eines Mastringes)

1. Erzielbarer Preis je Mischung mit 15 dz = 30,— DM. Dabei wird angenommen, daß 12 dz Getreide mittelfein geschrotet werden. Für eine gerechte Preiskalkulation ist wichtig, daß der Anteil der Schrotarbeit berücksichtigt wird. Als Vorschlag könnte folgender Abrechnungsmodus dienen: Mindestkosten der Mischung von 15 dz = 20,— DM, 1 dz Getreideschrotanteil kostet 2,50 DM.
2. Pro Kunde werden durchschnittlich 2 Mischungen hergestellt.
3. Auf den Landwegstrecken ist eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 40 km/h zu erreichen. Je Kunde sind durchschnittlich 20 km zurückzulegen.
4. Die Mahlleistung beträgt bei einer Sieblochung von 3 mm 50 kg/min.
5. a) Die Bedienungsperson wird nur nach Arbeitsstunden entlohnt.  
b) Für die Bedienungsperson entstehen jährliche Lohnauslagen von 15 000,— DM

#### Arbeitszeitbedarf

Schroten (12 dz)	24 min.
Mischen (Mischer ist während des Schrotens in Betrieb)	1 min.
Entleeren	5 min.
Herstellung einer Mischung	30 min.
Auf- und Abbau der Anlage einschl. Rohrverlegung, Abrechnung etc.	10 min.
An- oder Abfahrt $\frac{20 \text{ km} \cdot \text{h}}{40 \text{ km}}$	= 0,5 Stunden = 30 min.

Gesamtzeit je Mischung bei 2 Mischungen je Kunde  
 $= \frac{100}{2} = 50 \text{ min.} = 0,83 \text{ Stunden.}$

Bei den Investitionskosten ist eine leistungsfähige Mahl- und Mischanlage für 33 000,— DM unterstellt. Bei der Lkw-Beschaffung ist es für den Lohnunternehmer sehr wesentlich, ein neues oder neuwertiges Lkw-Fahrgestell zu wählen, da dieser auf höchste Betriebssicherheit angewiesen ist. Hierfür werden 15 000,— DM angesetzt, nach der Abschreibungsdauer des Mixers ist aber hierfür noch ein Wiederverkaufspreis von ca. 6 000,— DM zu erwarten, so daß zwar  $\frac{15 000 \text{ DM}}{2} = 7 500,— \text{ DM}$  zu verzinsen, aber nur 9 000,— DM abzuschreiben sind.

#### Kostenkalkulation

##### a) Bei einer Stundenlohnvergütung von 7,00 DM

Mahl- und Mischanlage	fixe Kosten je Jahr	bewegliche Kosten je Mischung
20 % Abschreibung von 33 000,— DM =	6 600,— DM	
6 % Zinsen von 16 500,— DM =	990,— DM	
Wartung und Reparaturen =		1,50 DM
Diesel 8 l/Mischung (0,20 DM/l) =		1,60 DM
Motoröl 0,20 DM/Mischung =		0,20 DM
	7 590,— DM	3,30 DM
 LKW (neuwertig)		
20 % Abschreibung von 9 000,— DM =	1 800,— DM	
6 % Zinsen von 7 500,— DM =	450,— DM	
Unterbringung der Anlage =	240,— DM	
Wartung und Reparatur =		0,35 DM
Diesel (ca. 3,2 l auf 20 km) =		0,32 DM
Motoröl ca. 0,4 l/10 Mischungen (2,— DM/l Öl)		0,08 DM
	2 490,— DM	0,75 DM

Lohn		
7,- DM/h × 0,83 =		5,81 DM
Gesamt	10 080,- DM	9,86 DM

Rentabilitätsschwelle bei einem Preis von 30,- DM/Mischung:  
 $30 \times - 9,86 \times = 10\ 080,-; \times = \frac{10\ 080,-}{20,14} = 500,49 =$

500 Mischungen = 7 500 dz/Jahr.

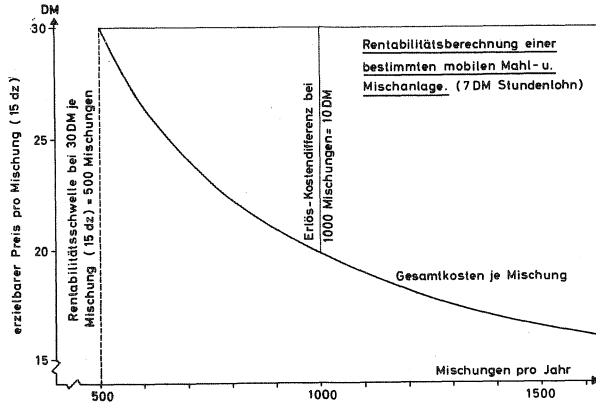


Abb. 3: Rentabilitätsberechnung einer bestimmten mobilen Mahl- und Mischanlage (7 DM Stundenlohn)

**b) Kostenkalkulation bei einem Jahreslohnanspruch der Bedienungsperson von 15 000,- DM**

Die festen Kosten erhöhen sich von 10 080,- DM um 15 000,- DM auf 25 080,- DM jährlich.

Die beweglichen Kosten vermindern sich von 9,86 DM um 5,81 DM auf 4,05 DM/Mischung.

Die Berechnung der Rentabilitätsschwelle sieht nun folgendermaßen aus:

$$30 \times - 4,05 \times = 25\ 080,-; \times = 966 \text{ Mischungen} = 14\ 500,- \text{ dz/Jahr.}$$

Vorliegende Kalkulationen zeigen, daß es bei einer nur auf die Einsatzstunden bezogenen Entlohnung schon bei 500 Mischungen möglich ist, die Rentabilitätsschwelle zu erreichen. Ein für Unternehmer und Kunden sicherer und zuverlässiger Betrieb

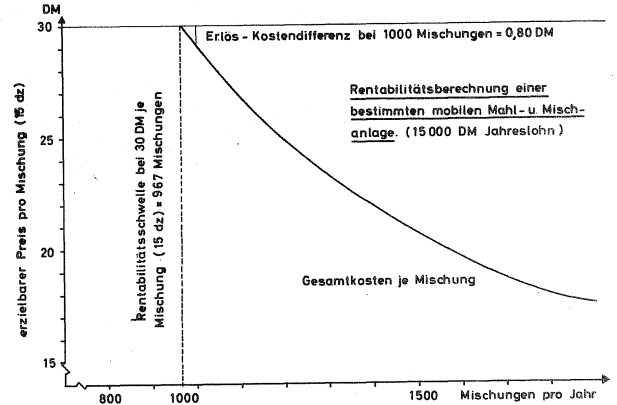


Abb. 4: Rentabilitätsberechnung einer bestimmten mobilen Mahl- und Mischanlage (15 000 DM Jahreslohn)

wird aber in der Regel die feste Anstellung eines Fachmannes erfordern, der (nur bedingt von der Auslastung abhängig) rund 15 000,- DM im Jahr kostet. Unter dieser Voraussetzung sind aber bereits mehr als 966 Mischungen notwendig, um die Rentabilitätsschwelle zu überschreiten.

Den Verfassern ist eine Erzeugergemeinschaft bekannt, in der über 1 500 Mischungen pro Jahr erreicht werden. Eine gute Betriebsstruktur mit vielen größeren Betrieben und ein gestaffeltes Prämiensystem für den Fahrer begünstigen nachhaltig diese respektable Leistung.

Es ist klar, daß vorstehende Berechnungen nur für die angeführten Unterstellungen zutreffen und daher keine generelle Gültigkeit haben können. Sie lassen aber den Schluß zu, daß fahrbare Mahl- und Mischanlagen in der Hand des Lohnunternehmers auch ein Geschäft sein können. Eine geeignete technische Ausrüstung, eine erfahrene und leistungsfähige Bedienungsperson und eine vertraglich geregelte Partnerschaft zwischen Lohnunternehmer und Landwirten sind aber wesentliche Voraussetzungen dafür, daß aus „Mischers Lust“, wie es in einem früher hier veröffentlichten Beitrag heißt, nicht „Mischers Leid“ wird.

**Literatur:**

Schurig, M.: Beobachtungen beim Einsatz einer fahrbaren Schrot- und Mischanlage. Landtechnik 20 (22), 798-800, 1965  
 Bohne, E.: Das Wandern ist des Mischers Lust. Lohnunternehmen 24 (9), 255-256, 1969  
 Bieler, G.: Fertigfutter oder Eigenmischung - die Kosten entscheiden. Landmaschinen-Markt 48 (26), 26-29, 1969

# Vollmechanisierte Rinderfütterung?

**Dr. Alois Weidinger, Weihenstephan**

Seit mehr als zehn Jahren beschäftigen sich verschiedene der Wissenschaft und Praxis verbundene Stellen mit der Technik zur Futtermittelverteilung im Rindviehstall. Dieses zum Teil intensive Bemühen beruht auf der einfachen Überlegung, daß es in Zukunft keinen Bereich der Innen- und Außenwirtschaft geben wird, der nicht mit technischen Hilfsmitteln, mit Maschinen ausgestattet sein wird. Dieser entwicklungsbedingte Technisierungszwang geht sogar so weit, daß wir die Mechanisierung erst dann als abgeschlossen betrachten können, wenn die anfallenden Arbeiten vollmechanisch oder vollautomatisch bewältigt werden.

Diese Zielvorstellung besteht zweifellos auch für die Fütterungsarbeiten, obwohl alle wissen, daß gerade die Mechanisierung des letzten Handgriffes die größten technischen Schwierigkeiten und höchsten Kosten verursacht.

Diese vergangenen zehn Jahre haben - aufbauend auf den Erfahrungen vor allem in den Vereinigten Staaten - technische Lösungen für die mechanische Futtermittelverteilung heranreifen lassen, die funktionell brauchbar und den halb- und vollautomatischen Mechanisierungsketten schon durchaus zuzuordnen sind.

Trotz dieser entwicklungsmäßig weit gediehenen Technik haben vollmechanische Fütterungsanlagen erst in ganz geringem Umfang in der Praxis Eingang gefunden.

#### Die Hauptgründe dafür sind:

**1** Mechanische Futterentnahme- und Verteilanlagen sind mit Ausnahme des vollmechanisch funktionierenden Heuturmes für den Einsatz in der Silowirtschaft bestimmt. Ein sinnvoller Einsatz dieser Geräte kann also nur dort erfolgen, wo die Futtermittel ganzjährig weitgehend oder ausschließlich auf Silage aufgebaut ist. In Milchviehbetrieben entschließt man sich aus verständlichen Gründen nur sehr zögernd zu ganzjähriger Silagefütterung, so daß zur Zeit nur die größeren spezialisierten Mast- oder Aufzuchtbetriebe für diese Technik in Frage kommen.

**2** Bei einem jährlichen Arbeitsaufwand von 8 bis 12 AK-Stunden je Großvieheinheit für die Futterentnahme und -verteilung sind für einen betriebswirtschaftlich sinnvollen Einsatz voll- oder halbmechanischer Anlagen mindestens 40 GV erforderlich. Heute stehen aber erst weniger als 5% aller Rinder in Beständen über 40 GV. Werden vollmechanische Fütterungsverfahren nur für die arbeitsruhige Winterfütterungszeit eingesetzt, dann sind über 60 GV erforderlich, um bei einem Stundenlohnsatz von 5,00 DM das betriebswirtschaftliche „Soll“ zu erreichen. Trotz Mansholt wird es also noch eine Weile dauern, bis eine stärkere Streuung derartiger Bestandesgrößen anzutreffen ist.

An dieser Stelle ist aber allgemein festzustellen, daß es meist falsch ist, technische Lösungen und Arbeitsverfahren aus dem Betrieb herausgelöst in ihrer Wirtschaftlichkeit zu bewerten. Mechanische Fütterungsanlagen zum Beispiel sind fast immer Bestandteil eines bestimmten Stallsystems, das ohne diese technische Einrichtung nicht funktionsfähig wäre. Ob die eingesetzte Technik richtig und der vorhandenen Bestandsgröße betriebswirtschaftlich angemessen ist, kann daher erst am Gesamterfolg des Stalles oder sogar erst des ganzen Betriebes beurteilt werden. Unter dem immer größeren Druck der derzeitigen Preis-Kostenverhältnisse wird die langfristige Überlebenschance einer Milchviehhaltung mit 30 Kühen oder Mastbullenhaltung mit 60 Stück meines Erachtens nicht mehr wesentlich von den 10 000 oder 15 000 DM beeinflusst, die für eine vollmechanische Futterverteilanlage aufgewendet oder nicht ausgegeben werden!

**3** Voll- und halbmechanische Fütterungseinrichtungen sind auf genau gehäckseltes Futter angewiesen. Ein Großteil der Landwirte war aber im letzten Jahrzehnt durch fehlende Schlepper-PS nicht in der Lage, funktionsfähige Feldhäckselketten zu betreiben und damit die wesentlichste funktionelle Voraussetzung zu schaffen. Die als Ausweg gewählten Langgutverfahren mit Ladewagen und Pressen bedeuten zwar eine kurzfristige Hilfe, verzögern aber die Einführung der Vollmechanisierung.

**4** Die vollmechanisierte Entnahme ist wesentlich auf runde Hochbehälter zugeschnitten. Nur dort können selbsttätig und stetig fördernde Entnahmeverrichtungen eingesetzt werden, die das Futter in einem gleichmäßigen Fluß den nachgeschalteten Verteileinrichtungen zuführen. Über Frontlader, Greifer, Fahrsilofräsen und Futterverteilwagen können auch Fahrsilos in halbmechanische Arbeitsketten eingegliedert werden. Verschiedene Neuentwicklungen bei den Fahrsilofräsen lassen jedenfalls eine verbesserte Verfahrenstechnik erwarten. Das Maß möglicher Arbeitseinsparung und -annehmlichkeit wie beim Hochsilo wird aber nicht erreicht. Nachfolgend soll also nur von technischen Lösungen die Rede sein, die sich um Hochbehälter gruppieren.

#### Vollmechanische Entladegeräte für den Heuturm

Während der Einlagerung bildet sich durch eine entsprechende Vorrichtung in der Mitte des Stockes ein runder Schacht von 1,00 bis 1,20 m Durchmesser. Bei der Entleerung des Behälters wird durch einfache, rotierende Kratzerräder das Heu wie beim Sternrechen von der Oberfläche ab-

geschabt und zum zentralen Abwurfschacht gefördert. Im freien Fall kommt das entnommene Häckselheu an den unteren Ausgang des Schachtes. Dort kann es von einem Förderband aufgenommen und direkt in den Stall oder in einen Futterwagen transportiert werden. Für die einwandfreie Wirkung dieser Entnahmeeinrichtung beim Heuturm sind ein gleichmäßig eingelagerter Futterstock und eine Häcksel-

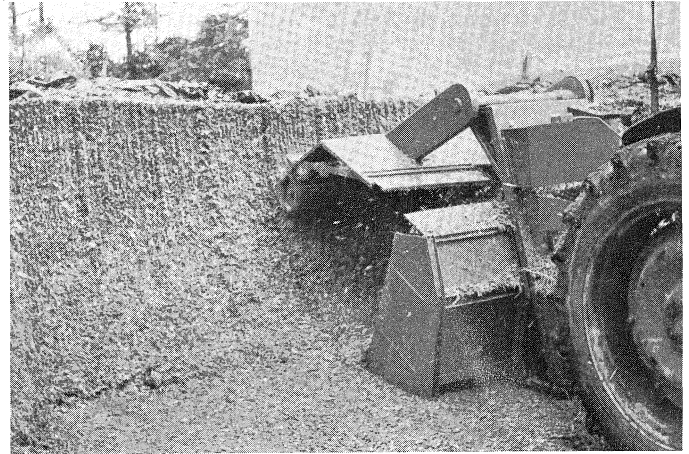


Abb. 1: Um den Arbeitsablauf beim Fahrsilo zu verbessern, wurde die Entwicklung von Schlepperanbau- oder -anhangefräsen auch von mehreren deutschen Herstellern mit wachsendem Erfolg betrieben.

länge von 5 bis 10 cm erforderlich. Bei nur geringer Störanfälligkeit und kleinem Verschleiß werden durchschnittliche Entnahmeeleistungen von 15 kg je Minute erreicht.

Überall dort, wo neuer Lagerraum für Heu geschaffen werden soll und an eine Belüftung gedacht ist, stellt der Heu-

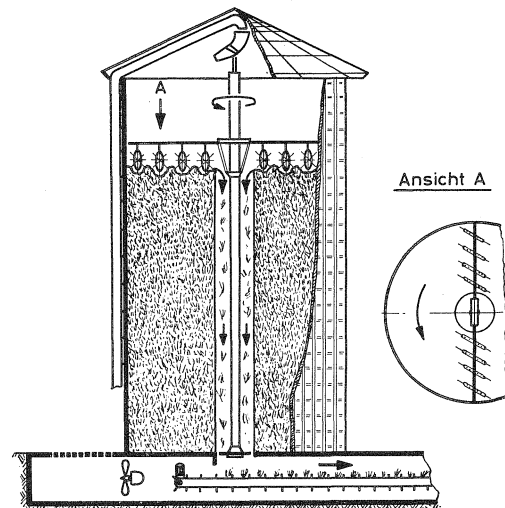


Abb. 2: Vollmechanisch bis zum Verbrauchsort reichende Fütterungseinrichtungen scheinen bislang aber nur im Gefolge von runden Hochbehältern möglich. Das hier dargestellte Entnahme- und Transportsystem beim Heuturm stellt eine seit Jahren bewährte Technik dar.

turm eine brauchbare Hilfe in der Konservierung und Mechanisierung dar.

#### Vollmechanische Silageentnahme

**1** Untenfräsen: Bei den am Siloboden entnehmenden Untenfräsen wird die abgelöste Silage zur Silomitte transportiert. Je nach System gelangt dort das Futter in einen Schacht, der ins Freie führt (Mittelpunktfräsen) oder es wird von einer Förderkette erfaßt und an der Siloaußenwand abgeworfen (System Harvestore). Untenfräsenilos ermöglichen einen festen Einbau des Entnahmeaggregates, so daß deren Betrieb den geringsten Bedienungsaufwand erfordert. Dazu müssen allerdings sehr wesentliche Voraus-

setzungen erfüllt sein, die so hoch sind, daß der Anwendungsbereich für die Untenfräsensysteme auch in Zukunft beschränkt bleiben dürfte. Folgendes ist unabdingbar:

► Bestes Exakthäcksel mit Schnittlängen kleiner als 25 mm zu über 80%. Diese Häcksellänge ist bei Anwelkgut, vor allem vom zweiten Schnitt, über einen ganzen Siliertag auch von einer modernen Häckselkette kaum zu erreichen. Bei Mais und anderen sperrigen Futterpflanzen gelingt dies in der Regel.

► Der Trockenmassegehalt ist ebenfalls von entscheidendem Einfluß auf die Entnahmeleistung. Bei Gras und grasähnlichen Pflanzen soll der TM-Gehalt 40% nicht unterschreiten und auch bei Silomais nicht wesentlich unter 25% liegen.

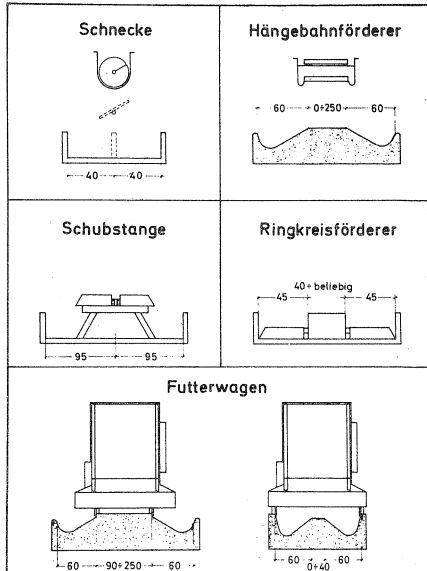


Abb. 3: Der Einsatz mechanischer Futterverteilgerätee läßt sich im Einzelfall auch bei Beständen unter 40 GV rechtfertigen, wenn durch verringerte Futtergangbreiten eine höhere Stallbelegung ermöglicht wird.

Da Untenfräsensilos nur als ganzes System gekauft werden können, stellen die hohen, auf einmal fälligen Investitionskosten eine entscheidende Beschränkung für eine größere Verbreitung dieses Silotyps dar. Nach unseren Erfahrungen lassen sich im derzeitigen Entwicklungsstadium von Untenfräsen nur Mais, Luzerne, Klee gras und ältere Wiesengrassilagen vom ersten Schnitt mit ausreichender Betriebssicherheit entnehmen, wobei die ältere Wiesengrassilage bereits mit Vorbehalt den gut entnehmbaren Futterpflanzen zuzählen ist. Bei normal geschnittenem Wiesengras, vor allem vom zweiten Schnitt, treten erhebliche Schwierigkeiten bei der Entnahme auf.

**2** Obenfräsen: Wie schon aus der Bezeichnung hervorgeht, werden Obenfräsen auf den Futterstock runder Hochsilos aufgesetzt. Von einem langsam über dem Futterstock kreisenden Fräsarm wird die Silage mit Ketten- oder Förderschnecken zur Behältermitte und dort von einem Wurfgebläse in den Abwurfschacht gefördert. Die meisten heute gängigen Fräsentypen werden über dem Futterstock an einem Drahtseil aufgehängt. Diese Aufhängung erfordert ein der jeweils gewünschten Futtermenge angepaßtes Senken der Fräse. Voraussetzungen für den Einsatz von Obenfräsen sind das Vorhandensein eines oben offenen Rundsilos, mit einer Mindestöffnung von etwa 1,50 m Durchmesser, rund oder eckig, und das sogenannte Lukenband, bei dem je nach Silodurchmesser von einer Lukenoberkante bis zu der darüberliegenden Unterkante ein Abstand von 60 cm bis 1,20 m besteht.

Derartige für die Obenentnahme geeignete Silos wurden in den letzten zehn Jahren vor allem unter der Bezeichnung „Silovorschlag Weihenstephan“ in über 15 000 Stück mit einem Gesamtvolumen von fast 1,5 Mill. cbm im Bundesgebiet erstellt, so daß eine große Anzahl von Betrieben bei Bedarf dieses Entnahmeverfahren einsetzen könnte. Hierin liegt

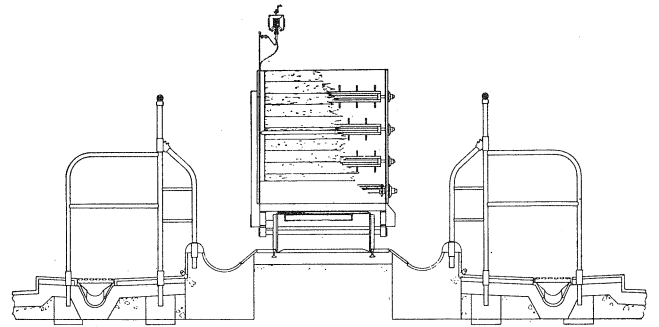


Abb. 4: Selbstfahrende Futterverteilwagen ermöglichen eine gute Anpassungsfähigkeit an die häufig recht weit gespannten Einsatzbedingungen der Praxis. Je nach Gebäudeverhältnissen ist zu entscheiden, ob die schienenengebundene oder die lenkbare Ausführung gewählt wird.

einer der wesentlichen Vorzüge der Obenfräsenverfahren gegenüber den Untenfräsensilos, daß man nämlich zunächst die Behälter erstellt, die dann von Hand entleert werden können, bis der Arbeitsdruck eine Mechanisierung notwendig oder mehr finanzielle Freiheit die Anschaffung einer Obenfräse möglich macht.

Der Anwelkgrad bei Wiesengras soll zwischen 30 bis 40% TM liegen, bei Mais ist auch bei 25% TM noch einwandfreies Arbeiten gegeben. Kurzhäcksel ist bei den Obenfräsen eine sehr wesentliche Voraussetzung, jedoch braucht die Häckselung nicht so genau zu sein wie bei Untenfräsen. Moderne Scheibenrad- oder Trommelhäcksler mit mindestens 50 PS Antriebsleistung sind auch bei Wiesengras in der Lage, über einen ganzen Siliertag hinweg Exakthäcksel der geforderten Länge anzuliefern. Wird mit modernen Maishäckseln Silomais von weniger als 25% TM geerntet, dann ist es sogar zweckmäßig, nicht die kürzeste Häcksellänge zu wählen, da bei der Entnahme ein Verschmieren von Gebläse und Auswurfkrümmer erfolgen kann. 20 mm Häcksellänge sind bei Silomais für die Fräsenarbeit durchaus ausreichend, eine kürzere Häckselung ist lediglich fütterungstechnisch erwünscht.

Die Entnahmeleistungen liegen für Silomais im Durchschnitt bei 60 bis 80 kg je Minute, können aber auch 200 kg betragen. Bei Wiesengras werden Entnahmeleistungen von 40 kg je Minute bei 35% TM durchschnittlich erreicht. Bei den Obenfräsen scheint es in den letzten Jahren gelungen zu sein, sie soweit praxisreif gemacht zu haben, daß sie für einen größeren Kreis von Feldhäckselbetrieben eine funktionell brauchbare Mechanisierung darstellen.

#### Fütterungseinrichtungen:

Ein durchfahrbarer Futtertisch und das Verteilen der Silage mit Stallungstreuer, Automatikwagen oder schleppergezogenen Spezialfahrzeugen werden auch in Zukunft eine brauchbare Lösung sein. Bei Neubauten wird aber bei 40 GV durch die Verringerung der Futtergangbreite von 2,50 m auf 1,20 m bereits soviel Bauaufwand eingespart, daß dafür eine Technik für 6000 DM die Futterverteilung übernehmen kann. Allerdings sind die bislang verwendeten vollmechanischen Futterverteilanlagen, wie Schnecken-, Schubstangen- oder Kettenfütterer, praktisch nur im Laufstall verwendbar.

In den Vereinigten Staaten und England wurden in den letzten Jahren verschiedene Bandfütterungsanlagen entwickelt, die über dem begehbaren oder befahrbaren Futtergang angebracht sind. Mit derartigen Fütterungsanlagen kann im Anbindestall insofern eine Dosierung gewählt werden, als den beiden Trogseiten unterschiedliche Mengen vorgegeben werden können.

Neuere Entwicklungen ermöglichen auch eine abgestufte Dosierung in der Troglänge. Die Dosiergenauigkeit hängt aber sehr wesentlich von der Gleichmäßigkeit der Beschickung mit den vorausgehenden Entnahmegewichten oder Transportfahrzeugen ab. Durch eine Verteilung auf mehrere Ge-

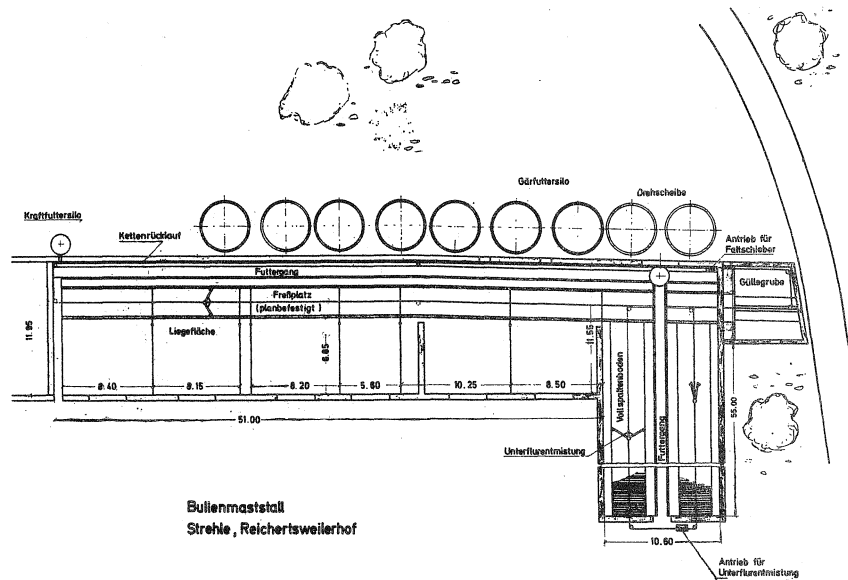


Abb. 5: Diese Grundrißskizze zeigt einen bayerischen Betrieb, in dem 300 Mastbullen mit einem täglichen Gesamtarbeitsaufwand von nur 2 AK-Stunden versorgt werden. Die Futterbereitstellung für die ganzjährige Silomaisfütterung erfolgt mit folgender Ausrüstung: 2200 cbm Betonhochsilos, Obenfräse, selbstfahrender, schienengebundener Fütterungswagen. Abbildungen: Verfasser (5)

bäude und verschiedene Alters- und Nutzungsgruppen sind aber von Betrieb zu Betrieb wechselnde Einsatzbedingungen anzutreffen, die von einer standardisierten, fest eingebauten Technik häufig nicht erfaßt werden können. Dadurch ist zur Zeit so gut wie kein Markt für ortsfeste Grundfütterverteilergeräte vorhanden.

#### Bewegliche Geräte

Für alle Betriebe, die eine beliebig wechselnde Dosierung von gehäckseltem Rau- und Saftfutter wünschen, stehen in der Bundesrepublik seit vier Jahren selbstfahrende Futterverteilerwagen zur Verfügung. Nach Art der Automatikwagen wird das Futter von einem Kratzboden, Verteilwalzen und einem links- oder rechtslaufenden Förderband direkt in den Trog abgeworfen. Der Antrieb dieser Wagen erfolgt über Schleifleitung oder Schleppkabel aus dem Stromnetz und mit Batterie- oder Verbrennungsmotoren. Die netzversorgte Ausführung ist an Schienen gebunden. Wo der Silostandort und die Futterachse die Kabel- und Schienenverlegung zulassen, ist diese Ausführung zu bevorzugen, weil sie die größte Betriebs- und Bedienungssicherheit, den relativ höchsten Arbeitserfolg und die geringsten Kosten verursacht. Bei 40 GV ist für Wagen-, Schienen- und Stromversorgung mit rund 7000 DM zu rechnen.

Bei ungünstigem Silostandort oder mehreren Stallungen muß auf die selbstfahrende und lenkbare Ausführung mit Antrieb durch Batterie- oder Verbrennungsmotor zurückgegriffen werden. Bei schmalen Futtergängen — die Breite derartiger Wagen beträgt 1,30 m — ist die Anbringung einer Führungsspur empfehlenswert. Ein Futterwagen von 2,5 cbm Fassungsvermögen kostet mit Antrieb durch Verbrennungsmotor rd. 6000 DM, die batteriegetriebene Ausführung erfordert bei 3,5 cbm Inhalt rund 9500 DM Kapitalaufwand. Bei dem verhältnismäßig geringen Fassungsvermögen von rd. 3 cbm ist diese Investition von fast 10 000 DM nur dort zu vertreten, wo es nur durch den Einsatz derartiger lenkbarer Futterwagen möglich ist, verschiedene Gebäudeteile ohne große Umbauarbeiten zu funktionsfähigen Stallungen zusammenzufassen.

Seit einiger Zeit werden diese Futterwagen auch mit einem Kraftfuttersaufsatz ausgestattet, der es ermöglicht, sich durch einfache Hebelverstellung dem unterschiedlichen Kraftfutterbedarf einzelner Haltungsguppen anzupassen. Dieser neuentwickelte und seit einem halben Jahr lieferbare

Kraftfütterautomat dosiert bei allen gemahlten und gepreßten Kraftfütterarten sehr genau. Es scheint sich außerdem die Aufnahmebereitschaft für Silage anheben zu lassen, wenn das Kraftfutter bei der Zuteilung gleich damit vermischt wird. Sofern jeder Kuh ein fester Freßplatz zur Verfügung steht, ist die gezielte und rationierte Kraftfütterbeimischung zum Grundfutter einer getrennten Verarbeitung im Trog oder Melkstand vorzuziehen.

#### Die Hauptvorteile von Fütterungswagen . . .

... gegenüber vollmechanischen Verteilanlagen liegen aber wohl in folgenden Punkten:

- ▶ Die Füllung ist von Hand, mit Greifer, Frontlader oder Fräsen möglich.
- ▶ Die zugeteilte Futtermenge läßt sich wie bei der Handverteilung beliebig verändern und an Trogabscnitten, an denen keine Tiere stehen, unterbrechen.
- ▶ Durch schnelle Füllung des Troges entsteht keine Beunruhigung der Tiere.
- ▶ Es tritt keine Futterentmischung, wie bei verschiedenen vollautomatischen Fördergeräten auf
- ▶ Durch die Wahl geeigneter Auswurfbander können Fütterungswagen jeder Futtergangbreite angepaßt werden. Auch ein Futterabwurf zwischen der Radspur ist möglich.
- ▶ Alle Arten von gehäckseltem oder rieselfähigem Futter, wie Heu, Anwelksilage, Maissilage, Biertreber usw., lassen sich störungsfrei verteilen. Lediglich bei unzerkleinerter Rübenblattsilage treten bei voller Wagenausladung Schwierigkeiten auf.

Fütterungswagen stellen gegenüber den vollmechanischen Verteilanlagen technisch einen gewissen Rückschritt dar, weil sie eine Bedienungsperson erfordern; doch darf dieser Umstand nicht überbewertet werden, da zum Beispiel für 40 GV täglich nur 6 bis 8 AK-Minuten für die Futterverteilung benötigt werden, wenn mit einer Wagenfüllung der ganze Bestand gefüttert werden kann.

Abschließend ist also festzustellen, daß bei Neu- oder Umbauten von Rinderstallungen die Möglichkeiten der Futtervorlage mit weitgehend mechanisierten Arbeitskettens beachtet werden sollen. Bei strukturbedingt steigenden Bestandsgrößen scheint auch in der Innenwirtschaft die Arbeitsbewältigung nur mehr über den gesteigerten Einsatz technischer Hilfsmittel erreichbar.

# Fütterungswagen

## FÜR MASTSCHWEINE

Dr. A. Weidinger und Ing. G. Rödel, Weihenstephan

Die einheitliche Beschaffenheit des Schweinefutters ermöglicht hohe Perfektion der eingesetzten Technik, die weitgehend im Druckknopfbetrieb funktioniert. Die Frage der Einführung von vollautomatischen stationären Schweinefütterungsanlagen wird fast ausschließlich von der Wirtschaftlichkeit entschieden.

Selbst bei 400 Mastschweinen ist die Verteilung mit Eimern immer noch billiger, als die Verwendung einer mechanischen Fütterungsanlage. Aber auch bei größeren Beständen ist festzustellen, daß der Rentabilität derartiger Anlagen enge Grenzen gesetzt sind, weil — typisch für fast jede stationäre Technik — die Investitionskosten mit der Bestandsgröße mitwachsen.

Um aus dieser Zwickmühle der mitwachsenden Investitionskosten herauszukommen, wurde von der Landtechnik Weihenstephan ein selbstfahrender Fütterungswagen für den Schweinestall entwickelt (mit finanzieller Unterstützung durch das KTBL), der von der Funktion her weitgehend die Aufgaben eines Vollautomaten übernehmen kann, bei den Investitionskosten aber bereits bei 250 Mastplätzen mit diesen konkurrieren kann. Größere Bestände bewirken nur ein ganz geringfügiges Anwachsen des erforderlichen Kapitalbe-

darfes. 2000 Mastplätze erfordern kaum höhere Investitionen als 200.

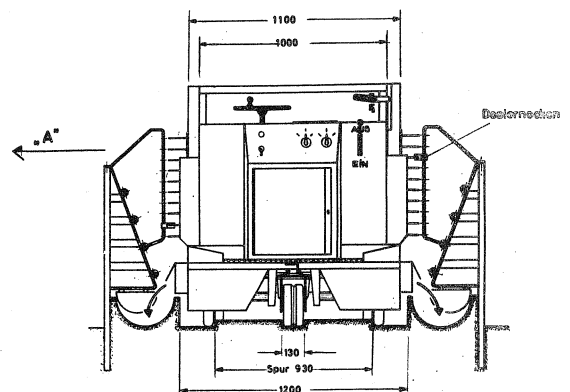
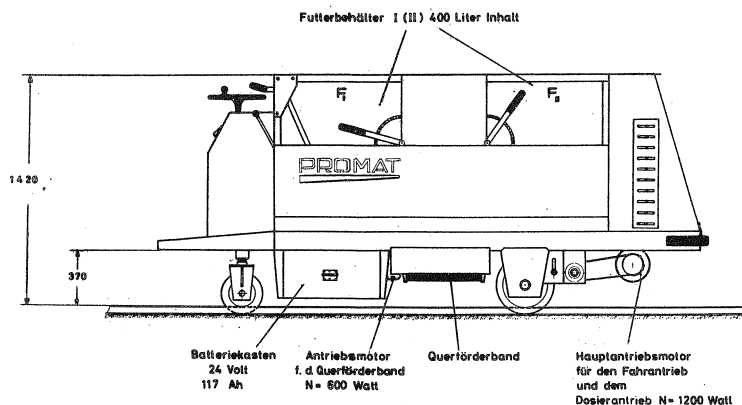
Der Fütterungswagen ist durch Batterieantrieb selbstfahrend und lenkbar. Er kann also in mehreren Stallungen eingesetzt werden, sofern betonierte oder asphaltierte Wege mit Steigungen bis zehn Prozent diese verbinden. Die Vor- und Rückfahrgeschwindigkeit ist in zwei Stufen mit etwa 2 und 3,6 km/h wählbar. Im Stall wird das dreirädrige Fahrzeug auf eine Gleisspur gesetzt, so daß der Fahrer nicht mehr lenken braucht und sich voll auf die Tierbeobachtung und Funktion des Wagens konzentrieren kann.

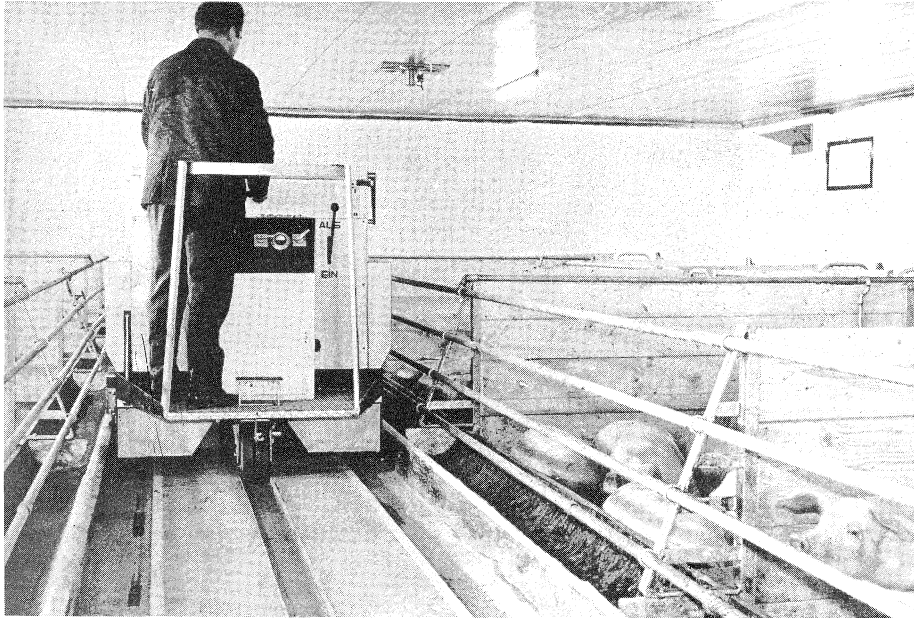
### MENÜ IN ZWEI GÄNGEN

Den praktischen Bedürfnissen entsprechend, werden zwei Krafftuttersorten gleichzeitig mitgeführt, die nacheinander nach links oder rechts mit Hilfe eines Förderbandes in den Trog abgeworfen werden. Am Futtertrog jeder Gruppe oder an jeder Buchtabtrennung

ist ein in zehn Positionen veränderbarer Dosiernocken angebracht. Beim Vorbeifahren des Fütterungswagens berührt dieser Dosiernocken einen am Fütterungswagen befestigten Tastschalter. Durch die Auslösung des entsprechenden Schalters wird die Auswurfmenge gesteuert. Der mit dem Alter der Tiere oder der Größe der Gruppe zunehmende Futtermittelverbrauch wird durch den veränderbaren Dosiernocken berücksichtigt.

Die Mengenzuteilung ist auf dem Prinzip der Volumendosierung aufgebaut. Zur gewichtsgenaue Zuteilung des Futters genügt für jede Futtersorte eine einzige Eichwiegung. Die Dosiervorrichtung ist so berechnet, daß von einer zur nächstliegenden Dosierstufe jeweils die gleiche Mengensteigerung einzustellen ist. Diese Schritte können beliebig groß gewählt werden, so daß beispielsweise eine Mengensteigerung von 1 kg/m auf 1,2, auf 1,4, auf 1,6 usw. kg/m möglich oder aber auch Dosierstufen von 1,0, auf 1,5, auf 2,0, auf 2,5





kg/m usw. erreichbar sind. Als Maximalmenge können etwa 6 kg/m Troglänge gefüttert werden.

Um auf die bei jeder Futteränderung notwendige Eichwiegung verzichten zu können, wird zur Zeit an einer Lösung gearbeitet, die Futtermenge nicht nach dem Volumen, sondern direkt nach dem Gewicht zuzuteilen. Soll die Dosierung nicht automatisch mit den Tastschaltern erfolgen, dann kann die Schalterbetätigung auch von Hand vorgenommen werden.

Der Fütterungswagen eignet sich gleichgültig für zugekaufte oder selbsterzeugte Mischungen und für Pellets bis 5 mm Durchmesser. Ist nur ein Futtergang vorhanden, ist es ohne weiteres möglich, den Wagen vollautomatisch nach einer Zeituhr und ohne Bedienungsperson einzusetzen.

#### **VIER MINUTEN FÜR VIERHUNDERT SCHWEINE**

Die Dosierung ist wegababhängig. Ein Motor bewegt den Wagen und treibt gleichzeitig den Dosierantrieb an. Der Futterauswurf ist deshalb immer der Fahrgeschwindigkeit angepaßt. Durch die schnelle und gleichmäßige Ausbringung des Futters werden die Schweine nur kurzzeitig beunruhigt. Bei einem 60 m langen Futtergang dauert die Futtermenge an 400 Mastschweinen nur etwa vier Minuten.

Dieses Dosierprinzip ist selbstverständlich auch bei der Flüssigfütterung anzuwenden. Die beiden Kraffutterbehälter I und II werden dann gegen Tanks mit Rührwerk ausgewechselt. Die Mengenregulierung kann über Durchlaufmeßeinrichtungen exakt er-

folgen. Die Verteilung innerhalb einer bestimmten Troglänge ist hier leichter, da das Futter an einer beliebigen Stelle am Trog eingegeben werden und dann auseinanderfließen kann.

Der vorgestellte Prototyp ist seit über einem Jahr in einem praktischen Betrieb im Einsatz. In einem Fertigteilstall mit dänischer Aufstallung, Teilsparboden und einem mittleren und zwei außenliegenden Futtergängen werden 450 Mastschweine gehalten. Bei täglich zweimaliger Fütterung sind trotz der drei Futtergänge einschließlich Befüllung des Wagens und Befuchtung des Futters mit einer eingebauten Berieselungsleitung nur 25 Minuten notwendig.

Durch das dreirädrige Fahrwerk erreicht dieser Futterwagen eine ausgezeichnete Wendigkeit. Die Bedienung erfordert zwar eine gewisse Einarbeitungszeit, ist aber dann so einfach, daß im erwähnten Betrieb der Besitzer selbst und sein elfjähriger Sohn sich im Fahren abwechseln. In der einjährigen Erprobungszeit haben sich die mechanischen, aber vor allem die teilweise recht komplizierten elektronischen Bauelemente sehr gut bewährt und es sind kaum Störungen aufgetreten. Die zwei im Wagen eingebauten handelsüblichen Starterbatterien mit je 12 Volt und 170 Ah sind über eine einfache Steckverbindung an das Nachladegerät anzuschließen. Unter den beschriebenen Bedingungen ist eine Nachladezeit von etwa zehn Stunden alle fünf bis sechs Tage erforderlich. Am Rande ist noch erwähnenswert, daß bei der Futtermenge nur eine ganz geringe Staubentwicklung festzustellen ist.

Im Einsatzbetrieb bestand ursprünglich Interesse an einer stationären Anlage mit Gewichtsdosierung. Da diese nach den vorliegenden Angeboten zwischen 24 000,— und 28 000,— DM gekostet hätte, wurde darauf verzichtet.

#### **WESENTLICH BILLIGER**

Beim jetzt eingesetzten Prototyp ist bei einer industriellen Fertigung einschließlich Schienenverlegung und Ladegerät ein Investitionsaufwand von 15 000,— DM zu kalkulieren. Der Investitionsbedarf liegt also schon bei 450 Mastplätzen erheblich niedriger als bei stationären Anlagen. Dem steht aber ohne Zweifel ein höherer Arbeitsaufwand und die tägliche Bindung dieses Arbeitsaufwandes an feste Termine (Futterzeiten) gegenüber.

Grundsätzlich ist das Mitfahren der Bedienungsperson als Vorteil zu werten, da hierbei die beste Möglichkeit zur Tierbeobachtung gegeben ist.

Die praktischen Einsatzchancen dieses neuen, mobilen Futterverteilergerätes können bisher nur an den Erfahrungen mit dem Prototyp abgeschätzt werden, da dieser noch nicht serienmäßig hergestellt wird. Die bisherigen Erfahrungen sind aber sehr gut und erfolgversprechend. Letzten Endes muß aber abgewartet werden, ob eine allgemeine Tendenz sich auch bei der Mechanisierung der Schweinefütterung durchsetzen wird: In Zukunft hat nur Chancen, was sich vollautomatisch im Druckknopftrieb verwenden läßt, auch wenn derzeit noch ein erheblicher ökonomischer Nachteil gegenüber halbautomatischen, mobilen Geräten besteht. ■

# Einstreulose Stallhaltung Möglichkeiten und Grenzen

Von J. Boxberger, Weihenstephan

Die Verknappung und Verteuerung der Arbeitskräfte zwingt wie in anderen Wirtschaftszweigen auch in der Landwirtschaft zur Rationalisierung. In der Tierproduktion geht die Einsparung von Arbeitskräften Hand in Hand mit einer Umweltveränderung für die Tiere, die nicht ohne Probleme zu vollziehen ist. Schließlich entfällt durch das Aufgeben der Einstreu nicht nur der Vorgang „Einstreuen“, sondern zugleich der Strohzukauf oder die Strohbergung und der Lagerraum dafür. Da die Einstreu fehlt, wird der Dung in flüssiger Konsistenz aus dem Stall geschafft, gelagert und ausgebracht. Tabelle 1: Kurzstandabmessungen

Die einstreulose Aufenthaltsfläche für das Tier ist stark eingeschränkt. Das spart teuren Gebäuderaum und trägt zur Sauberhaltung bei. Bei unsachgemäßer Ausführung entsteht aber ein Stress, der durch das Fehlen des „behaglichen Ruhebettes“ noch verstärkt wird. Die Einstreu hatte schließlich nicht allein die Funktion des Dungträgers, sondern diente in erster Linie als Liegematte. Materialien müssen daher gefunden werden, die ähnliche Eigenschaften aufweisen. Erst heute erarbeitet die Wissenschaft hierfür Grundlegendes. Das, was derzeit für diesen Zweck angeboten wird, ist ein technisch-ökonomischer Kompromiß. Das heißt, daß auch heute schon Liegeflächen herzustellen sind, die in allen ihren Eigenschaften den Ansprüchen der Tiere genügen. Nur verkäuflich wären sie nicht. Denn schließlich ist der Wirtschaftlichkeit landwirtschaftlicher Betriebe ein enger Rahmen gesteckt, der nicht die Frage nach dem technisch Möglichen aufwirft, sondern die Prüfung der Möglichkeiten innerhalb wirtschaftlich gesetzter Grenzen erfordert. Die Konsequenz aus diesen Überlegungen dokumentiert die heutige Situation. In manchen Bereichen der Tierhaltung ist es gelungen, befriedigende Lösungen zu schaffen, mit deren Hilfe auf Einstreu ganz zu verzichten ist. In anderen dagegen nicht.

Im Detail soll daher nachfolgend erörtert werden, unter welchen Bedingungen die einstreulose Stallhaltung durchzuführen ist bzw. wo sie sich bisher in der Praxis noch nicht durchsetzen konnte. Der Aktualität der Probleme entsprechend beschränken sich die Ausführungen auf Rinder- und Schweineställe.

## Stallsysteme für Rindvieh

Interessant an der Entwicklung zu einstreulosen Stallsystemen ist, daß sich unerwartet verschiedene kokurrenzfähige Haltungsverfahren gebildet haben, deren Vorteile es abzuwägen gilt, wenn ein Neuer oder Umbau ansteht. Die nachfolgende Beschreibung der einzelnen Systeme wäre daher unvollständig, enthielte sie nicht den gezielten Hinweis auf die Eignung oder auf den Einsatzbereich.

## Der Kurzstand-Anbindestall

Der Kurzstandanbindestall, in mehr oder weniger eingestreuter Form bereits seit ca. 50 Jahren bekannt, konnte durch Detailentwicklungen erst im Verlauf der letzten Jahre hinreichend tiergerecht ausgebildet werden. Obwohl für Jungvieh und Mastbullen ebenfalls geeignet, liegt die hauptsächlichliche Anwendung in der Milchviehhaltung. Gegenüber Stallsystemen mit

Melkständen weist die Kurzstand-Aufstallung einen erhöhten Arbeitszeitbedarf auf. Sie sollte daher vor allem in Betrieben eingesetzt werden, in denen weniger als 30 Kühe zu melken sind.

Zwei verschiedene Formen sind heute als einstreulose Ställe im Gebrauch, der Kurzstand mit Kotgraben und der Kurzstand mit Gitterrost. Sie unterscheiden sich durch die Form der Entmistung und — abhängig davon — in der Standlänge. Beim Kurzstand ist das Rind durch die Anbindevorrichtung so eingeeengt, daß es nahezu auf der gleichen Fläche steht oder liegt. Je nach Tiergröße betragen die Abmessungen für den Kurzstand mit Kotgraben für Kühe 1,10 x 1,70 m. Diese auf mittleres Fleckvieh abgestimmten Maße müssen bei kleineren Tieren in beiden Dimensionen um ca. 5 cm reduziert werden. An die Standfläche schließt sich der 60—80 cm breite Kotgraben an, der zur Arbeitersparnis mit mechanischer Entmistung versehen werden kann. Beim Kotgrabenstand sollten für unterschiedlich große Tiere verschiedene lange Stände zur Verfügung sein. Zur Entmistung werden häufig Schubstangenanlagen, z. T. auch Kettenförderer verwendet. In letzter Zeit werden in zunehmendem Maße Flachschieberanlagen eingebaut.

Im einstreulosen Stall reicht das Fassungsvermögen des Schiebers aus.

Zwischen Standfläche und Kotgraben besteht ein Niveauunterschied von 20 cm (nicht mehr!), der die zurücktretende und im Kotgraben stehende Kuh zu einer unnatürlichen Haltung zwingt. Insbesondere hochtragende Kühe, deren hinterer Körperparteil beim Liegen über die Kante am Standende hinausragt, neigen zum Gebärmuttervorfal. Diese Gesichtspunkte in Verbindung mit den verhältnismäßig hohen Kosten für die Entmistungsanlage geben dem einstreulosen Kotgraben gegenüber dem Gitterroststand eine deutliche Unterlegenheit.

Beim Gitterroststand schließt sich an die um ca. 30 cm kürzere Standfläche ein Kanal an, der mit Metallrosten abgedeckt ist.

Die kurze Standfläche ist nur dann zu verwirklichen, wenn der Gitterrost sich in der gleichen Ebene fortsetzt (keine Stufe). Gleichzeitig ist es zweckmäßig, die Roste seitlich auf einbetonierte Tragschienen aufzulegen. Bei einer Kanalbreite von 1,10 m läßt sich dann der 80 cm breite Rost zur genauen Anpassung der Standlänge an die Größe bzw. Rumpflänge des Tieres in einem Bereich von 30 cm anpassen, indem vor oder hinter dem Rost 10 cm breite Ausgleichshölzer eingelegt werden. Eine ähnliche Lösung wird mit Kombirosten angestrebt, bei denen im ersten Drittel die sonst üblichen 2-cm-Stäbe durch Breitstege (4 cm) ersetzt sind. Der Freiraum zwischen den Stäben liegt zwischen 3,8 und 4 cm. Zur Standlängenpassung werden bei manchen Kombirosten außerdem in die ersten Zwischenräume Hölzer oder Kunststoffteile gelegt. Grundsätzlich ist bei den Rosten darauf zu achten, daß keine scharfkantigen Teile vorhanden sind, da diese unweigerlich Tierverletzungen hervorrufen.

In den meisten Fällen wird der unter dem Rost liegende Kanal für das Treibmistverfahren ausgebildet. Bei sorgfältiger Bewirtschaftung arbeitet dieses Entmistungsverfahren einwandfrei. Störungen verursachen aber z. B. langfasrige Futterreste, die von den Tieren vom Trog in den Stand gewühlt werden und von dort in den Kanal gelangen. Die Tiefe der Kanäle ist auf die Länge abzustimmen. Die Kanalsohle weist kein Gefälle auf. Jeder Kanalabschnitt mündet über eine Nase in den darauffolgenden oder in die Grube.

Hohe Anforderungen werden an die Stand- und Liegefläche gestellt. Sie muß elastisch, trittsicher, verschleißfest und wärmedämmend sein. Während die meisten dieser Eigenschaften nur von wenigen Bodenbelägen erreicht werden, scheint die ausreichende Wärmedämmung kein Problem zu

Bild 1: Entwicklung zu einstreulosen Stallformen und Folgeprobleme

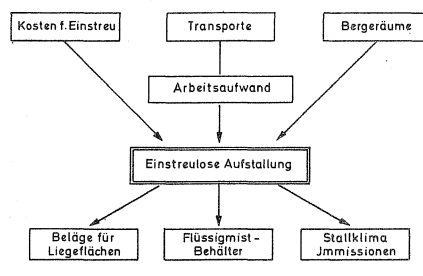


Tabelle 1: Kurzstandabmessungen

	Standbreite (m)	Standlänge (m)	
		bei Kotgraben	bei Gitterrost
Fleckvieh	1,10	1,70	1,40
Schwarz/Rotbunt	1,05	1,65	1,35
Jersey	0,90	1,45	1,25
Jungvieh — 300 kg	0,50 — 0,70	1,10 — 1,30	1,00 — 1,20
Jungvieh — 500 kg	0,70 — 1,00	1,30 — 1,50	1,20 — 1,40



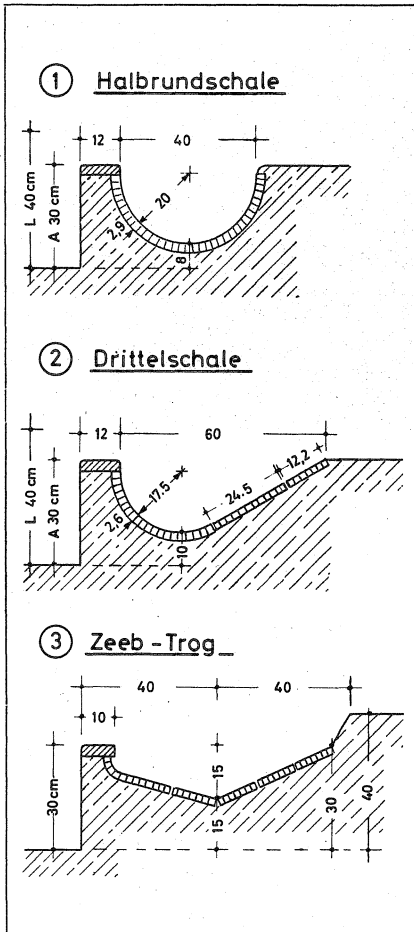


Bild 2: Trogformen für Rindvieh

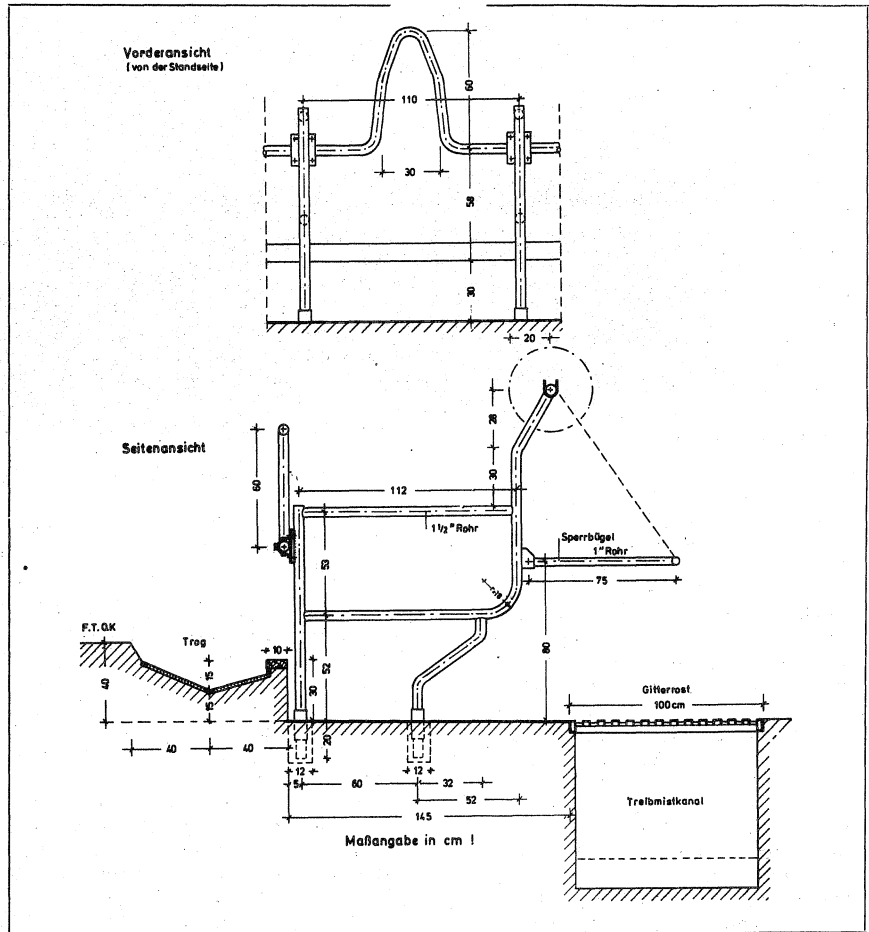


Bild 4: Sperrboxenstand, Vorder- und Seitenabtrennung

sein. Elastische Böden lassen sich nur auf Kunststoff- oder Gummibasis herstellen. Derartige Bodenbeläge sollten fest mit dem Unterbeton verbunden sein, da sie sonst den Belastungen des Anbindestandes nicht standhalten. Die hohen Ansprüche, die sich aus der einstreulosen Haltung ergeben, verteuern die Herstellung. Auch hier muß ein Kompromiß gefunden werden,

bei dem einerseits die ausreichende Behaglichkeit des Tieres Berücksichtigung findet und andererseits die Kosten in einem angemessenen Rahmen bleiben. Beides genauer zu definieren, ist das Ziel verschiedener derzeit laufender Forschungsarbeiten.

Erfolgreicher waren bisher die Bemühun-

gen, durch Feststellung des Tierverhaltens Anbindevorrichtungen und Trogform zu testen und evtl. aufeinander abzustimmen. Die falsche Bemessung beider Bestandteile der Kurzstandaufstallung führt schnell an die Grenzen der einstreulosen Haltung. Die Tiere zeigen zunächst veränderte Bewegungsabläufe und später Verletzungen. Schwerere Rinder sind beson-

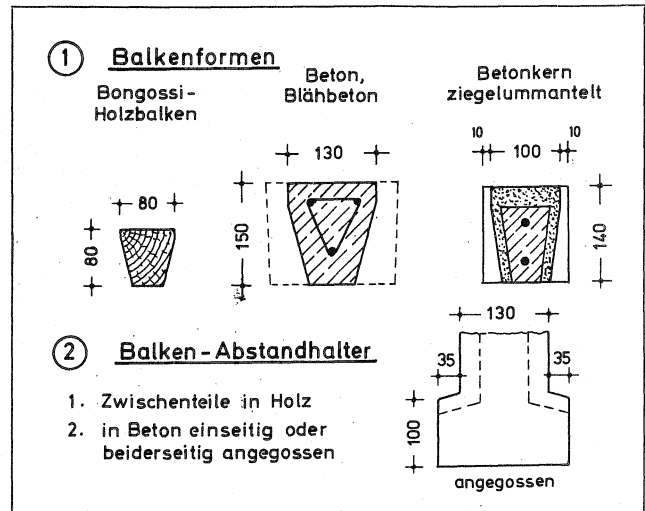


Bild 5: Ausführung von Spaltenbodenbalken

Bild 3: Kurzstandaufstallung mit Gitterrosten

gleich zum Rindvieh schon wegen ihrer geringen Körpermasse und der kleineren Gestalt erheblich wendiger. Der geringere Auflagedruck bewirkt, daß Aufliedgeschäden weniger vorkommen. Bei griffiger Bodenfläche haben die Tiere keine Mühe, sich hinzulegen oder aufzustehen. Dagegen bereitet der angeborene Spieltrieb Schwierigkeiten bei Flachschieber-Entmistungsanlagen, die sich in der Rinderhaltung gut bewähren konnten.

#### Zuchtschweinställe

Die unterschiedlichen Ansprüche der aufzustallenden Tiere zwingen in der Schweinezucht zur starken Aufgliederung in verschiedene Ställe. In diesen Einzelbereichen ist sowohl die Einrichtung wie auch das Klima unterschiedlich.

Im Abferkelstall entscheidet sich die Rentabilität des Zuchtbetriebes. Die Einrichtung muß daher beste Bedingungen für die Geburt und die Aufzucht der Ferkel geben. Da die Beobachtung des Bestandes bereits viel Zeit in Anspruch nimmt, treten arbeitswirtschaftliche Einsparungen zugunsten der Sicherheit der Aufzucht zurück. Im gleichen Maße sinkt die Bereitschaft, die Einstreu aufzugeben. Neuzeitliche Abferkelbuchten werden allerdings nicht einstreuintensiv betrieben. Man versucht, mit einem dünnen Strohpolster jene Behaglichkeit zu schaffen, die in der Schweinehaltung mit anderen Mitteln nicht herzustellen ist. Die an verschiedenen Stellen wiederholt durchgeführten Versuche haben gezeigt, daß elastische Böden aus Gummi oder Kunststoff im Schweinestall nicht verwendbar sind. Sie halten dem Biß der Tiere nicht stand. Die einzige Alternative sind daher harte Böden, die über eine gute Wärmedämmung verfügen, und mit wenig Einstreu versehen werden.

In neuzeitlichen Abferkelställen werden kombinierte Abferkel- und Aufzuchtbuchten benutzt. Die gesamte Buchtenfläche ist dreigeteilt. Neben dem Sauenkäfig mit einer Breite von 65—70 cm befindet sich auf der einen Seite die Ferkelbucht mit Ferkelkiste und dem Futterautomaten für die Ferkel,

Tabelle 4: Abmessungen von Mistgangbuchten (Teilspaltenboden, Hauptmast mit einmaligem Umtrieb)

Gewicht	Troglänge cm / Tier	Liegeplatztiefe ** cm	Mistgangbreite cm
bis 60 kg	27	130	100
bis 100 kg	33	155	110

\*\* bei planbefestigten Mistgängen vergrößert sich die Liegeplatztiefe um 10%

auf der anderen die Nebenbucht mit Ferkeltränke. Die Entmistung der Bucht ist Handarbeit. Ebenso wie bei der Anhängelabferkelbucht mit Schutzbügel kann der von Hand aus der Bucht geräumte Dung in größeren Beständen mit einer mechanischen Entmistungsanlage, die außerhalb der Bucht verläuft, zur Dungstätte befördert werden. Da die Buchten so angelegt sind, daß Harn und Abfallwasser auf kürzestem Wege aus der Bucht abfließen, ist es günstiger, den Dung als Festmist aufzubereiten.

Die unterschiedlichen Klimaansprüche von Muttersau und Ferkel zwingen zur Benutzung örtlicher Heizquellen. Heizstrahler werden in zunehmendem Maße von der Bodenheizung abgelöst, die eine gleichmäßige und einstellbare Temperatur gewährleistet. Die wegen der unterschiedlichen Abferkeltermine nie gleichmäßig zu haltende Besetzung des Abferkelstalles macht außerdem eine Raumheizung erforderlich, da sonst die zur Abfuhr von Wasserdampf und Gasen erforderliche Frischluft bei ungünstigen Witterungsverhältnissen zur Unterkühlung des Stalles führen würde (Bild 8).

Mit der Trennung des Abferkelns und der Aufzucht zeigt sich derzeit eine neue Tendenz zur einstreulosen Ferkelhaltung. Muttersau und Ferkel bleiben 14—20 Tage in der Abferkelbucht. Nach dieser Periode werden die Ferkel in Aufzuchtkäfige oder Aufzuchtbatterien umgestellt. Dort erhalten sie eine künstliche Ferkelmilch und ein Stallklima, das ihren Ansprüchen ständig angepaßt wird. Der strohlose Dung wird

in Handarbeit unter den Käfigen herausgekratzt (Bild 9).

Bei den tragenden Sauen ist im Gegensatz zu den Muttersauen die Notwendigkeit der Überwachung erheblich geringer. Dadurch steht die Einsparung an Arbeitszeit wieder im Vordergrund. Einstreulose Kasten- und Anbindestände sind so eingerichtet, daß die Tiere nebeneinander an einer Fütterungs- und Entmistungsachse stehen und die mechanische Dungräumung möglich wird. Die Verwendung von Spaltenböden ist problematisch, da die Tiere den Stand nicht verlassen und damit der Dung nicht durchgetreten werden kann.

#### Mastschweinställe

In der Schweinemast hat sich die einstreulose Haltung zumindest bei Neu- und Umbauten durchgesetzt. Obwohl keine Gummi- oder Kunststoffbodenbeläge Verwendung finden können, kennt man bei richtiger Ausführung der Stand- und Liegeflächen keine Probleme. Offensichtlich leiden die Mastschweine nicht unter der Härte der Bodenfläche. Von Bedeutung ist nur der Wärmezug, weswegen in Mistgangbuchten der Liegebereich gut wärmegeämmt sein sollte. Die gesamte Mastperiode wird untergliedert in die Vor- und Hauptmast. Vormastställe werden auch heute noch vielfach eingestreut. Zweckmäßig eingerichtete einstreulose Vormastställe zeigen jedoch, daß bei guter Lüftung und evtl. bei Beheizung die Tiere sich gut entwickeln. In der Hauptmast wird vereinzelt die Rein-Raus-Methode angewandt. Im allgemeinen teilt sich jedoch diese Periode zur besseren Stallausnutzung wieder in

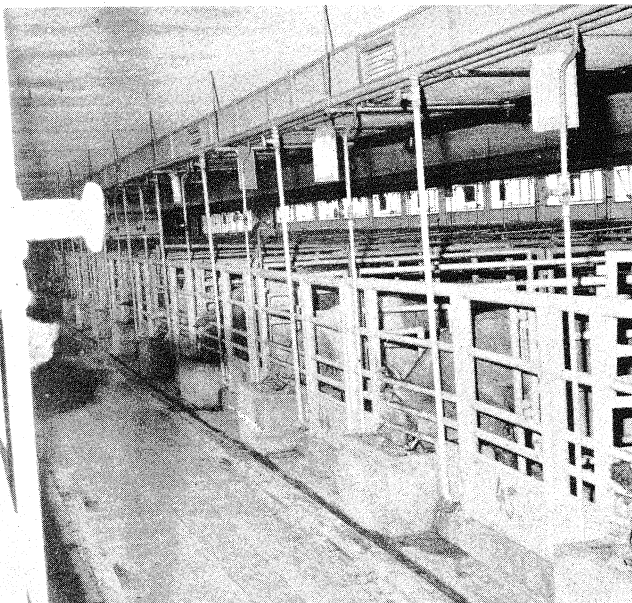


Bild 8: Abferkelstall mit Raumklimatisierung

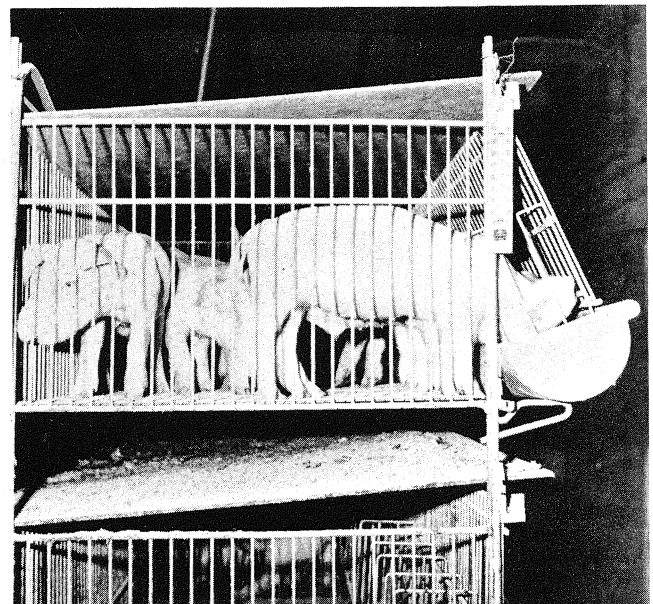


Bild 9: Ferkelaufzucht in Käfigen

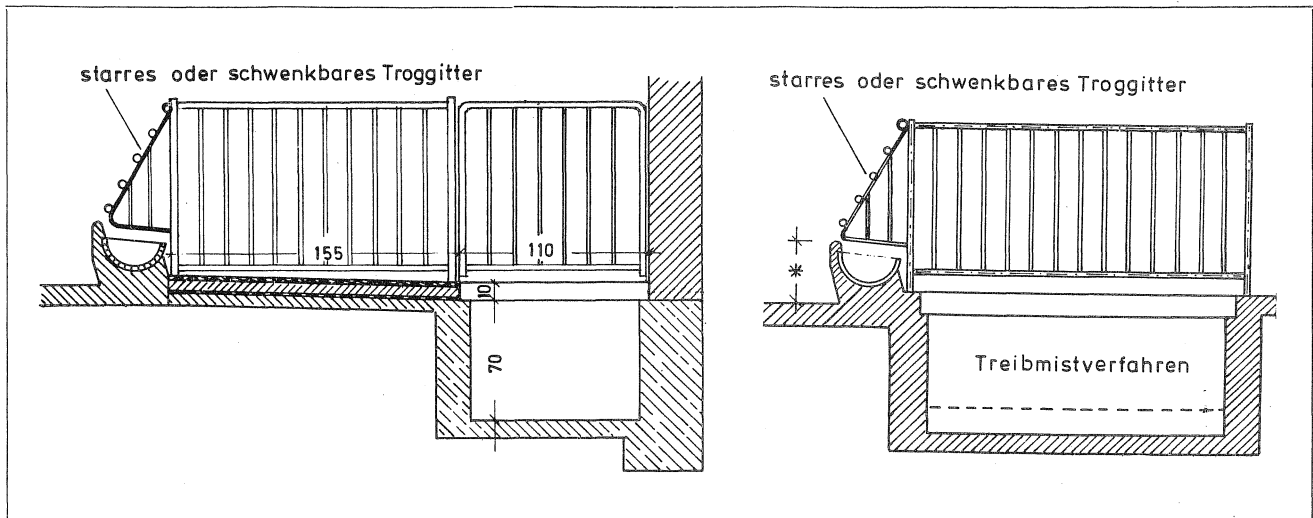


Bild 10: Mistgangbucht mit Teilspaltenboden

Bild 11: Vollspaltenbodenbucht für Mastschweine. Höhe der Troggitter abhängig vom Fütterungsverfahren

zwei Zeitabschnitte auf, die Anfangsmast und die Endmast.

Wesentlichen Einfluß auf die Buchtenanordnung und die Abmessungen nimmt das Fütterungsverfahren. Daneben bestimmt außerdem die Art der Entmistung die Buchtenabmessungen.

Mistgangbuchten mit Troggütterung werden auf eine Gruppengröße von 10—15 Tieren ausgelegt. Aus der Tabelle 4 gehen die Detailmaße hervor. Bei Verwendung von Rostböden am Mistgang wird in dem darunter liegenden Kanal ein Verfahren der Flüssigmistung vorgesehen. Eine Wärmedämmung der Rostböden ist nicht erforderlich. Betonspaltenböden sollten eine Auftrittsweite von 10—13 cm haben und mit einer Spaltenweite von 2,5 cm verlegt werden (Bild 10).

Bei mechanischer Oberflurermistung besteht die Gefahr der Verletzung, da der den Tieren angeborene Spieltrieb sie bei laufender Anlage dazu verführt, sich am Mistgang im gefährlichen Bereich aufzuhalten. Bei Flachschieberanlagen klemmt der Dungschild die Schweine an der Buchtenabtrennung ein. Senkrecht auslaufende Trennstäbe und vor allem das Zusammenlegen von Fütterungs- und Entmistungszeit schränken die Verletzungsgefahr ein. Um Tierverluste zu vermeiden, sollte bei laufender Anlage die Bedienungsperson den Schalter der Entmistungsanlage in Reichweite haben. Außerdem besteht die Möglichkeit, mit Elektropendelklappen, die in der Buchtentrennwand über dem Mistgang angebracht sind, die Tiere von den gefährlichen Stellen fernzuhalten. Bei Bodenfütterung bestimmt die Form der Futterablage in der Bucht deren Abmessungen. Bei bandförmigem Abwurf ist sie rechteckig, bei punktförmigem Abwurf quadratisch.

Vollspaltenbodenställe ergeben die höchste Belegdichte (Bild 11). Wegen der ihnen immer wieder nachgesagten schlechteren Gewichtszunahme der Mastschweine konnten sie sich bisher nur dort eindeutig durchsetzen, wo Molke oder Futterstoffe in flüssiger Form verabreicht werden. Hauptsächlichstes Problem ist der Wärmeentzug bzw. die bei tiefen Kanälen auftretende Thermik. Sorgfältige Luftführung und evtl. wärmegeämmte Spaltenböden

sind daher ausschlaggebend für den Mastserfolg. Die Kanaltiefe sollte so knapp bemessen sein, wie es das Entmistungsverfahren bzw. die Länge der Kanäle zuläßt. Reicht die Wärmedämmung des Gebäudes nicht aus, so ist eine zusätzliche Beheizung des Maststalles unumgänglich.

Tabelle 5: Abmessungen von Vollspaltenbuchten (Hauptmast mit einmaligem Umtrieb)

Gewicht	Troglänge/Tier cm	Buchtentiefe cm
bis 60 kg	27	175
bis 100 kg	33	200

#### Zusammenfassung

Der Zwang zur Rationalisierung in der Tierproduktion führt zur Einsparung von Einstreu, wodurch nicht nur Strohbergung oder der Strohzukauf sowie der erforderliche Lagerraum überflüssig werden, sondern auch gleichzeitig eine arbeitswirtschaftliche Verbesserung in der Stallhaltung eintritt. Die einzelnen Produktionsrichtungen bieten für einstreulose Stallsysteme abgesteckte Einsatzbereiche, deren Möglichkeiten und Grenzen folgendermaßen zusammenzufassen sind:

1. Seit mehr als 50 Jahren ist der Kurzstanbindestall für Rindvieh bekannt. Das Prinzip besteht darin, den Bewegungsbereich des Tieres so einzuschränken, daß der Dung in den Kotgraben oder durch den Gitterrost in den Kanal abgesetzt wird und die Liegefläche sauber bleibt. Das Material der einstreulosen Standfläche muß elastisch, trittsicher, verschleißfest und wärmegeämmt sein.
2. Der Sperrboxenstall ist in der Problematik dem Anbindestall verwandt. Da die Tiere jedoch leicht aus der Boxe entlassen und wieder eingesperrt werden können, ermöglicht er das arbeitssparende Melken im Melkstand.
3. Im Liegeboxenastall erhalten die einzelnen Stallbereiche eine weitgehende Spezialisierung. An den Bodenbelag der Liegeboxe werden die gleichen Anforderungen wie beim Kurzstand gestellt. Der Laufbereich als Verbindung zwischen den Liegeboxen und der Fütterungseinrichtung muß mit geringst möglichem Aufwand sau-

ber zu halten sein. Die Lage der Fütterungseinrichtung bestimmt das Stallsystem, das Fütterungsverfahren beeinflußt die Anordnung.

4. Vollspaltenbodenställe eignen sich bei Rindvieh vor allem für die Haltung von Mastbullen und Jungvieh. Die Buchtenabmessungen werden auf die Einzeltierfütterung abgestimmt. Zur besseren Stallraumausnutzung kommen zwei Buchtengrößen für Anfangs- und Endmast zum Einsatz. Zur Entmistung unter dem Spaltenboden hat sich das Treibmistverfahren bewährt.

5. In der einstreulosen Kälberhaltung reicht die Wärmeabgabe der Tiere nicht aus, um allein mit einer Lüftung den erzeugten Wasserdampf und die Gase zu entfernen. Kälberställe müssen zusätzlich beheizt werden.

6. Durch die weitgehend ungeschützte Körperoberfläche des Schweines kommt der Wärmedämmung der Liegeflächen besondere Bedeutung zu. Wegen des geringeren Auflagedruckes und der besseren Beweglichkeit reduzieren sich jedoch die Ansprüche an die Elastizität der Böden.

7. Ferkelproduzierende Betriebe bevorzugen die eingestreute Haltung zumindest im Abferkelstall. Der Dung wird als Festmist aufbereitet. Die einstreulose Haltung der tragenden Sauen hat sich bewährt.

8. Für die einstreulose Haltung von Mastschweinen eignen sich Mistgang- oder Vollspaltenbodenbuchten. Die mechanische Dungräumung in Mistgangbuchten bereitet in größeren Beständen Schwierigkeiten. In Vollspaltenbodenställen kommt dem Stallklima besondere Bedeutung zu.

#### Schrifttum

- [1] Eichhorn, H.; Boxberger, J.; Seufert, H.: Flüssigmist; Entmistung, Lagerung, Ausbringung. Beton-Verlag, Düsseldorf 1970
- [2] Boxberger, J.; Frey, J.: Kälber auf Vollspaltenboden, Übersicht 22 (1971) 516—520
- [3] Ober, J.; Kiesel, H. P.: Stallfußböden. Landwirtschaftsverlag Hiltrup 1970
- [4] Ober, J.; Blendl, H.: Schweineställe. Bayer. Landwirtschaftsverlag, München 1969
- [5] Fiedler, E.: Schweinestallbau. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Weinbau und Forsten, Baden-Württemberg 1971
- [6] Zeisig, H.-D.: Lüftung in Ställen. Grundlagen der Landtechnik, 19 (1969) 79—84
- [7] Neuzzeitliche Rindviehställe und Tiergesundheit. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Frankfurt 1969

### Der Vollspaltenbodenstall

Die bisher besprochenen Rinderställe eignen sich sowohl für die Milchviehhaltung wie für Jungvieh und Mastbullen. Die Anwendung von Vollspaltenbodenställen ist dagegen auf die Haltung von Mastbullen und Jungvieh beschränkt. Umsomehr konnte er sich in diesem Bereich durchsetzen. Anfängliche Schwierigkeiten gelten heute als überwunden.

Das Fütterungsverfahren bestimmt die Buchtenform. Bei der heute üblichen Einzeltierfütterung (Kraffuttergabe) benötigt jedes Tier einen Einzelfreßplatz. Daneben entscheidet die Tiergröße über die genauen Abmessungen der Bucht. In der Endmast beträgt die Breite eines Freßplatzes 70 cm. Die Buchtentiefe läßt sich zwischen 3,50 und 3,70 m variieren. Da die Rein-Raus-Methode einen zu hohen Platzbedarf erfordert, häufiges Umtreiben aber Minderzunahmen ergibt, hat sich als Kompromiß der einmalige Umtrieb während der Mastperiode bewährt. Im ersten Mastabschnitt bis zu einem Gewicht von ca. 400 kg genügt dann eine Buchtentiefe von 3 m bei einer Trogbreite von 0,55 m.

Die Kanäle unter dem Spaltenboden werden für das Treibmistverfahren eingerichtet, dessen Funktionssicherheit bei richtiger Kanalbemessung nicht zu übertreffen ist. Durch den selbsttätigen Dungaufstau wirkt die Kanallänge bestimmend auf die Kanaltiefe. Sie läßt sich anhand der Formel in Bild 6 berechnen. In Einzelfällen, in denen sich wegen flach fundamentierter Gebäude oder ungünstiger geologischer Verhältnisse (hoher Grundwasserstand, felsiger Untergrund) Kanäle in der für das Treibmistverfahren erforderlichen Tiefe nicht bauen lassen, kann auf die mechanische Unterflurentmischung mittels Flachschieber zurückgegriffen werden.

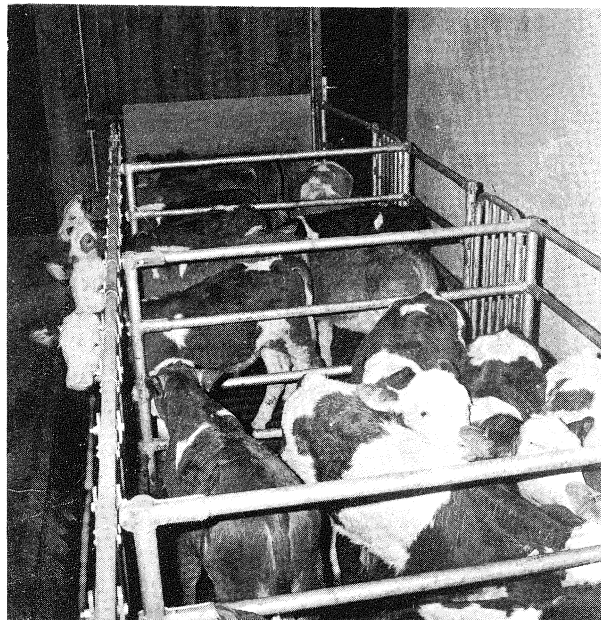
Wie beim Teilspaltenboden in Liegeboxenlaufställen ist auf die Ausführung und Verlegung der Balken besonders zu achten (Abmessungen siehe Tabelle 2). Balken mit verbreiterten Köpfen erübrigen Distanzklötze und lassen sich leichter verlegen. Die breitere Auflagefläche gibt ihnen einen besseren Halt. Bisher konnte noch nicht nachgewiesen werden, ob sich der Wärmeentzug bei den ruhenden Tieren negativ auf die Futtermittelverwertung auswirkt. Minderzunahmen haben sich bisher nicht ergeben, so daß für Mastbullen wärmegeämmte Balken nicht für erforderlich gehalten werden.

Eine richtig berechnete funktionsfähige Lüftungsanlage ergibt gute stallklimatische Verhältnisse für die Tiere und bewahrt das Gebäude und die technische Einrichtung des Stalles vor Durchfeuchtung und Korrosion.

### Einstreulose Kälberhaltung

Als besonders problematisch gilt die einstreulose Kälberhaltung. Die Wärmeabga-

Bild 7:  
Kälberaufzucht im  
Vollspaltenbodenstall



be der Tiere reicht nicht aus, den gleichzeitig erzeugten Wasserdampf und die Gase mit Hilfe einer Lüftung entfernen zu können. Eine zusätzliche Heizung ist demnach unumgänglich. Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten kann jedoch — wie die derzeit laufenden Beispiele zeigen — die einstreulose Kälberhaltung durchgeführt werden.

In der Kälbermast wird das Haltungsverfahren weitgehend von der Art der Fütterung beeinflusst. Die Einzeltierfütterung läßt sich am besten mit der Einzeltierhaltung in einem einstreulosen Stand praktizieren. Als Standfläche dient im vorderen Teil ein Breitstegrost, der aus wärmedämmendem Material bestehen sollte. Hinter den Tieren schließt daran ein Gitterrost. Bei einer kurzen seitlichen Abtrennung (ca. 0,70 m), bei der die Tiere mit den hinteren Extremitäten den Nachbarstand mitbenutzen können, genügt eine Standbreite von 60 cm. Die vordere Buchtenwand ist für die Verabreichung der Tränke mit einer Eimerhalterung versehen. Sie enthält keinen Trog.

Bei Verwendung von Tränkeautomaten, zu deren Auslastung 20—40 Tiere/Gerät erforderlich sind, muß die Gruppenhaltung durchgeführt werden. Bei richtiger Stallklimaregelung kann auch hier die einstreulose Haltung auf Vollspaltenboden genutzt werden. Um den Wärmeentzug bei den liegenden Tieren einzuschränken, müssen Spaltenbodenbalken aus wärmegeämmtem Material verwendet werden. Bei Kälbern beträgt die Balkenbreite 10—13 cm, die Spaltenweite 2,5 cm. Die Buchtenabmessungen sind weitgehend frei

wählbar. Nur zu schmale Buchten, die den Zugang zum Automaten erschweren, eignen sich nicht. Am zweckmäßigsten ist die nahezu quadratische Form. Dieses System läßt die dichteste Stallbelegung in der Kälberhaltung zu. Es bedarf jedoch, da eine Kontrolle der aufgenommenen Milchmenge fehlt, einer besonders sorgfältigen Überwachung der Tiere.

Auch in der Kälberaufzucht wird sowohl die Einzel- wie die Gruppenhaltung durchgeführt. Die Aufzuchtperiode teilt sich in mehrere Abschnitte, in denen unterschiedliche Buchtenformen Verwendung finden. Im ersten Abschnitt werden die Kälber in Einzellaufboxen gehalten (Abmessungen: 1,5 x 2 m). Nur selten verzichtet man für diese kritische Periode auf Einstreu. Die Ursache hierfür ist in der ungünstigen Klimatisierung derartiger Kälberställe zu suchen, die sich meist an einen Milchviehstall anschließen und nicht beheizt werden können.

Spezialisierte Bullenmastbetriebe mit Kälberhaltung während der Frühentwöhnungsperiode stallen jeweils 5—10 Tiere in Vollspaltenbodenbuchten (auf Bild 7). Jedes Tier erhält einen Einzelfreßplatz mit ca. 40 cm Breite. Die Buchtentiefe genügt mit ca. 2 m. In Verbindung mit einem Heizungs-Lüftungs-System entwickeln sich die Tiere in den bisher bestehenden Betriebsbetrieben gut. Durch die frühzeitige Gewöhnung an die harten Spaltenbodenflächen ergeben sich später keinerlei Umstellungsschwierigkeiten.

### Einstreulose Schweinehaltung

Die verhältnismäßig ungeschützte Körperoberfläche der Schweine gibt bei einstreuloser Haltung Probleme auf, die nicht in allen Teilbereichen als voll gelöst angesehen werden können. Beim Liegen auf einem nicht ausreichend wärmedämmenden Boden wird dem Tier auf einem Viertel der Körperoberfläche Wärme entzogen. Daraus läßt sich ableiten, daß im Schweinestall mehr noch als im Rinderstall eine Wärmedämmung des Bodens vorhanden sein muß. Dagegen sind Schweine im Ver-

Tabelle 3: Planungsdaten für den Vollspaltenbodenstall

Gewichtsabschnitt kg	Trogbreite m	Buchtentiefe m	Spaltenboden Flächenbedarf qm / Tier
200 — 400	0,55	3,00	1,65
400 — 600	0,70	3,70	2,70

Stalldeckenhöhe (über Spaltenboden) 3,00 m

Tabelle 2: Spaltenbodenabmessungen

	Auftrittsbreite der Balken cm	Balkenabstand cm	Balkenmaterial
Kälber	8 — 12	2 — 2,5	Bongossiholz, Blähtonbeton
Jungvieh-Mastbullen	13	3,0 — 3,5	Blähtonbeton oder Beton
Milchkühe (Teilspaltenboden)	13	3,5	Beton
Mastschweine	10 — 13	2,0 — 2,5	Blähtonbeton, Ziegel, Beton

ders anfällig für diese Mängel. Die Anforderungen an den Trog lassen sich folgendermaßen umreißen: Er muß das Futter in einer Höhe darbieten, daß das Tier fressen kann, ohne verkrampft stehen zu müssen. Die überwiegend praktizierte Vorratsfütterung mit voluminösen Futtermitteln erfordert ein ausreichendes Fassungsvermögen. Und schließlich ist der Trog ein Teil des Standes, den das Tier beim Ruhen mit benutzt. Bild 2 zeigt, welche Formen den Anforderungen weitgehend entsprechen.

Im einstreulosen Stand hängt die Sauberkeit der Tiere entscheidend davon ab, ob der Dung direkt in den Kotgraben bzw. in den Kanal abgesetzt wird oder ob er auf der Standfläche liegenbleibt. Standlänge und Anbindevorrichtung beeinflussen demnach die Sauberkeit. Der Anbindevorrichtung erwächst dabei die Aufgabe, das Tier so zu fixieren, daß diese Forderung erfüllt ist. Gleichzeitig soll sie aber dem Tier ausreichend Bewegungsmöglichkeit gewähren (Bild 3).

Bei ganzjähriger Stallhaltung konnten sich sowohl Senkrechtketten wie Pfostenanbindungen, die etwas mehr Bewegungsmöglichkeit verschaffen, bewähren. Betriebe mit Weidehaltung müssen jedoch zweimal täglich die Tiere zum Melken festlegen. Bei hofnahen Weiden, die in der Milchviehhaltung überwiegend anzutreffen sind, geschieht dies im Stall, da dort die Rohmelkanalage die saubere und arbeitssparende Milchgewinnung ermöglicht. Das Entlassen der Tiere aus der Anbindevorrichtung bereitet dabei keine Schwierigkeiten. Erheblich schwieriger gestaltet sich das Einfangen. Weidebetriebe müssen daher eine Anbindevorrichtung wählen, die zumindest das gruppenweise Einfangen zuläßt. Hierfür eignen sich vor allem Gelenkhalmsrahmen, neuerdings auch spezielle Senkrechtkettenanbindungen. Vorteilhaft wären Anbindevorrichtungen, bei denen sich die Tiere selbst einfangen. An derartigen Lösungen wird bereits seit längerer Zeit entwickelt.

### Der Sperrboxenstall

Bei Beständen mit mehr als 30 Kühen tragen Stallsysteme, die das Melken in einem Melkstand ermöglichen, zur Arbeitszeitsparung und zur sauberen Milchgewinnung bei. Neben dem Liegeboxenlaufstall bewährt sich zur Zeit der Sperrboxenstall, bei dem die Tiere im Gegensatz zum Kurzstand nicht am Halse angebunden sind, sondern von einer Rohrkonstruktion umgeben werden, die hinten mit einem Bügel abzusperrt ist. Vorder- und Seitenabtrennungen müssen Freiräume aufweisen, die dem Tier das bequeme Stehen und Liegen ermöglichen (Bild 4). Da das Tier sich fast ausschließlich auf der

Standfläche aufhält, gelten die im Zusammenhang mit dem Kurzstand erörterten Probleme über Bodenbeläge und Entmistung auch für den Sperrboxenstall.

### Der Liegeboxenlaufstall

Durch die Trennung der Bereiche für das Liegen und das Fressen tritt eine Vereinfachung der Probleme einstreuloser Haltungsverfahren auf. Die jedem Tier zugewiesene Boxe wird so eingerichtet, daß sie sich nur für das Liegen eignet. Das stehende Tier wird durch einen Nackenriegel zurückgedrängt. Dadurch fällt der im Stehen abgesetzte Dung auf die Lauffläche, die in jedem Fall so einzurichten ist, daß sie nicht von Hand gereinigt werden muß. Durch die Trennung der Bereiche lassen sich verschiedene Zuordnungsbeispiele zusammenstellen, die im wesentlichen durch das Fütterungsverfahren und die Lage der Fütterungseinrichtung bestimmt sind. Die Zuordnung beeinflußt wiederum die Lage und Größe der Lauffläche und das Entmistungsverfahren. Durch die verschiedenen Zuordnungsmöglichkeiten

barboxe ermöglichen. Ein weiterer Freiraum an der Vorderseite erlaubt es dem Tier, beim Aufstehen den Kopf durch die Seitenabtrennung zu stecken und auf diese Weise den für das Aufstehen nötigen Schwung zu holen. Dadurch, daß die Tiere sich nicht ständig in der Boxe aufhalten, unterliegt der Bodenbelag nicht den Belastungen wie im Anbindestall. Ansonsten sind auch hier die gleichen Anforderungen zu stellen.

Die Wahl des Fütterungsverfahrens steht nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit den Problemen der einstreulosen Rinderhaltung. Bei der Gestaltung der Freißplätze ist lediglich darauf zu achten, daß möglichst wenig Futter in die Lauffläche und von dort in den Flüssigmistbehälter gelangt und so zu Schwierigkeiten beim Pumpen führt. Durch genaue Untersuchungen ist heute die Auswahl geeigneter Freißgitterformen erleichtert.

Als Verbindung zwischen den Liegeboxen und der Fütterungseinrichtung dienen die Laufflächen. Bei außerhalb des Gebäudes liegender Fütterung ist neben den Gängen zwischen den Liegeboxen innerhalb des Gebäudes auch noch ein Laufhof erforderlich. Während die Gänge im Gebäude in kurzen Abständen (evtl. täglich) gereinigt werden müssen, genügt bei der Laufhoffläche das ein- bis zweimalige Abschieben in der Woche. Als Arbeitsgeräte eignen sich vor allem Fahrzeuge, die mit einem engen Wendekreis innerhalb der Laufhofflächen unbehindert arbeiten können. Bei Spezialhofschleppern ist jedoch zu prüfen, ob wegen des hohen Anschaf-

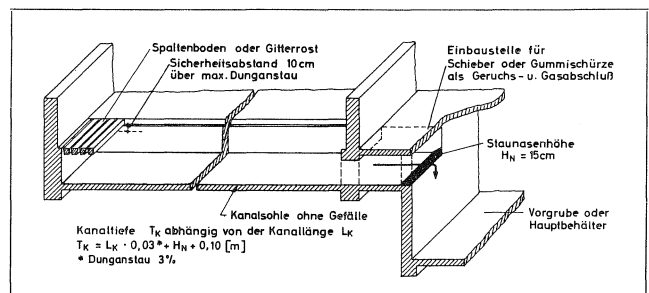


Bild 6:  
Treibmistkanal

wird der Liegeboxenlaufstall anpassungsfähiger an vorhandene Gebäudesubstanz oder bestimmte Binderabmessungen. Zugleich erhöht sich jedoch die Zahl der Fehlerquellen bei der Planung.

Eine funktionsfähige Liegeboxe muß vor allem in der einstreulosen Form bestimmte Bedingungen erfüllen, um dem Tier ausreichend Bewegungsraum zu verschaffen und gleichzeitig die Sauberhaltung der Boxe zu gewährleisten. Die letztgenannte Forderung wird dadurch erfüllt, daß die Grundfläche der Boxen so eingeschränkt ist, daß das Tier nicht schräg stehen kann und gleichzeitig ein Nackenriegel beim Aufstehen dazu zwingt, die Boxe mit den hinteren Extremitäten zu verlassen. Freiräume in der Boxentrennwand stellen trotz eingeschränktem Bewegungsraum sicher, daß das Tier bequem liegen kann. Zu diesem Zweck sollte die Boxentrennwand nicht bis zum Boden als geschlossene Wand ausgeführt sein, sondern durch einen Freiraum das Durchstrecken der Extremitäten und die Mitbenutzung der Nach-

fungspreises ihre Auslastung ausreichend ist.

Der geschlossene Liegeboxenlaufstall mit Fütterung im Gebäude benötigt nur schmale Laufgänge (Breite 2—3 m), die mit Spaltenböden ausgelegt oder mit einer Flachschieberanlage entmistet werden können. Als Material für derartige Spaltenböden hat sich Stahlbeton bewährt. Die Auftrittsbreite der Balken beträgt 13—14 cm, die Spaltenweite 3,5 cm. Das Stallsystem ist nur voll funktionsfähig, wenn eine einwandfreie Balkenqualität verwendet wird (Bild 5).

Auch bei den planbefestigten Laufgängen hängt die Sauberkeit vor allem davon ab, ob die zu entstehenden Flächen in sich eben ausgeführt sind. Nur dann sind die Schiebergeräte in der Lage, den einstreulosen und flüssigen Dung restlos zu entfernen. Auf unebenen Gängen bleiben Pfützen, die zur Verschmutzung der Tiere beitragen und die Gefahr von Infektionskrankheiten an den Klauen erhöhen.

## Die Messung der Wärmeableitung auf Tierliegeflächen

von Hans Stanzel, Landtechnik Weihenstephan

Bei der Wahl der Böden für Liegeflächen im Stallbereich geben heute arbeitswirtschaftliche Vorzüge und Kosten den Ausschlag. Forderungen für die Behaglichkeit und Gesundheit der Tiere kommen dabei vielfach zu kurz. Spektakuläre Schäden von ungeeigneten Liegeflächen sind hinreichend bekannt. Weniger geläufig sind die vielen unspezifischen Schäden an Tieren, die mit den Belägen in Zusammenhang gebracht werden müssen. Unbehagliche Liegeflächen zeigen die Tiere durch mangelhafte Leistungen, unartgemäßes Verhalten und evtl. auch Schäden an Beinen, Klauen, Zitzen usw.

Was die Tiere bevorzugen, wenn sie die Wahl haben, weiß jeder erfahrene Landwirt. Das haben aber auch die Versuche von WANDER (21,22) gezeigt. Danach werden von den Tieren vor allem weiche und wärmedämmende Beläge bevorzugt - eine Binsenweisheit. Sie ohne Einstreu zu verwirklichen macht jedoch große Schwierigkeiten, da die Kosten, das Verschleißverhalten und die Trittsicherheit von solchen Belägen (Gummi- und Kunststoffmatten) noch nicht befriedigen.

Auch die Vorstellungen zur Wärmeableitung scheinen noch wenig gefestigt zusein. WANDER konnte keine Bevorzugung der Beläge mit besserer Wärmedämmung beobachten. Andererseits sind in der Literatur Angaben über Sollwerte zu finden. Leitmaß ist die Wärmeabgabe, die zur Erhaltung der Körperfunktion nötig ist. Bei einer 550 kg schweren Kuh in Laktation sind das ca.  $150 \text{ W/m}^2$ . (NICHELMANN 11). OBER u. KIESL (14) kalkulieren für eine 500 kg schwere Kuh  $120 \text{ W/m}^2$ . CAMMERER vertritt die Auffassung, daß ein Maß von  $100 \text{ W/m}^2$  nicht unterschritten werden soll, um einen Wärmestau zu verhindern. Dagegen spricht die Erfahrung, daß sich die Tiere gern auf Stroh legen, das oft nur Werte unter  $50 \text{ W/m}^2$  zuläßt.

Vergleicht man nun die Angaben über die tatsächliche Wärmeableitung, so liegen die Werte fast aller einstreulosen Liegeflächen erheblich über diesen Sollwerten (BÄR 2; HANNUSCH 8, OBER/KIESL 14, OBER/KOLLER 15). Das kommt daher, daß alle im Neuzustand reichlich dimensionierten Wärmedämmstoffe nach einigen Jahren viel Feuchtigkeit aufgenommen haben und weit hinter die Rechenwerte der Baustofftabellen zurückfallen. Nach CAMMERER (3) verdoppelt sich die Wärmeleitfähigkeit von vielen Baustoffen, wenn der Wassergehalt um 10 Vol% zunimmt. Zudem verschieben sich die Wärmeleitfähigkeiten der Dämmstoffe noch mit der Temperatur. Während für Kalkulationen oft von der Stalllufttemperatur von  $12^\circ\text{C}$  ausgegangen wird und für diese Temperatur die Wärmeleitfähigkeiten aus den Tabellen zutreffen, stellen sich in der Liegefläche unter der Kuh Temperaturen von  $20\dots 30^\circ\text{C}$  ein. Die Wärmeleitfähigkeiten liegen dann aber um einige Prozent höher (RECKNAGEL/SPRENGER 16). Die Rechenwerte dieser Tabellen können daher für Liegeflächen nur unzureichende Anhaltswerte bieten, da sie keine Stoffkon-

stanten darstellen. Man wird daher nicht umhin können, in der Praxis gewonnene Meßwerte zu berücksichtigen.

Solche Messungen werden seit einigen Jahren durchgeführt. Ergebnisse sind besonders von BÄR (2), HAARTSEN (7), OBER u. KIESL (14) bekannt. Diese Autoren verwenden alle Wärmestrommesser mit Meßflächen von wenigen  $\text{cm}^2$ , die von CAMMERER und LUSTIG entwickelt wurden und über die DIN 52614 "Prüfung der Wärmeableitung von Fußböden" weite Verbreitung gefunden haben. Die Methode verwendet einen Prüfheizkörper von 15 bis 30 cm  $\varnothing$ , dessen Inhalt auf konstanten Temperaturen zwischen 30 und 39°C gehalten wird. Dieser Wert wird von der Hauttemperatur der Tiere abgeleitet. Der Heizkörper wird mit einer elastischen Membran von 0,3 bis 8 mm Dicke auf die zu prüfende Liegefläche gesetzt. Zwischen dem Körper und der Liegefläche liegt ein dünner Geber für den Wärmestrom dessen Thermospannung ein Maß für die abfließende Wärme ist. Bei geeigneter Kalibrierung kann die Wärmestromdichte in  $\text{W}/\text{m}^2$  ( $= 0,86 \text{ kcal}/\text{m}^2\text{h}$ ) gemessen werden.

Neben den Vorzügen dieser Methode wie Handlichkeit und schnelle Ergebnisse müssen auch die Nachteile gesehen werden. Die kleine Meßfläche liefert je nach Bodenkontakt verschiedene Ergebnisse; dies führt auf rauhen Belägen zu großen Meßwertstreuungen. Auf heterogenen Liegeflächen wie verfugten Platten, Holzstöckeln, Gitterrosten und Spaltenböden kommen unsinnige Werte heraus, weil dort neben der Wärmeleitung noch andere Formen der Wärmeübertragung beteiligt sind (Strahlung, Konvektion, Evaporation).

Für solche Böden muß die Meßfläche vergrößert werden. HANNUSCH (8) und JANSON verwenden deshalb Prüfheizkörper mit Meßflächen bis 0,6  $\text{m}^2$  (Kuh Simulator). In Ermangelung so großer Wärmestromgeber wird der Prüfheizkörper nach oben und zur Seite mit Polystyrol isoliert, so daß die Wärme nur nach unten abfließen kann. Gemessen wird die elektrische Heizenergie, die für die Erhaltung der Temperatur des Prüfheizkörpers benötigt wird. Im Gegensatz zu HANNUSCH verwendet JANSON als Heizkörper einen 0,3 mm Heizfolie mit geringster Wärmeträgheit, die auch die Dynamik des Wärmestroms der Messung zugänglich macht. SEUFERT (18) weicht von dieser Methode dadurch ab, daß er einen 0,25  $\text{m}^2$  bedeckenden Prüfheizkörper mit einem eben so großen Wärmestromgeber benutzt.

Mit diesen großen und umständlich zu handhabenden Wärmestrommessern lassen sich die genannten schwierigen Beläge gut reproduzierbar messen. Abb. 1 zeigt typische Ergebnisse solcher Messungen auf einem homogenen Belag aus 20 mm wärmedämmenden Estrich und Unterbeton, der in der Praxis häufig anzutreffen ist. Die ausgezogene Kurve stammt von HAARTSEN (7) und wurde mit einem kleinen Wärmestrommesser aufgenommen. Die strichlierte Kurve wurde mit dem Wärmestrommesser von SEUFERT aufgezeichnet. In beiden Fällen lag die Oberflächentemperatur vor dem Erwärmen bei 12°C, die Temperaturen der Prüfheizkörper bei 30°C. Der typische Verlauf der Wärmestromdichte beginnt bei 400 - 700  $\text{W}/\text{m}^2$  kurz nach dem Aufsetzen des Heizkörpers und fällt dann mehr oder weniger schnell auf ein stabiles Niveau, das nach 50 - 80 min. erreicht wird. Dieser

Vorgang verläuft um so schneller je größer der Wärmewiderstand der obersten Schicht und je kleiner die Wärmekapazität des gesamten Belags ist.

Motor für den Wärmestrom ist die Temperaturdifferenz zwischen der Hauttemperatur des Tiers und der Bodentemperatur unter der Liegefläche. Nach NICHELMANN (11) kann bei  $14^{\circ}\text{C}$  Lufttemperatur mit Hauttemperaturen am Rumpf von  $34^{\circ}\text{C}$  gerechnet werden. Für die Wärmeableitung gibt jedoch die Temperatur an der Kontaktfläche zwischen Fell und Bodenbelag den Ausschlag. Wegen der guten Isolationseigenschaften des Fells und des Regulationsvermögens der Tiere liegen diese Temperaturen mehr oder weniger unter der normalen Hauttemperatur. JANSON hat bei liegenden Kühen Temperaturen an der Kontaktfläche von  $25 - 35^{\circ}\text{C}$  gemessen je nach Wärmedämmung der Liegeflächen und der Länge der Liegezeit.

Diese unübersichtlichen Temperaturverhältnisse am Bodenbelag und an den Tieren haben viele Versuchsansteller, die ursprünglich an praxisgerechte Messungen dachten, veranlaßt, von Messungen in Ställen abzusehen und Bodenmessungen unter definierten Laborbedingungen zu machen. Dieses Vorgehen ist unumgänglich, wenn man die Frage nach der Wärmeableitung von den Baustoffen her sieht und in Vergleichen optimale Konstruktionen finden will. Es ist aber irreführend, wenn man den Wärmehaushalt der Tiere im Auge hat. So weist OBER (14) ausdrücklich daraufhin, daß die so gewonnenen Werte keineswegs dem tatsächlichen Wärmeentzug vom Tierkörper gleichzusetzen sind.

Eine Demonstrationsmessung kann das bestätigen. In einem 6 Jahre alten Laufstall mit Faltschieberentmischung wurde eine Liegebucht (Bodenbelag von Abb. 1) mit einem  $0,25\text{ m}^2$  großen Wärmestromgeber ausgestattet. Die Temperaturen der Stallluft, an der Kontaktfläche und im Belag wurden mit schnellansprechenden Mantelthermoelementen gemessen. Die Aufzeichnung der Meßwerte während einer Nacht erfolgte automatisch. Die Bucht wurde in 12 Stunden 6 mal zum Liegen benutzt, die Liegedauer streute von 0,5 bis 2,5 Stunden. Abb. 2 zeigt den Meßschrieb einer nicht näher identifizierten schwarzbunten Kuh aus einer 5 Jahre alten in Laktation stehenden Gruppe. Der Wärmestromgeber lag so in der Mitte der Bucht, daß er vollflächig vom Bauch abgedeckt war. Die obere Kurve zeigt den Verlauf der Temperatur an der Kontaktfläche. Diese stieg beim Ablegen der Kuh rasch auf  $26^{\circ}\text{C}$  und erreichte nach einer Stunde fast  $29^{\circ}\text{C}$ . Vor Beginn des Liegens herrschte ein negativer Wärmestrom, da die Liegefläche mit  $12^{\circ}\text{C}$  wärmer als die Stallluft war, die wegen offener Stalltüre nur bei  $10^{\circ}\text{C}$  lag. Im Gegensatz zur Messung mit Prüfheizkörpern zeigt der Wärmestrom kein Anlaufmaximum, sondern erreicht allmählich ein stabiles Niveau bei ca.  $190\text{ W/m}^2$ . Die Vasokonstriktion des Tieres und die Dämmwirkung des Fells führen also zu ganz anderen Strömungsverhältnissen als sie mit Simulatoren erzielbar sind.

Für Physiologen und Tierhalter dürfte es interessant sein, dieses Zusammenwirken zwischen Tier und Bauteil kennen zu lernen. Von differenzierten Untersuchungen an verschiedenen Tierarten, Alters- und Nutzungsgruppen sind Ergebnisse zu erwarten,



die Hinweise für die Weiterentwicklung und Optimierung der Bodenbeläge geben können. Solche Messungen müßten die Temperaturverteilung an der Kontaktfläche sowie die Verteilung der Wärmeströmung erfassen. Die Frage nach den zulässigen Grenzen für den Wärmestrom wird sich dann genauer beantworten lassen.

### Literaturverzeichnis

1. ALB: Entwurfsatlas landw. Bauwesen  
Frankfurt 1967
2. Bär, H.: Untersuchungen über die Wärmeableitung  
von Stallfußböden  
Deutsche Agrartechnik 17 (1967)  
S. 115 - 117
3. Cammerer, J.S.: Der Einfluß der Feuchtigkeit auf die  
Wärmeleitzahl von Baustoffen nach dem  
derzeitigen internationalen Schrifttum  
in Feuchtigkeitsregelung, Durchfeuch-  
tung und Wärmeleitfähigkeit bei Bau-  
stoffen und Bauteilen Berlin 1957 S.37 ff
4. Cammerer, W.F.: Die Wärmeleitfähigkeit von Baustoffen  
und ihre Prüfung  
In Wärme und Feuchtigkeitsschutz im  
Bauwesen, RKW-Schrift Köln-Braunsfeld  
1966
5. DIN 52612: Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit mit  
dem Plattengerät
6. DIN 52614: Bestimmung der Wärmeableitung von  
Fußböden
7. Haartsen, P.I.: Insulation of floors in livestock  
buildings. Farm Mechanisation & Buildings  
12 (1967) S. 25 f.
8. Hannusch, D.: Der Umbau von Milchviehställen als  
Ergebnis funktioneller, bautechnischer  
und investitionsabhängiger Überlegungen  
Dissertation der landwirtschaftlichen  
Fakultät der TU München in Weihenstephan  
1969 S. 127 ff.
9. Lehmann, S.: Gerät zur Bestimmung des Wärmeentzugs  
durch die umgebende Luft und durch  
Stallbodenplatten  
Deutsche Agrartechnik 18 (1968) S. 90/91

10. Mehler, A.;  
Heinig, W.: Bauten für die Rinderhaltung  
Radebaul 1968 S. 95 ff.
11. Nichelmann, M.: in Lyhs L.: Der Wärmehaushalt land-  
wirtschaftlicher Nutztiere  
Förster, Jena 1971
12. Ober, J.: Versuche mit Holzbelägen auf Vieh-  
ständen in Rinderviehställen  
Bauen auf dem Lande 18 (1967) S.94-103
13. Ober, J.;  
Kiesl, H.P.: Wärmeableitung von Stand- und Buchten-  
fußböden mit und ohne Einstreu und mit  
perforierter Fläche in Viehställen  
Bayer. Landwirtschaftl. Jahrbuch 41  
(1964) S. 971 ff.
14. Ober, J.;  
Kiesl, H.P.: Stallfußböden, ein Untersuchungs- und  
Erfahrungsbericht  
Landwirtschaftsverlag, Hilstrup 1970
15. Ober, J.;  
Koller, G.: Rindviehställe  
BLV, München 1969 S. 101 ff.
16. Recknagel;  
Sprenger: Taschenbuch für Heizung, Lüftung und  
Klimatechnik  
Oldenbourg, München 1970
17. RKW: Wärme und Feuchtigkeitsschutz im Bau-  
wesen  
Müller, Köln 1966
18. Seufert, H.: Untersuchung der Wärmeableitung von  
Bodenbelägen  
Tagung d. Dt.Vet.Med.Ges. Freiburg 1971
19. VDI.: Handbuch Energietechnik Teil 2 Wärme-  
technische Arbeitsmappe  
10. Auflage Düsseldorf 1971
20. VDI: Arbeitsmappe Heizung, Lüftung, Klima-  
technik  
Düsseldorf 1968
21. Wander, J.F.: Verhaltensuntersuchungen an Rindern in  
Anbinde- und Laufställen  
KTBL-Manuskriptdruck Nr. 22 Frankfurt  
1970 S. 57-78
22. Wander, J.F.: Tierverhalten als Beurteilungsmaßstab  
für Stallbauten  
Tierzüchter 9 (1971) S. 243-245

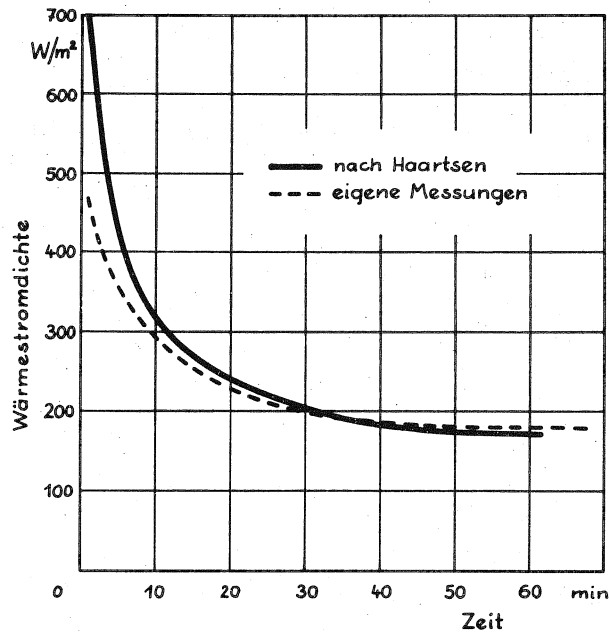


Abb. 1 Wärmeableitung aus Prüfheizkörpern auf Böden aus 20 mm dämmendem Estrich und Unterbeton

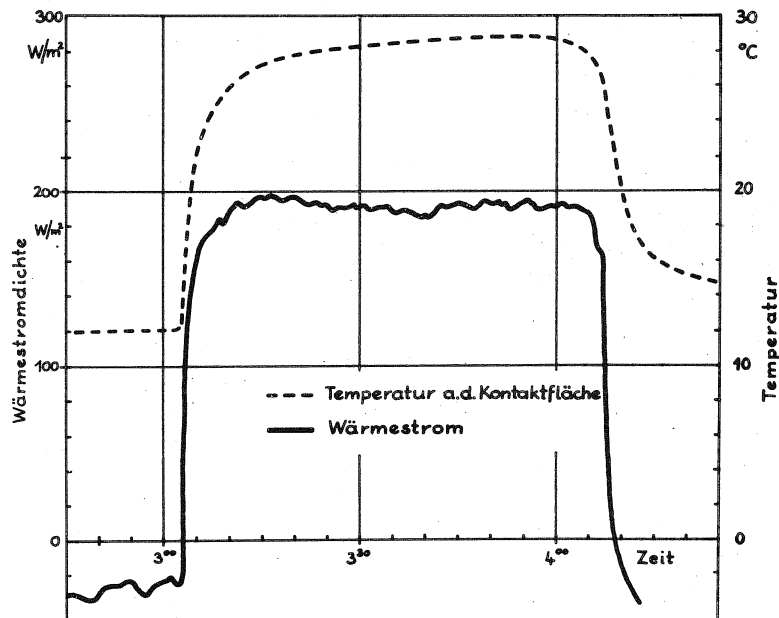


Abb. 2 Wärmeableitung aus einer Kuh auf dem gleichen Boden wie in Abb. 1

# Entwicklungsrichtung bei der Technik der Entmistung

Von Klaus Grimm

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Weihenstephan

## 1. Einleitung

Wenn zur Zeit etwa 85 Prozent aller landwirtschaftlichen Betriebe das Festmistverfahren anwenden, so deutet jedoch die fast ausschließliche Anwendung der Flüssigmist-Verfahren bei den sich spezialisierenden Betrieben auf einen Umbruch bei der Anwendung der Entmistungstechnik hin. Der Arbeitsaufwand für die Bergung der Einstreu, dessen relativ teurer Bergeraum und nicht zuletzt die Umstrukturierung und Spezialisierung der Betriebe (Bestandserweiterung, Ausnutzung von Scheunenraum) führen praktisch zur Aufgabe der Bereitstellung von großen Mengen Einstreu.

Auch von den Hauptarbeitsbereichen im Stall, wie Melken, Futtervorlage und Stalldungaufbereitung, erfordern Einstreu und Entmisten einen beträchtlichen Anteil. Diese Arbeit ist unhygienisch und wird daher zusätzlich als lästig empfunden.

Das erklärt, warum man heute bestrebt ist, strohsparende Aufstellungsformen zu finden, die häufig zur völlig flüssigen Entmistung abgewandelt werden können. Aber nicht nur die Entmistung selbst, sondern auch die Aufbereitung und die Lagerung des anfallenden Stalldungs in Gruben und Hochbehältern nimmt im mechanisierten Betrieb ständig an Bedeutung zu.

Bild 1 zeigt die Entwicklung der verschiedenen Entmistungsv erfahren, die heute bekannt sind. Wir haben im wesentlichen vier Formen zu unterscheiden:

1. Festmist — wozu Einstreu erforderlich ist und Futterreste mit verarbeitet werden können — und Jauche, die getrennt im bekannten System gelagert wird.
2. Gülle — also ein Kot-Harn-Gemisch mit reichlichem Wasserzusatz.
3. Flüssigmist — gegenüber der Gülle ohne Wasserzusatz.
4. Das sogenannte Oxydationsverfahren — wobei das anfallende Kot-Harn-Gemisch als reines Abfallprodukt behandelt wird.

Das Flüssigmist-Verfahren ist heute zweifellos das erfolgversprechendste und modernste, weshalb die folgenden Ausführungen sich vor allem hierauf beschränken.

Bevor diese Einschränkungen weiter begründet werden, ist es der Vollständigkeit halber erforderlich, auf die Anwendung des Oxydationsverfahrens im landwirtschaftlichen Betrieb einzugehen.

Die flächenunabhängige Produktion, die insbesondere bei der Hühner- und Schweinehaltung sehr ähnlich ist, führt in Holland, Dänemark, der Schweiz und zum Teil auch in Deutschland zu Schwierigkeiten bei der Stallungsausbringung. Es steht hier im Einzelfall nicht mehr genügend Fläche für die Düngerausbringung zur Verfügung. Aus diesem Grunde hat man in Holland vor vier Jahren damit begonnen, das anfallende Kot-Harn-Gemisch aus Schweineställen ähnlich wie in Abwasserkläranlagen aufzubereiten. In Deutschland wurde 1968 bei Quakenbrück dieser Oxydationsgraben (Bild 2) mit einem Inhalt von 65 m<sup>3</sup> projektiert, um Grundlagen für die Erstellung und Mechanisierung solcher Anlagen zu ermitteln. Dieser Oxydationsgraben verarbeitet zur Zeit den anfallenden Harn von 500 Mast Schweinen. Er ist 0,90 m tief und 1,50 m breit. Ein langsam laufendes Schaufelrad hat die Aufgabe, Sauerstoff in die Flüssigkeit zu bringen, der für die Bakterien, die den Harnschlamm abbauen, notwendig ist.

Zur Zeit werden in verschiedenen europäischen Ländern und auch in den USA große Anstrengungen gemacht, um

das Problem der Flüssigmist-Beseitigung zu beherrschen. Es steht außer Zweifel, daß in zehn bis zwanzig Jahren Lösungen bereitstehen müssen, die dann dem weltweiten Problem der Abfallbeseitigung in der Landwirtschaft gerecht werden.

## 2. Betriebswirtschaftliche Einordnung der Verfahren

Auf der 5. Internationalen Gülletagung in Gumpenstein 1968 und der CIGR-Tagung in Baden-Baden 1969 wurde überwiegend die Meinung vertreten, daß eine vermehrte Anwendung des Flüssigmist-Verfahrens gegenüber dem Festmistverfahren keine Zufallserscheinung sei, da sie unter anderem auf betriebswirtschaftlichen Vorteilen beruht.

In Tafel 1 sind nur die merkantilen Gesichtspunkte bei einer Gegenüberstellung der beiden Verfahren berücksichtigt, wobei beim Flüssigmist-Verfahren noch zwischen Schwemmist (IIa), also mit Wasserzusatz, und Flüssigmist (IIb) zusätzlich unterschieden wurde. Vergleicht man nun die Verfahren I und IIb, so stellt sich der Gewinn in arbeitswirtschaftlicher Hinsicht mit 30 Prozent, in baulicher Hinsicht mit 25 Prozent und in bezug auf den Düngerwert mit 48 Prozent ein. Beim Betriebserfolg kann man mit einem Mehrerlös von 6 Prozent beziehungsweise bei einem Rohertrag von 3 000 mit 180 DM/ha rechnen. So gesehen halten wir es für richtig, alle

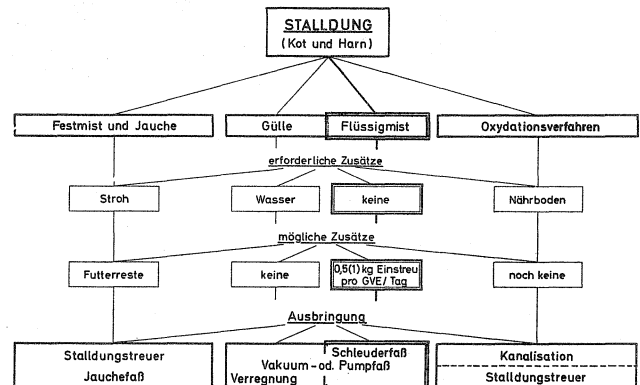


Bild 1: Entwicklung der Entmistungsv erfahren

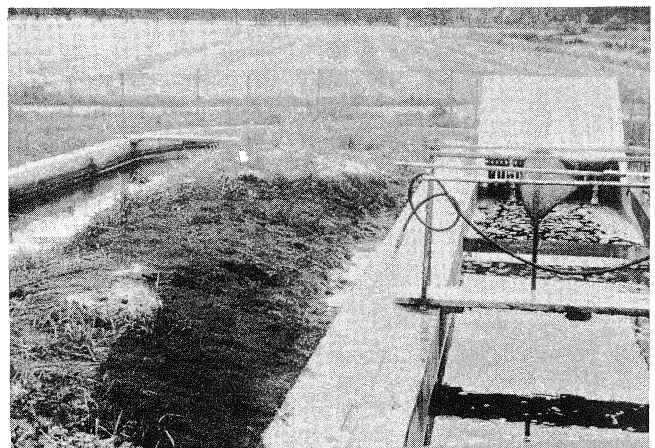


Bild 2: Der Oxydationsgraben mit einem angetriebenen Schaufelrad hat die Aufgabe, mit Hilfe von aeroben Bakterien das anfallende Kot-Harn-Gemisch soweit abzubauen, daß das Wasser in die örtlichen Kanäle oder in das Grundwasser gelassen werden kann.

Tafel 1: Vergleich von 3 Verfahren der Stalldungaufbereitung bei 40 GV

Arbeitsverfahren	AKH-Bedarf für Dungaushbringung bei 100 Tg. Lagerzeit von 40 GVE	Aufwand für Technik, Güllelagerraum und Strohbergeraum [DM/GVE]	bei einer Jahresprodukt. von 1 300 kg/GVE Werte nach SCHMIDT	Rohrertrag 3 000 DM/ha (od. 100 %)
<b>I. Festmist (mech. Entmistung)</b>				
Dunglege-Greifer Stallungstreuer (3 t) Jauchegrube, Pumpe und Faß	25	625	Rotteverlust 50 % Endprodukt 650 kg	100 %
<b>II. Flüssigmist (mech. Entmistung od. Gitterrost)</b>				
a) Mehrkammerbehälter Pumpfaß (3000 l)	20	525	Rotteverlust 8 %	106 %
b) Vor- und Hauptbehälter Schleuderpumpe Schleuderfaß (3000 l)	17,5	469	Endprodukt 1196 kg	
Gewinn (II b geg. I)	30 %	25 %	48 %	6 %

mit dem Flüssigmist-Verfahren zusammenhängenden technischen und baulichen Probleme gründlichst zu durchleuchten und baldmöglichst zu klären. Dieser kalkulatorische betriebswirtschaftliche Erfolg ist nämlich nur dann realisierbar, wenn die Einzelfunktionen der Flüssigmist-Aufbereitung voll beherrscht werden.

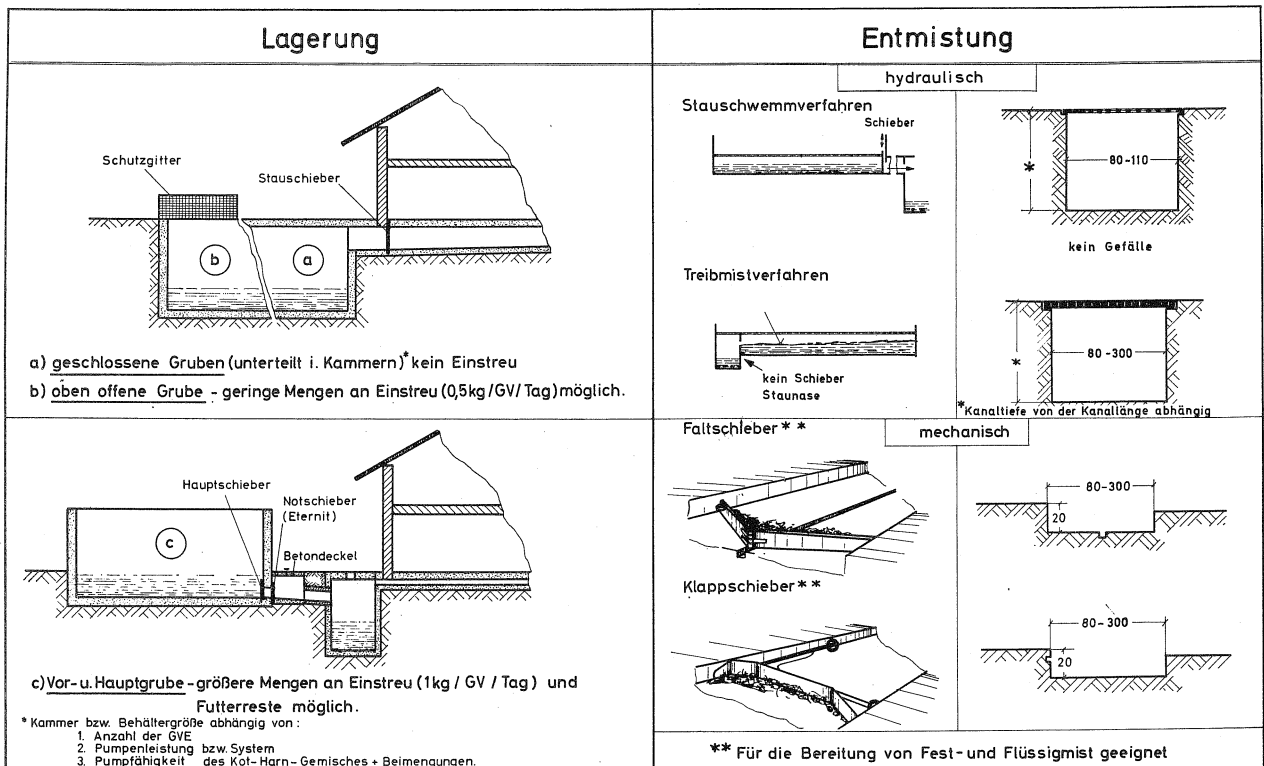
Nach neueren Erkenntnissen lassen sich neben den bekannten baulichen Lösungen für die Entmistung, nämlich Stau- und Treibmistkanal, auch mechanische Entmistungsanlagen für das Flüssigmist-Verfahren einsetzen (Bild 3). Der Stallentmistung, ob selbstfließend oder mechanisch, folgt zwangsläufig die Lagerung und Aufbereitung. Neben den beiden bekannten Systemen der Flüssigmist-Lagerung — in geschlossenen Kammern oder in abgedeckten beziehungsweise abgesicherten Gruben — nimmt neuerdings das Verfahren mit Vor- und Hauptbehälter besonders an Bedeutung zu. Wir sind der Meinung, daß der Lageraum für Flüssigmist in Zukunft im Mittelpunkt des Verfahrens „Stallungskette“ stehen wird, und zwar ähnlich wie der Gärfutterbehälter

schlechthin diese Bedeutung für die Futterwirtschaft erlangt hat.

**3. Mechanische Entmistung — Trend zum breiten Flachschieber**

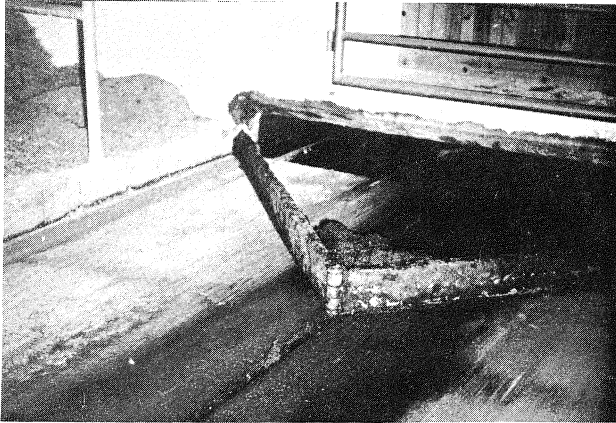
Die mechanische Förderung des Kot-Harn-Gemisches im Stall ist dann vorteilhaft, wenn der Landwirt auf eine geringe Einstreuemenge von beispielsweise 0,5 kg Häckselstreu nicht verzichten will oder wenn er den Spaltenboden oder den Gitterrost aus bestimmten Tierhaltungsgründen oder vom Bauamt her nicht verwenden möchte. Ferner hat die mechanische Förderung von Flüssigmist Vorteile bei der Entmistung von Boxenlaufställen mit planbefestigten Kotgängen, wo immer die Gefahr besteht, daß die Tiere Futterreste auf die Laufgänge verschleppen. So wurden zunächst im Laufstall, insbesondere im Boxenlaufstall, die breiten Ober- und Unterflurstrahlzugschieber angewandt.

Die Entwicklung blieb jedoch nicht stehen. Der neuerdings ins Gespräch kommende Faltschieber, erfunden von ANDREAE



\* Kammer bzw. Behältergröße abhängig von:  
1. Anzahl der GVE  
2. Pumpenleistung bzw. System  
3. Pumpfähigkeit des Kot-Harn-Gemisches + Beimengungen.

Bild 3: Möglichkeiten der Beseitigung des Kot-Harn-Gemisches aus dem Stall und dessen Zwischenlagerung

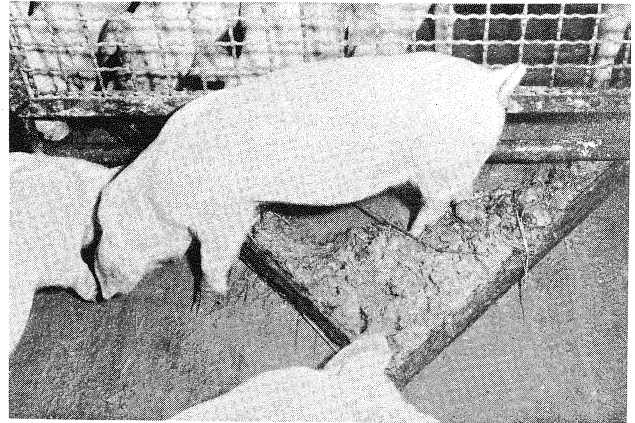


**Bild 4: Faltschieber zum Reinigen des Laufganges im Boxenlaufstall**  
 Hier der Faltschieber in Vorwärtsbewegung im aufgefalteten Zustand beim Entmisten des Stalles, wobei im benachbarten Gang gegenläufig ein Schieber zusammengefaltet zurückgezogen wird. Geführt wird der Schieber durch ein Schild, das sich in der Mittenrinne befindet. Das Abstützen der Räumschilder an der Kotstufe erfolgt durch Kufen.

und von ihm bis zur praktischen Anwendung entwickelt, bringt viele Vorteile, die sich nicht nur bei der Stallentmistungstechnik, sondern im ganzen Verfahren, insbesondere im Kapitalbedarf, niederschlagen. Seine Arbeitsweise ist denkbar einfach. Er stellt eine Weiterentwicklung der Ringkreis- und Schubstangenentmistung dar.

Der Faltschieber wird in einer Führungsschiene, die in der Laufgangmitte eingelassen ist, mittels eines Kettenzuges, der ihm eine Vorschubgeschwindigkeit von etwa 3 m/min verleiht, gegenläufig durch den Stall gezogen (Bild 4). Die Schieber haben eine Höhe von 10 bis 20 cm und kommen dadurch unter Buchtenabtrennungen und Absperrgittern durch. Die Funktion des Entmistens geht so vor sich, daß der sich in Arbeitsstellung befindende Schieber im angefalteten Zustand den Mist nach außen zur Abwurfstelle fördert und der andere Schieber sich zusammengefaltet zum Ausgangspunkt bewegt.

Doch wie bewährt sich der Faltschieber im Schweinestall? Seit Juni 1967 haben wir dieses Gerät in einem kombinierten Zucht-Maststall in Erprobung. Der Kotgang liegt nicht wie üblich längs, sondern quer zum Futtergang. Über einen

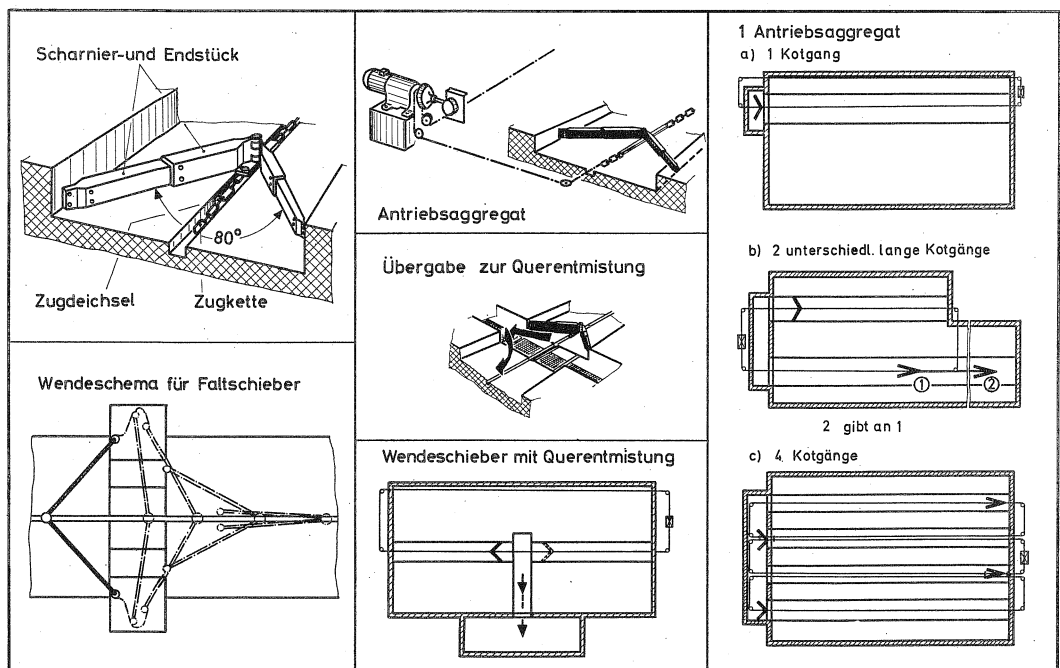


**Bild 5: Der Faltschieber im Abferkelstall**

Hier ist darauf zu achten, daß die Ferkel etwa zwei Wochen alt sind, bis sie zum Kotgang gelassen werden. Die Schieberhöhe soll nicht über 10 cm betragen, als Vorschubgeschwindigkeit ist 2,5 m/min zu empfehlen

Getriebemotor mit Spiel, der gleichzeitig als Rutschkupplung dient, wird der Faltschieber mit einem Seil in einem Vorschub von 2,8 m/min hin- und hergezogen. Die Steuerung erfolgt automatisch über Magnetendausschalter. Bis heute konnten wir auf diesem Versuchsbetrieb weder im Zucht- noch im Maststall Verletzungen oder gar Ausfälle feststellen, deren Ursache auf den Einsatz des Faltschiebers zurückzuführen ist. Voraussetzung ist jedoch, daß im Zuchtstall die Ferkel erst nach der zweiten Lebenswoche freien Zugang zum Kotgang haben (Bild 5).

Daß sich der Faltschieber im Maststall schnell einführen wird, steht meines Erachtens außer Zweifel. Um Verluste zu vermeiden, ist es wichtig, die Buchtenabtrennungen richtig auszubilden. An Stelle des starren Querrohres scheint im unteren Bereich der Buchtenabtrennung ein Rechen geeigneter zu sein. Gut bewährt hat sich eine isolierte Blechplatte, die beim Entmistungsvorgang an ein Elektro-Weidezaungerät angeschlossen ist. Eine weitere Voraussetzung ist, daß die Tiere in voller Breite Zugang zum Liegeplatz haben. Bei Ställen mit zwei zusammenliegenden Kotgängen, können diese durch einen Breitfaltschieber entmistet werden. Voraussetzung dafür ist, daß die gemeinsame Buchtenabtrennung vom Liegeplatzteil aus gehalten wird.



**Bild 6: Der Faltschieber und seine verschiedenen Einsatzmöglichkeiten**

Auf der letzten DLG-Ausstellung in München 1968 wurde bereits der Faltschieber von verschiedenen Firmen mit kleinen Abweichungen gezeigt. Es würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen, wenn im einzelnen über die eigenen und uns bekannt gewordenen Erfahrungen aus der Praxis berichtet würde. Bild 6 zeigt, wie bestehend die Einsatzmöglichkeiten des Faltschiebers im Rindvieh- und Schweinestall, im Alt- oder Neubau sind. Er kann sich beispielsweise durch Ausziehen der Schieberarme der Kotgangbreite anpassen, geringe Abweichungen innerhalb eines Kotganges in der Breite, so zum Beispiel beim Ausgang zum Vorbehälter, sind also zulässig. Der Öffnungswinkel von 80 bis 100 Grad und die in einer 50 × 50 mm U-Schiene von einer 13 mm starken und vergüteten Kette gezogene Führungsschiene verleihen dem Schieber einen sicheren Lauf. Gegen Überlastungen ist das Antriebsaggregat mit einer verstellbaren Rutschkupplung ausgerüstet. Er kann als Wendeschieber für lange Stallungen von 60 bis 100 m eingesetzt werden, wobei die Dungabgabe dann in einem Querkanal erfolgt. So gesehen ist er besonders geeignet für die Reinigung von Lauf- und Kotgängen mit Querabtrennung für Mehrgruppenhaltung. Ein Antriebsaggregat kann je nach Aufgabenstellung für die Reinigung von 1 bis 4 Kotgängen eingesetzt werden, wobei für jeden Kotgang ein Faltschieber erforderlich ist. Bei unterschiedlich langen Kotgängen sind die Faltschieber (1) und (2) starr durch eine Schubstange miteinander verbunden, Schieber (2) gibt also an Schieber (1) ab, wie bei einer normalen Schubstangenanlage. Die Lagerung und Aufbereitung des anfallenden Kot-Harn-Gemisches einschließlich der Fremd Beimengungen erfolgt außerhalb des Gebäudes, der Faltschieber übernimmt also auch die Förderung bis zum Vorbehälter. Er kann hier entweder als Unter- oder als Oberfluranlage ausgebildet sein.

#### 4. Erprobung von kompletten Flüssigmist-Anlagen auf Versuchsbetrieben nach schwedischem Vorbild

Bei der Ausbildung beziehungsweise Zuordnung der Kotabgabestelle zum Vorbehälter und zum Hauptbehälter (Bild 7) sollte nach unseren Erfahrungen auf verschiedenen Prüfständen folgendes berücksichtigt werden: Unter der Abwurfstelle entsteht ein sich verdeckender Abwurfkegel, der sich nicht ohne weiteres zerstören läßt. Der Harn sondert sich in Richtung des Pumpensumpfes ab, wenn dieser zwischen den beiden Abwurfstellen angeordnet ist. Die Pumpe kann, wenn genügend Flüssigkeit vorhanden ist, sogleich anlaufen. Liegen die beiden Abwurfkegel mehr als 6 m auseinander, so ist es zweckmäßig, den Pumpensumpf einseitig zu einer Abwurfstelle anzuordnen um einmal die notwendige Rührwirkung zu erzielen und um zweitens den Rücklaufkanal vom Hauptbehälter auf den anderen Abwurfkegel zu richten. Wir hatten auf einem vom KTBL mitfinanzierten Prüfstand für Rindermist, um Grenzwerte für Pumpe und Behälter ermitteln zu können, beispielsweise 1 kg je Tier und Tag eingestreut. Da die Pumpe zunächst nicht anlaufen konnte, wollten wir Wasser zulaufen lassen, um ein dünneres Gemisch zu erhalten. Näher lag jedoch, den Hauptschieber des Hauptbehälters zu öffnen und die sich abgesetzte Jauche zum Aufrühren zu verwenden (s. Bild 7). Sie hat den Vorteil gegenüber Wasser, daß nicht zusätzlicher Raum beansprucht wird und — was bei diesem System noch wesentlicher ist — Jauche ist kein trennendes Element wie beispielsweise Leitungswasser. Die Schieberöffnung beträgt 400 × 400 mm und der Rücklaufkanal hat einen Durchmesser von ebenfalls 400 mm. Der Rückflußstrom von mehr als 10 m<sup>3</sup>/min war so gewaltig, daß er in wenigen Sekunden den Abwurfkegel, der sich zufällig in der Strömungsrichtung befand, zerstörte. Diese Erkenntnis kann besonders dann von Vorteil sein, wenn es wegen zu hohen Grundwasserstandes nicht möglich ist, die Vorgrube tiefer als 1,20 — 1,50 m in den Boden anzuordnen.

Die Bilder 8 und 9 sind Aufnahmen von einem Versuchsbetrieb mit Schweinehaltung. Wir erkennen die beiden Kotgänge an den geöffneten Hebetüren, die Faltschieber befördern den anfallenden Kot-Harn einschließlich Beimen-

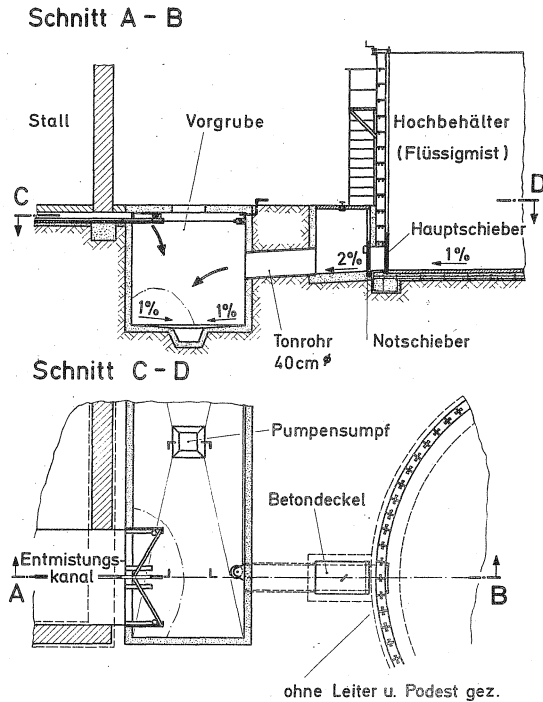


Bild 7: Vorschlag zur Gestaltung der Vorgrube zum Hochbehälter

gungen in den Vorbehälter. Die Öffnung für die Pumpe liegt etwa 2 m von der linken Abwurfstelle entfernt, während die Rücklaufleitung vom Hauptbehälter auf die rechte Abwurfstelle gerichtet ist. Der Hauptbehälter besteht übrigens aus einem frostfrei gegründeten Formsteinunterbau und einem Holzaufsatz, letzterer wurde vom KTBL finanziert.

Wie eingangs bereits erwähnt, konnten wir mit der Schlepper-Anbaupumpe (Bild 9), die mittels der Hydraulik ausgehoben werden kann, den Inhalt des Vorbehälters von etwa 35 m<sup>3</sup> in wenigen Minuten homogenisieren. Das Homogenisieren erfordert je nach Behältergröße und Lagerzeit die höchste Antriebsleistung, da die Fördermenge ohne Rohrleitungswiderstände direkt auf das Gemisch einwirkt. Bei 5000 l/min benötigen wir etwa 35—40 PS. Zum Umpumpen in den Hauptbehälter und Aufrühren des Inhalts vor dem Ausfahren, muß die Pumpe mit einer kräftigen Rührleitung ausgerüstet werden. Eine Schlauchverbindung hat sich nach unseren Erfahrungen nicht bewährt, besser ist eine Rohrleitung.

Bild 10 zeigt, wie der Rührstrahl in dem Hauptbehälter wirkt. Die Förderleistung beträgt hier etwa 4 m<sup>3</sup>/min; eine Leistung, die ausreicht, um eine Schwimmedecke von etwa 40 cm Dicke zu zerstören, die sich in diesem 270 m<sup>3</sup> fassen-

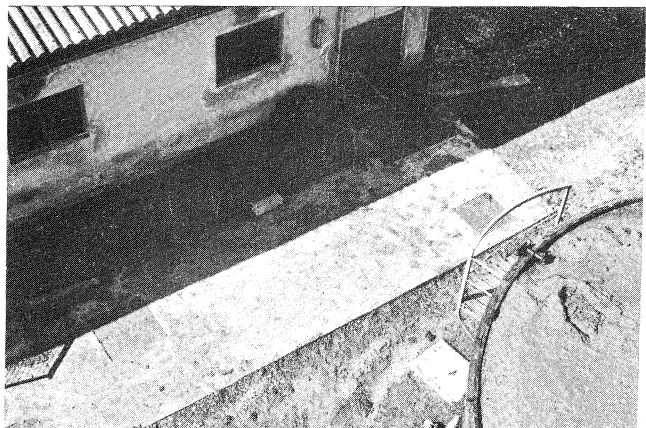
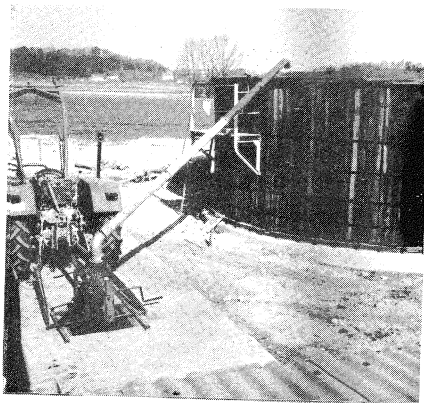
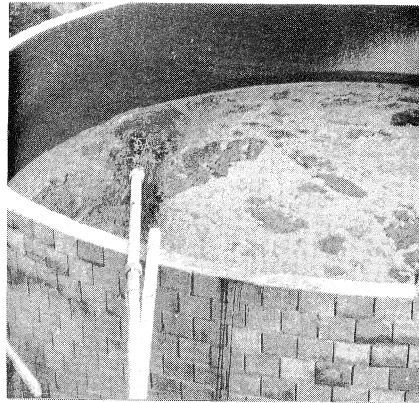


Bild 8: Schweinestall mit Mistgang (oben), Vorgrube mit der Öffnung für die Pumpe (Bildmitte) und Hochbehälter (unten rechts)

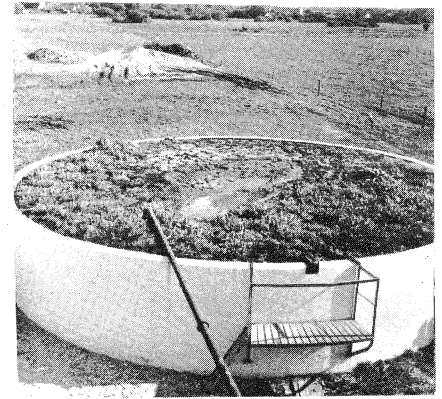


**Bild 9: Vorgrube und Hochbehälter**

Aus der Vorgrube (40 m<sup>3</sup>) wird alle 3—4 Wochen das anfallende Gemisch nach dem Homogenisieren in den Hochbehälter gefördert. Vom Podest aus wird der Rücklaufschieber des Hochbehälters bedient, um diesen leerlaufen lassen zu können.



**Bild 10 (Mitte): Homogenisieren des Hauptbehälterinhaltes durch den Rührstrahl einer schleppergetriebenen Pumpe**



**Bild 11 (rechts): Unzerstörte Schwimmschicht**

Beim Umpumpen wurde die Schwimmschicht nie zerstört, so daß sich im Laufe des Sommers ein Pflanzenwuchs einstellt

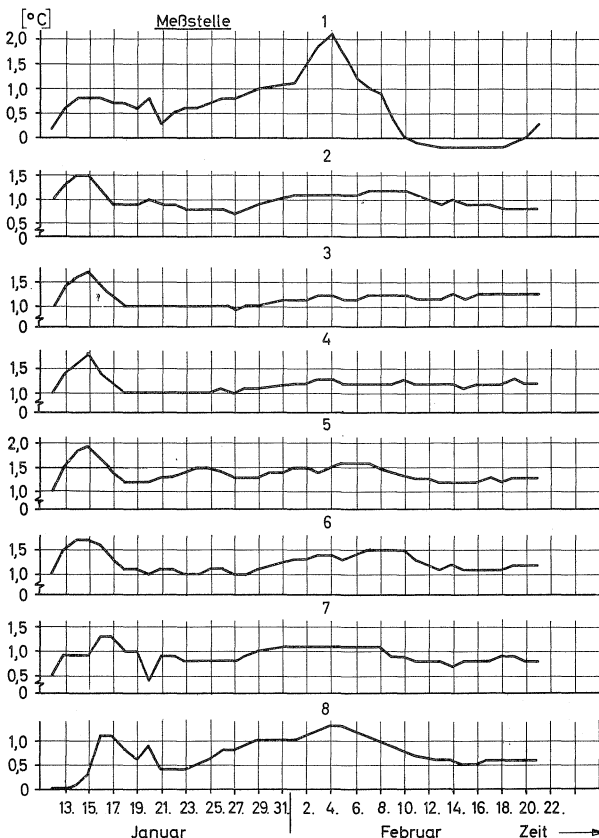
den Behälter eingestellt hatte. Wird die Schwimmschicht nicht zerstört, so stellt sich bald ein Pflanzenbewuchs ein (Bild 11).

**5. Temperaturmessungen im Flüssigmist-Behälter und ihre Bedeutung im Winter**

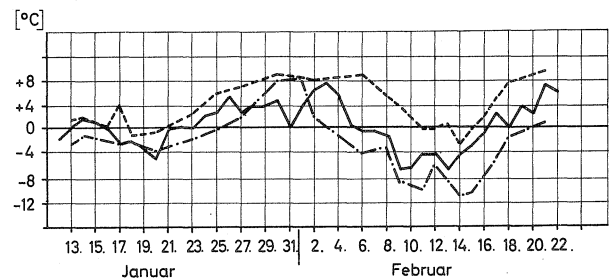
Um zu den bisher vorgetragenen Ergebnissen zu kommen, war es jedoch notwendig, einige Grundlagen zu erarbeiten, die sowohl für die Baubehörden als auch für den richtigen Einsatz der Technik notwendig sind.

Zunächst wurde untersucht, ob die Anlage im Winter zufriedenstellend arbeitet. Wir konnten bald erkennen, daß die Erfahrungen der Schweden auch für uns zutreffen. So haben wir im Winter 66/67, der relativ milde war, am Prüf-

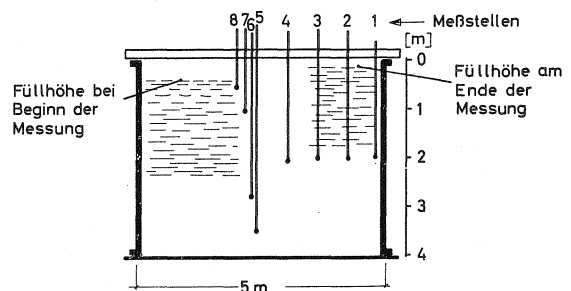
stand I für Rindermist den Temperaturverlauf in einem Behälter über drei Wochen verfolgt, wie aus Bild 12 erkennbar ist. Die durchgezogene Linie zeigt die Temperatur in 2 m Höhe über dem Erdboden, die von der Wetterstation Freising stammte und die gestrichelten Linien die Maximal- und Minimal-Werte des Thermometers am Versuchsort. Außer einer gefrorenen Oberschicht [von 6—12 cm], die aus einer starken mit Rohfaser angereicherten Schwimmschicht besteht, und einer Randzone von 1—2 cm waren im gesamten Behälter nur Werte über 0° C festzustellen, wie aus den Temperaturkurven links zu erkennen ist. Es muß noch erwähnt werden, daß der Behälter seit Anfang Dezember gefüllt und für die Temperaturmessung drei Monate nicht angerührt wurde. In dieser Zeit konnte sich eine verdichtete Zone von gut 1 1/2 cm bilden.



**Bild 12a: Temperaturverlauf während der Meßzeit an den einzelnen Meßstellen im Flüssigmistbehälter in Abhängigkeit der Lufttemperatur**

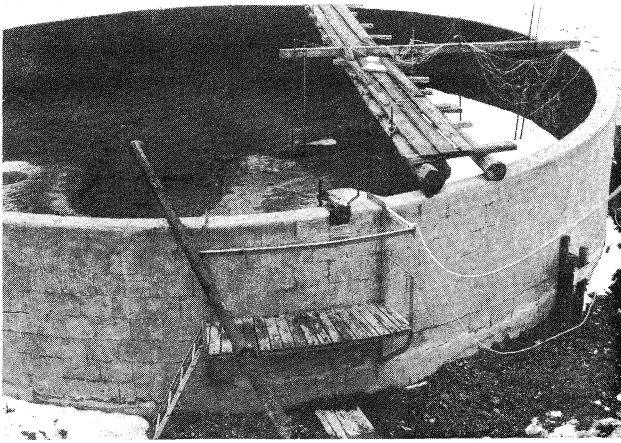


**Bild 12b: Lufttemperatur in zwei Meter Höhe (Agrarmeteorologische Forschungsstelle, Weißenstephan)**  
 - - - = max. Werte; - · - · - = min. Werte



**Bild 12c: Anordnung der Thermolemente bei der Temperaturmessung im Versuch-Flüssigmistbehälter (Holz)**





**Bild 13: Anordnung der Meßstellen im Behälter für eine Temperaturmessung**

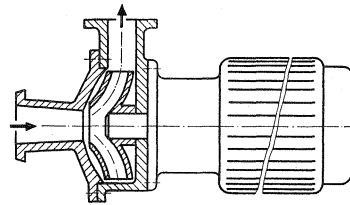
hinderte selbst bei 15 Grad Kälte eine stärkere Frosteinwirkung auf den Inhalt. Wir können daher ziemlich sicher annehmen, daß bei ordnungsgemäßer Handhabung oben offener Gruben durch Frosteinwirkung keine zusätzlichen Lastannahmen bei der Dimensionierung zu berücksichtigen sind. In diesem Zusammenhang konnten wir feststellen, daß der oben offene Flüssigmistbehälter gegenüber dem Misthaufen wirklich einen großen Fortschritt bedeutet. Geruchsbelästigung entfällt auch bei Schweinedung, wenn der Behälter nicht dem Wind ausgesetzt ist beziehungsweise wenn er nur einen Durchmesser bis zu 8 m hat. Den sonst reichlich anzutreffenden Fliegen und dem Ungeziefer ist jeglicher Nährboden entzogen.

**6. Flüssigmist-Pumpen neuerer Bauart und deren Zuordnung zu den Lagersystemen**

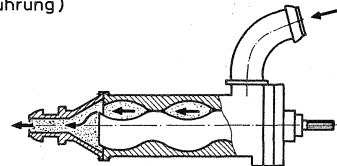
Wie eingangs bereits berichtet, standen vor sechs Jahren zumindest auf dem deutschen Markt keine Pumpen zur Verfügung, die Flüssigmist — ohne Wasserzusatz — in der geschilderten Form aufbereiten konnten. Dies hat sich bereits auf der DLG 1968 grundlegend geändert. Wir unterscheiden heute zunächst zwischen den Tauchpumpen und den Oberflurpumpen (Bild 14). Oberflurpumpen werden selbstsaugend ausgeführt, erzeugen meist einen höheren Druck als die Tauchpumpen, sind jedoch empfindlicher gegen Fremd Beimengungen und haben eine geringere Förderleistung, die zum Homogenisieren des Vorbehälters und zum Aufrühren des Hauptbehälters erforderlich ist. Diese Erkenntnis wurde von den Herstellern der Verdrängerpumpen bei den neueren Bauarten bereits berücksichtigt. Statt der 60er Pumpe wird heute allgemein die 80er Pumpe angeboten und für Großbehälter die 100er oder 120er Pumpe angeboten. Die stationär mit Elektromotor ausgerüstete Tauchpumpe wird heute durchwegs mit einer Zwangseinführung in Form einer Schnecke ausgerüstet, die gleichzeitig eine Reißwirkung ausübt.

Bis zur Perfektion wurden von verschiedenen Firmen der Vorläufer einer schwedischen Pumpe weiterentwickelt. Die schematisch gezeigte Tauchpumpe für wahlweisen Schlepper- oder Elektro-Motoren-Antrieb wird unseres Erachtens nach allen Anforderungen am besten gerecht. Die Pumpe ist doppelt ansaugend, mit Schneckenzubringung auf den Laufschaufeln, sie bildet eine Reißvorrichtung aus Hartmetallsplitters, die zum Zerkleinern der Einstreu- und Futterreste dient. Direkt an das Pumpengehäuse ist ein senkrecht, um etwa 300 Grad schwenkbares Rührrohr angesetzt, das zum Aufrühren des Flüssigmistes dient. Zum Pumpen wird dieses Rührrohr in das Pumprohr eingeschwenkt. Der Kraftbedarf liegt je nach gewünschter Fördermenge zwischen 11 KW und 45 Schlepper-PS, für sehr extreme Verhältnisse sind beim Einsatz mit der 1000er Zapfwelle 75 PS und mehr angebracht.

Alle bisher gemachten Erfahrungen auf eigenen Betrieben und unsere Beobachtungen in Schweden und Holland lassen bereits heute eine gewisse Systematik zu, die bei der Planung von Flüssigmist-Anlagen als Grundlage dienen kann. Es würde zu weit führen, auf alle Fragenkomplexe bei den einzelnen, hier schematisch dargestellten Anlagen, einzugehen. Wesentlich dabei ist, daß beim Einzelbehälter-system der Zeitraum bis zur Füllung möglichst kurz (maximal 2 Monate) ist und daß die Fördermenge der Pumpe der Behältergröße entspricht. Ab 100 m<sup>3</sup> sollte bereits die Schlepperpumpe eingesetzt werden. Das System Vor- und Hauptbehälter wird sich unserer Meinung nach durchsetzen, da nicht nur der Kapitalbedarf gering ist, sondern auch die Aufbereitung des Kot-Harn-Gemisches am sichersten ist. In dem Vorbehälter wird ja bereits alle zwei bis drei Wochen homogenisiert, und in diesem Zeitraum kann sich noch keine verfilzte Schwimmdecke bilden. Der Durchmesser des Hauptbehälters sollte jedoch nicht größer als 14 m sein, da sonst die Fördermenge nicht mehr ausreicht, um die große Fläche in einer Stunde aufrühren zu können. Das System Vor- und Hauptbehälter getrennt, ohne Rücklauf, mit je einer stationären Pumpe im Vor- und Hauptbehälter, eignet sich besonders für Großanlagen. Entweder setzt man 2 Elektropumpen ein, oder man kann, wenn gleiche Behältertiefe möglich ist und sich eine Rampe am Hauptbehälter anbietet, mit einer Schlepperpumpe auskommen. Eine schwenkbare Pumpe, die mittels eines Galgens im Vor- und Hauptbehälter angeordnet werden kann, ist für kleine Betriebe geeignet, wenn Fremd Beimengungen nicht mit in das Flüssigmist-System gelangen (Bild 15).

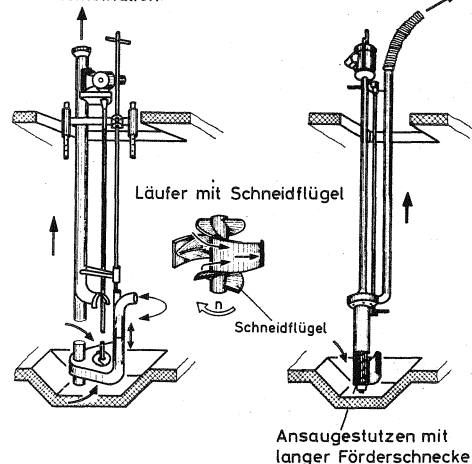


Kreiselpumpe kombiniert mit einer Membranpumpe (selbstansaugend, waagrechte Ausführung)



Verdrängerpumpe (selbstansaugend)

Ausführung als Schlepperpumpe, stationär mit E-Motor oder Kombination.



**Bild 14: Systeme von Flüssigmist-Pumpen**  
Oben: Oberflurpumpe; Unten: Tauchpumpe (radial)

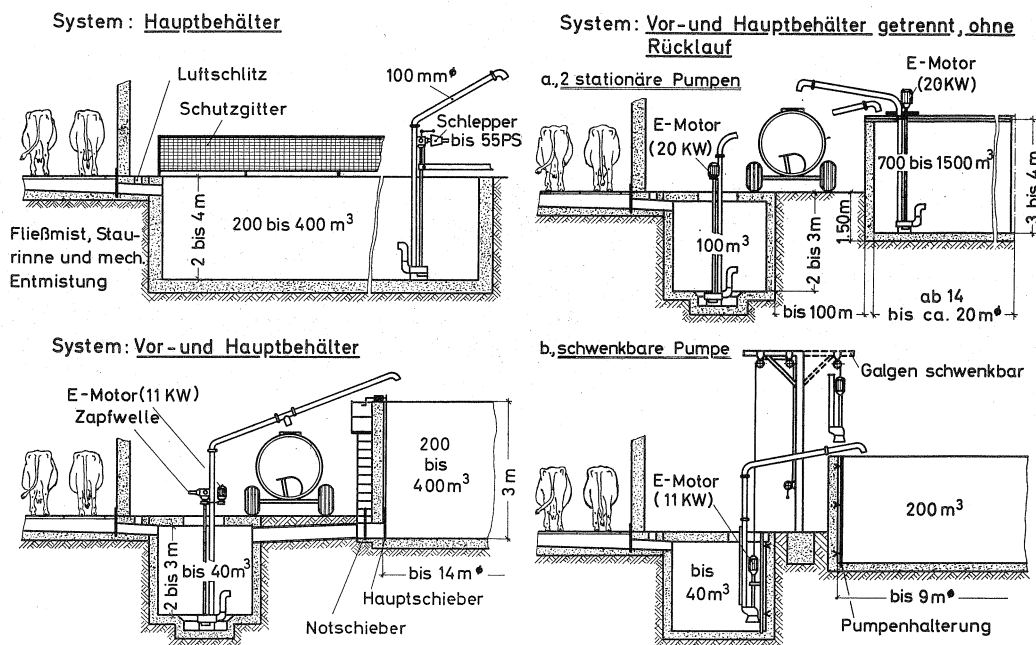


Bild 15: Beispiele von Flüssigmistanlagen für 30 bis 300 GVE

Über die Zuordnung der Flüssigmist-Lagerungssysteme zum eigentlichen Viehbestand, der Viehart und des Lagerzeitraumes könnte man noch vieles sagen.

Die bisherigen Ausführungen in diesem Bericht zeigten die Entwicklung, den Stand der Technik für die Flüssigmist-Bearbeitung und die Lagerungsmöglichkeiten des Flüssigmistes auf. Da aber nicht jedes Flüssigmist-Gemisch in seiner Zusammensetzung gleich ist, ist auch dessen Bearbeitung unterschiedlich. Gerade der Einsatz der Flüssigmist-Pumpen, die von ihrer Bauart her einen sehr großen Leistungsunterschied aufweisen, läßt teilweise von der Funktionssicherheit her einiges zu wünschen übrig.

Im folgenden Beitrag berichtet LANGENEGGER, über eine „Meßmethode zur Bewertung der Pumpfähigkeit von Gülle und Flüssigmist“. Diese Meßmethode läßt sich mit den zur Zeit vorhandenen „Physikalischen Meßmethoden“ zur Messung der Viskosität und der Plastizität vergleichen. Diese bisherigen Meßmethoden waren aber nicht geeignet, sämtliche Gülle- und Flüssigmist-Gemische meßtechnisch zu erfassen. Die von LANGENEGGER entwickelte Meßmethode läßt eine meßtechnische Erfassung der Gülle- und Flüssigmist-Gemische zu, die erforderlich ist, um die Leistungsfähigkeit der Pumpen zu prüfen und um Grundlagen erarbeiten zu können, die mit der Lagerung und Ausbringung dieser Gemische zu tun haben.

**7. Lagerraum und Pumpenleistung in Abhängigkeit von der Güllekonsistenz**

In einem Nomogramm sollen nun die Korrelationen der bereits genannten und beschriebenen Größen zusammengefaßt werden. Die in Bild 16, oben links, mit 4x, 3x, 2x und 1x gekennzeichneten Kurven berücksichtigen die unterschiedliche Konsistenz der Gülle- und Flüssigmist-Gemische. So stellt die Kurve 1x Flüssigmist-Gemische breiig bis dickbreiiger Konsistenz dar. Solche Gemische erhält man aus Ställen mit planbefestigten Laufgängen und -plätzen, die mit mechanischen Einrichtungen der Gülle- und Flüssigmist-Gemische, dem Einstreu- und Futterreste beigemischt sind, in die Grube (Vorgrube oder Einzelbehälter) fördern.

Gemische, die in den Bereich der Kurve 2x fallen, sind solche, die mechanisch aus dem Stall gebracht werden müssen, wenn Einstreu- und Futterreste vorhanden sind, dem aber dann in der Grube Melkstandswasser zufließt,

oder es sind Gemische aus Kot und Harn, aber ohne Wasser. Gemische, die in den Bereich der Kurve 3x fallen, sind Kot-Harn-Gemische, deren geringe Mengen Wasser (5—10 l/GV und Tag) beigemischt sind und in denen geringe Mengen an Einstreu- und Futterresten vorhanden sind.

Gemische, die in den Bereich der Kurve 4x fallen, sind solche, in denen dem Kot-Harn-Gemisch je GV und Tag 10—20 l Wasser beigemischt sind und das für Güllepumpen so pumpfähig wie Wasser ist.

Die Geraden (oben rechts) zeigen den Anfall je GV und Tag, wobei keine Aussage über die Pumpfähigkeit aufgezeigt ist. Der tägliche Anfall von Kot-Harn ist unabhängig von der Futterart und dem Aufnahmevermögen der einzelnen Tiere. Hier ist ein Unterschied zwischen den Masttieren und den Kühen, bei denen aber wieder zwischen Tieren mit

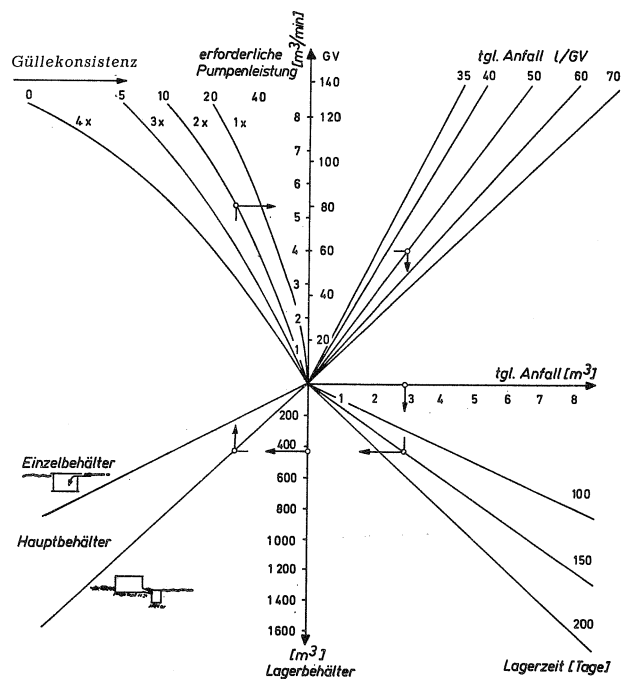


Bild 16: Nomogramm zur Ermittlung des notwendigen Lagerraumes für Flüssigmist und des Durchsatzes in Abhängigkeit von der Güllekonsistenz

geringer Leistung und Hochleistungstieren unterschieden werden kann. Auch kann bei den einzelnen Geraden von 35 l bis 70 l das zugegebene Wasser berücksichtigt werden.

Die Anwendung dieses Nomogramms geht so vor sich, daß man von der vorhandenen GV-Zahl ausgeht, die tägliche anfallende Menge je GV berücksichtigt, wobei man auf der folgenden Kordinate die gesamte anfallende Menge ablesen kann. Von der aus geht man zu den Geraden der Lagerzeit (100, 150, 200 Tage), wo man dann auf der folgenden Kordinate die gesamte benötigte Lagerbehältergröße erhält. Von der Gesamt-Lagerbehälter-Größe wird nun auf die Art der Lagerbehälter gegangen (Einzel- oder Hauptbehälter), da dies beim Homogenisieren von Bedeutung ist. Von dem Lagerbehälter mit entsprechender Größe wird nun zu den bezeichneten Kurven gegangen, deren Gemische in der Zusammensetzung der Konsistenz entsprechend bereits erläutert wurden. Geht man nun vom Schnittpunkt der entsprechenden Kurve zu der folgenden Koordinate, so erhält man die Durchsatz-Pumpenleistung, die erforderlich ist, den jeweiligen Behälterinhalt von einer Stelle aus zu homogenisieren. Zu beobachten ist bei der Anschaffung der GÜllepumpe, daß diese den erforderlichen Durchsatz bei dem vorhandenen oder zu erwartenden Flüssigmist-Gemisch mit entsprechender Konsistenz auch erzielt.

Geht man nun von einem Betrieb aus, der 40 GV hat, berücksichtigt man einen täglichen Anfall je GV von 50 l, so erhält man einen gesamten täglichen Anfall von 2 m<sup>3</sup>. Für diese 2 m<sup>3</sup> täglichen Anfall benötigt man bei einer Lagerzeit von 150 Tagen einen Lagerraum von 300 m<sup>3</sup>. Nimmt man weiter an, daß diese 300 m<sup>3</sup> in einem runden Hauptbehälter gelagert werden und daß ein Flüssigmist-Gemisch mit einer Zusammensetzung, die in Kurve 3x beschrieben ist, so erhält man auf der weiteren und letzten Kordinate die erforderliche Pumpenleistung. Aus diesem Nomogramm kann man nun weitere Beispiele machen.

Kommt man nun in einen Bereich von einer größeren Tierzahl, wo man eine Gesamt-Lagerbehälter-Größe von beispielsweise 1000 m<sup>3</sup> benötigt und wo das Gemisch in der Zusammensetzung der Kurve 2x betrifft, so würde man zum Homogenisieren eine Pumpe benötigen, die es für Flüssigmist auf dem Markt nicht gibt. Aus diesem Grunde ist es in diesem Beispiel erforderlich, daß man statt einem Behälter mit 1000 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen zwei Behälter mit je 500 m<sup>3</sup> oder besser drei Behälter mit etwa 333 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen erstellt. Warum es bei diesem Beispiel besser ist, drei Behälter statt zwei Behälter zu nehmen, ist darin begründet, daß bei dem angenommenen Flüssigmist die Fördermenge bei 500 m<sup>3</sup>-Behältern etwa 5,5 bis 6 m<sup>3</sup>/min betragen soll, was bei dieser Konsistenz von den auf dem Markt vorhandenen Flüssigmist-Pumpen schwer zu erzielen ist. Erst für Behälter mit rund 350 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen wäre für dieses Beispiel der erforderliche Durchsatz von 4,5 m<sup>3</sup>/min von den auf dem Markt vorhandenen Pumpen leicht zu erzielen.

## 8. Zusammenfassung

Neben dem bestehenden Festmist-Verfahren, das etwa 85 Prozent aller landwirtschaftlichen Betriebe anwenden, kommt beim Um- und Neubau landwirtschaftlicher Betriebsgebäude fast ausschließlich das Flüssigmist-Verfahren zum Zuge. Die flächenunabhängige Tierproduktion führt zur Abfallbeseitigung, wobei das Oxydationsverfahren sich zunächst als eine entwicklungswürdige Lösung anbietet. Die Vorteile des Flüssigmist-Verfahrens gegenüber dem Festmist-Verfahren stellen sich als Gewinn dar, und zwar in arbeitswirtschaftlicher, in baulicher und bautechnischer Hinsicht sowie in bezug auf den Düngerwert und den Betriebserfolg.

Neben den bekannten baulichen Lösungen für die Entmistung — Stau- und Treibmistkanal — lassen sich auch mechanische Entmistungsanlagen (Ober- und Unterflur) ver-

wenden. Als neuere Lösung hat sich der sogenannte Fallschieber eingeführt.

Neben der Entmistung aus dem Stall kommt der Lagerung und Aufbereitung besondere Bedeutung zu. Als Lagerungssystem ist das Verfahren Vor- und Hauptbehälter hervorzuheben (sichere Handhabung, preiswerte Lösung). Es erfordert in der Regel die Trennung von Pumpe und Faß.

Leistungsfähige, über die Schlepperzapfwelle angetriebene Pumpen, erfüllen drei wichtige Aufgaben:

1. Homogenisieren des Inhaltes des Vorbehälters (hohe Leistung erforderlich),
2. Überpumpen in den Hauptbehälter und Zerstören der Schwimmdecke (Höchstleistung erforderlich),
3. Füllen der Flüssigmist-Tankwagen (geringe Leistung erforderlich).

Auf verschiedenen Prüfständen konnte geklärt werden, daß Abhängigkeiten zwischen Förderleistung, Kot-Harn-Gemisch, Lagerzeit und Behältergröße und zwischen den Lagersystemen und den Viehbeständen bestehen. Eine Einfriergefahr, die baulicherseits zu berücksichtigen wäre, besteht nicht. In hygienischer Hinsicht sind die Behälter für Flüssigmist den Festmist-Lagerstätten vorzuziehen.

## Schrifttum

- [1] BLANKEN, G.: Lagerung und Ausbringung der GÜlle. Der Tierzüchter (1964) S. 891
- [2] BLANKEN, G.: Faßausbringung beim Flüssigmist. Der Tierzüchter (1965) S. 225
- [3] FORSTER, A.: Vergleichende Untersuchungen über die Flüssigmistmischung in Rinderlaufställen. Dissertation TH München 1967
- [4] GRIMM, K.: Reinigung von Laufhöfen und Laufgängen. Landtechnik 20 (1965) S. 626—634
- [5] GRIMM, K. und G. LANGENEGGER: Fest- und Flüssigmist in Rindviehställen. Der Landmaschinen-Fachbetrieb (1968) S. 402
- [6] GRIMM, K. und G. LANGENEGGER: „Wird die Flüssigmistausbringung für den Lohnunternehmer Bedeutung erlangen?“ Lohnunternehmen in Land- und Forstwirtschaft, (1968) H. 11
- [7] GRIMM, K. und G. LANGENEGGER: Lagerungssysteme und Pumpen für Flüssigmist. Landtechnik 24 (1969) S. 429—434

## Entmisten und Lagern von Festmist

Von Heinz Schulz, Lambert Krinner und Konrad Wißmüller, Weihenstephan

Wenngleich die Flüssigmistbereitung technisch und teilweise auch kostenmäßig erfreuliche Fortschritte erzielt hat, ist das Festmistverfahren nach wie vor aktuell. Denn auch hier sind in letzter Zeit neue Entwicklungen und Erkenntnisse hinzugekommen, die sich überraschend schnell in der Praxis durchsetzen. Dies liegt daran, daß in vielen Betrieben folgende Gesichtspunkte für die Beibehaltung der Festmistkette sprechen:

- ▶ vorhandene oder vielseitig nutzbare Geräte für Entmistung und Ausbringung wie Frontlader, Heck- und Greiferlader, Stallmiststreuer sowie neuerdings kleine Stallschlepper erlauben eine Mechanisierung mit geringem Kostenaufwand;
- ▶ schon bestehende Gebäude und Anlagen gestatten oft eine preiswerte Lagerung von Einstreu, Mist und Jauche. Außerdem läßt sich Festmist am Feldrand zwischenlagern, wenn auf dem Hof kein Platz dafür ist;
- ▶ Festmist kann man bei Anwendung neuerer Erkenntnisse auch mit sehr geringen Einstreumengen bereiten. Man kann aber andererseits ohne Schwierigkeiten größere Strohmenngen in Teilbereichen der Tierhaltung verarbeiten, zum Beispiel bei der Kälberaufzucht oder Zuchtschweinehaltung.

Mit Hilfe dieser Überlegungen gelingt es in den meisten Betrieben, zu einer arbeitswirtschaftlich günstigen Festmistkette zu kommen, ohne daß übermäßig viel investiert werden muß. Aber auch der Gesichtspunkt, daß man bei der Festmistbereitung weiterhin Stroh als Einstreu verwenden kann, wird von vielen Betriebsleitern wieder besonders beachtet, da man gelernt hat, daß selbst geringe Strohmenngen die Probleme der Stallklimatisierung, Liegeflächenisolation und Geruchsbelästigung vermindern. Nicht zuletzt deshalb versucht man ja auch beim Flüssigmist, noch kleine Einstreumengen bis zu 1 kg je GV und Tag beizubehalten.

### Stallformen für Festmistverfahren

Für das Festmistverfahren stehen verschiedene Stallformen zur Auswahl und erlauben eine Anpassung an Tierart, Bestandsgröße, Haltungsform und Fütterungsart.

Beim Rindviehanbindestall ist aus Gründen der Arbeits- und Einstreuersparnis der Kurzstand mit Kotstufe bei der Festmistkette zweckmäßig. Das soll jedoch nicht besagen, daß ein gut mechanisierbarer Stall mit Mittellangstand unbedingt auf Kurzstand umgebaut werden soll, sofern die 20 Prozent Mehrarbeit für Entmisten und Einstreuen noch nicht ins Gewicht fallen.

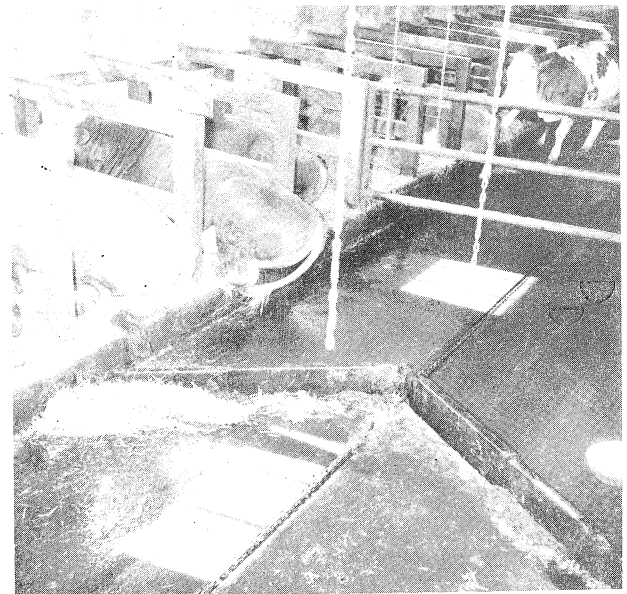
Bei den für Festmist geeigneten Laufställen ist heute ein starker Trend von den einstreuaufwendigen Formen wie Laufstall mit Volleinstreu (Einraumlaufstall) und eingestreuter Laufstall mit planbefestigter Lauffläche (Zwei-raumlaufstall) zu den strohsparenden Liegeboxenställen hin zu beobachten. Allerdings sprechen für die erstgenannten Stallformen einige Vorteile, die sie vor allem für Übergangs- und Behelfslösungen immer noch interessant erscheinen lassen: billigste Erstellung in nicht isolierten Gebäuden; beim Einraumlaufstall Einsparung von Miststätte und Jauchegrube; kein tägliches Entmisten.

In den meisten Fällen ist aber der niedrige Strohbedarf für den Boxenlaufstall entscheidend. In Verbindung mit dem Festmistverfahren erscheinen hier nur Liegeboxenställe mit planbefestigter, also betonierter, Lauffläche sinnvoll, bei denen mindestens 0,5 kg je GV und Tag eingestreut wird. Diese Stallform eignet sich nicht nur für Milchvieh, sondern — was weniger bekannt ist — auch für die Kalbinnenaufzucht, für Bullenmast und sogar für die Mutterkuhhaltung.

Bei den Liegeboxenställen mit planbefestigten Laufflächen für Festmistgewinnung gibt es grundsätzlich zwei Formen: mit Fütterung außerhalb oder innerhalb des Stallraums. Beim Boxenlaufstall mit Außenfütterung, also Selbstfütterung aus Flachsilo oder Vorratsfütterung an festen Freßplätzen oder beweglichen Raufenwagen, dient der als Kalt- und Warmstall ausgebildete Boxenstall nur zum Ruhen der Tiere und bei Milchviehhaltung eventuell

als Zu- und Abtrieb zum Melkstand. Die Mistgänge zwischen den Boxenreihen werden bei Milchvieh meist täglich, bei Jung- und Mastvieh oft nur alle zwei bis drei Tage entmistet. Demgegenüber braucht die außenliegende Lauffläche weniger häufig gereinigt zu werden, bei ausreichender Größe nur ein- bis zweimal wöchentlich. Diese Entmistungsarbeit mit dem Schiebeschild am Schlepper ist ohne Zweifel die Hauptschwäche des Boxenlaufstalles mit Außenfütterung. Dafür gestattet aber gerade diese Stallform sehr preiswerte Umbauten mit viel Eigenleistung sowie eine gute Ausnutzung des vorhandenen Stallraums, wie sie sonst nur der Vollspaltenboden bietet.

Der geschlossene Boxenlaufstall mit planbefestigten Laufgängen und mittlerem Futtertisch wurde erst durch die Entwicklung von Flachschieberanlagen möglich (Abb. 1). Diese Stallform ist vor allem dann interessant, wenn es nicht auf die optimale Ausnutzung des Stallraums ankommt und man aus Gründen der Bequemlichkeit oder auch der Platzverhältnisse nicht im Freien, sondern im geschlossenen Stall füttern möchte. Zweireihige, min-



Ab. 1: Flachschieber beim Entmisten eines geschlossenen Boxenlaufstalles. Durch die niedrige Bauhöhe und die geringe Laufgeschwindigkeit können die Tiere während des Entmistvorgangs über den Schieber hinwegsteigen; außerdem kann er Abtrennungen zwischen verschiedenen Tiergruppen unterfahren

destens 12 m breite Anbindeställe lassen sich meist ohne große Änderungen in geschlossene Boxenlaufställe umbauen: Futtertisch, Krippen und oft sogar das Freßgitter können bleiben. An jede Außenwand kommt eine Reihe Liegeboxen, und über der früheren Standfläche wird der Mistgang betoniert. Allerdings kann man dabei nur die gleiche Tierzahl wie im Anbindestall unterbringen und nicht, wie beim Boxenstall mit Außenfütterung, die ein- bis zweifache Menge.

In der Mast Schweinehaltung kommen für das Festmistverfahren vor allem die dänische Aufstallung sowie die Laufstallbuch mit gesondertem Freßplatz bei behelfsmäßiger Unterbringung in Frage. Besonders stark verbreitet ist die Festmistkette jedoch in der Zuchtschweinehaltung, bei der man noch nicht gern auf Stroheinstreu verzichten möchte. Das gilt sowohl für die Haltung der Zuchtsauen in Anbindeständen als auch in Abferkelkäfigen.

### Die Entmistungsgeräte . . .

Bei den Entmistungsgeräten ist zu unterscheiden zwischen den stationären, also fest eingebauten, und den mobilen, die nicht an einen bestimmten Mistgang gebunden sind.

Von den stationären Anlagen haben Schubstangenförderer und handgeführte oder zwangsgesteuerte Schleppschaufeln noch eine gewisse Bedeutung. Die Entwicklung konzentriert sich zur Zeit auf Flachschieberanlagen mit falt- oder Klappschiebern. Diese langsam laufenden, seil- oder kettengezogenen, zwangsgesteuerten Schieber niedriger Bauhöhe können universell in geschlossenen Rindviehanbinde- und Boxenlaufställen sowie auch in Schweineställen mit dänischer Aufstallung oder bei Teilspaltenboden als Unterflurschrapper eingesetzt werden.

Da Flachschieber strohlosen Mist ebenso wie mit beliebig viel Einstreu versehenen Mist fördern können, eignen sie sich sowohl für die Flüssigmist-, als auch für die Festmistkette. Wird bei Festmist mit sehr wenig Einstreu gearbeitet, empfiehlt sich gegebenenfalls die Faltschieberanlage mit Schlitzjaucherinne, die durch einen Löffel am Faltschieber bei jedem Entmistungsgang zwangsweise gesäubert wird. Hierbei kann der größte Teil der anfallenden Jauche bereits im Stall abgeleitet werden, wodurch die Festmistbereitung wesentlich erleichtert wird.

Alle stationären Entmistungsgeräte haben den Vorteil geringer Rüstzeiten und einfacher Bedienung. Dafür erfordert ihr Einbau aber zusätzliche bauliche Maßnahmen, die bei Umbauten häufig erheblich ins Gewicht fallen. Außerdem beschränkt sich ihr Einsatz auf einen einzigen Stall, der günstig zur Miststätte gelegen sein muß; eine Ausnahme macht hier lediglich die handgeführte Schleppschaufel, mit der man über Umlenkrollen unter Umständen auch mehrere Ställe auf eine zentrale Miststätte entmisten kann.

Diese Einschränkungen gelten nicht für die mobilen Entmistungsgeräte. Die Zahl der zu entmistenden Ställe sowie ihre Lage zur Miststätte ist weitgehend beliebig. Außerdem erfordern sie im Gegensatz zu den stationären Anlagen bei späteren Bestandsaufstockungen keine zusätzlichen Investitionen. In vielen Fällen können sie nicht nur zum Entmisten, sondern darüberhinaus noch für die Futterzubereitung und andere Hofarbeiten eingesetzt werden. Nachteilig sind gewisse Rüstzeiten, die Beschränkung auf bestimmte Stallformen ohne Zwischenabtrennungen in den Mistgängen und das Toröffnen, vor allem im Winter.

Das wohl am meisten bekannte mobile Entmistungsgerät ist der normale Ackerschlepper mit Frontlader oder Heckschiebeschild. Kleinere bis mittlere Betriebe setzen ihn neben den allgemeinen Acker- und Hofarbeiten zusätzlich zum Entmisten und Füttern ein, Großbetriebe haben häufig einen Schlepper nur für die Stallarbeiten. Die Schlepperentmistung hat eine hohe Leistung und Funktionssicherheit, ist aber an bestimmte bauliche Voraussetzungen gebunden, die nicht immer vorhanden sind oder geschaffen werden können. So ist im Anbindestall für Frontladerentmistung ein freier Platz von mindestens 8 m vor der Stalleinfahrt, eine Toröffnung von mindestens 1,6 bis 2,0 m Breite und 2,5 bis 3,0 m Höhe für die Durchfahrt mit Sturzbügel und Schlepperverdeck und eine Mistgangbreite von 1,7 bis 1,9 m je nach Schlepperspur erforderlich. Auch die Tatsache, daß unsere Ackerschlepper ständig größer und weniger wendig werden — man denke an Sturzbügel und Vierradantrieb — wird künftig ihren Einsatz für die Entmistungsarbeit immer stärker einschränken.

Es ist daher verständlich, daß gerade in letzter Zeit vermehrt an der Entwicklung kleinerer, wendiger, mobiler Geräte für die Entmistung, Futterzubereitung und Hoftransporte gearbeitet worden ist. Im Rahmen eines KTBL-Forschungsauftrages über „Technisch-bauliche Lösungen zur Kapitaleinsparung bei Um- und Neubauten in der Rindviehhaltung“ konnten verschiedene, bereits auf dem Markt befindliche Lösungen untersucht werden; über die ersten Ergebnisse und Erfahrungen wird nachfolgend erstmals berichtet. Dabei geht es vor allem um die Feststellung der wichtigsten technischen Kenndaten wie Leistung und Leistungsbedarf, Abmessungen und Wendigkeit, aber auch um die Voraussetzungen und Möglichkeiten des Einsatzes unter praktischen Bedingungen. raneliegend ist es zunächst, einen der inzwischen von mehreren Herstellern angebotenen Kleinschlepper, wie sie von Gartenbau- und Kommunalbetrieben in zunehmen-

dem Umfang verwendet werden, für die Entmistungsarbeit einzusetzen. Diese kompakten und wendigen Maschinen, mit Motorleistungen zwischen 10 und 20 PS, haben sich zu durchaus ernstzunehmenden Geräten entwickelt, zumal sie neuerdings nicht nur mit Schiebeschild, sondern auch mit Frontlader ausgerüstet werden können. Versuchsweise wurde ein typischer 12-PS-Kleinschlepper mit Schiebeschild zur Laufflächenentmistung in einem Boxenlaufstall für Mastbullen mit Außenfütterung eingesetzt (Abb. 2); für die Entmistung von Anbindeställen

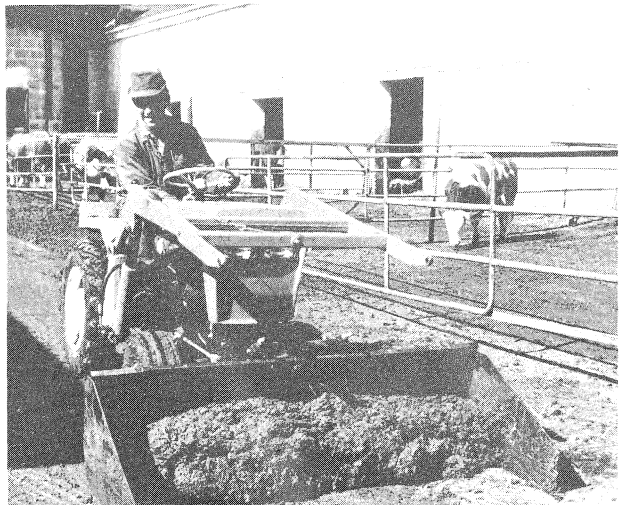


Abb. 2: Kleinschlepper mit verbreitertem Schiebeschild bei der Laufflächenreinigung. Durch den Frontanbau und die Art der Anlenkung des Schildes ergibt sich beim Schieben eine zusätzliche Belastung der angetriebenen Hinterachse, wodurch eine größere Schubkraft als beim Heckanbau entsteht

sind noch keine Zusatzgeräte (breite Gabel oder Schaufel im Frontlader) verfügbar. Die dabei erzielten Leistungen sind im Verhältnis zum geringen Gewicht und den kleinen Abmessungen recht hoch. Mit dem auf 1,60 m verbreiterten Schiebeschild und Seitenteilen, die das Ausbrechen des Mistes verhindern, kann man etwa 180 kg Laufstallkot schieben. Zum Abschieben des von zwei Tagen stammenden Mistes aus Mistgängen und Laufflächen von 500 cbm für 100 Bullen (80 GV) benötigt man 56 min. Das sind etwa 75 Prozent der Leistung eines Ackerschleppers mit Heckschieber. Für nicht zu große Tierbestände kann der Einsatz eines derartigen Kleinschleppers zur Laufflächenentmistung daher durchaus interessant sein, vor allem dann, wenn die Wendigkeit des normalen Ackerschleppers bei beengten Platzverhältnissen nicht ausreicht.

In letzter Zeit sind weiterhin spezielle mobile Entmistungsgeräte auf den Markt gebracht worden, die charakteristisch sind für die in Zukunft sicherlich noch verstärkt betriebene Entwicklung von Hoftransportgeräten oder Stallschleppern.

Der „Andi-Stallung-Schiebelader“ der Fa. W. Andreas, Holzkirchen, jetzt vertrieben durch Eicher, ähnelt sehr stark einem Schaufel-Radlader, wie ihn die Bauindustrie für Erdarbeiten einsetzt — allerdings in Miniaturausgabe. Er wird durch zwei Starterbatterien mit je 12V und 180 Ah angetrieben und zwar durch zwei Gleichstrommotoren, welche die rechte und linke Radseite getrennt antreiben. Vorder- und Hinterrad sind dabei durch eine umlaufende Kette miteinander verbunden. Dadurch erhält das Fahrzeug außergewöhnliche, aber für die Stallentmistung sehr zweckmäßige Fahreigenschaften, die nur mit einem Raupenschlepper zu vergleichen sind. Laufen beide Motoren in der gleichen Richtung, so fährt man mit Vierradantrieb vorwärts oder rückwärts geradeaus, und zwar in zwei Geschwindigkeitsstufen von 2,0 oder 3,2 km/h. Läßt man nur einen Motor laufen, während der andere automatisch bremst, fährt man eine Kurve, da ja nur eine Radseite angetrieben wird. Schaltet man eine Seite vorwärts und die andere rückwärts, so dreht das Gerät wie ein Raupenfahrzeug auf der Stelle (Abb. 3). Dabei radieren die Räder zwar erheblich, der Reifenverschleiß ist jedoch nach den bisherigen Erfahrungen tragbar. Aller-

dings muß der Boden an derartigen Wendestellen betoniert oder asphaltiert sein. Da kein Differential vorhanden ist, ziehen die Räder auch unter ungünstigen Verhältnissen, zum Beispiel in Schräglage auf rutschigen Flächen oder bei gefüllter Schaufel, sicher durch; auch die Lenkfähigkeit ist hierbei immer gegeben.

Der elektrisch-hydraulisch betriebene Frontlader trägt eine schwenkbare Schaufel, die durch Aufstecken von Zinken oder durch einen Blecheinsatz verändert werden kann (Abb. 4). In dieser Form wird das Gerät zur Entmistung von Rindviehanbindeställen und Schweineställen mit dänischer Aufstallung sowie in Sonderfällen auch zur Futterzubereitung eingesetzt; ein Schiebeschild zur Laufflächenentmistung ist noch nicht vorhanden. Wartung und Pflege beschränken sich vorwiegend auf die Batterie, die meist alle zwei Tage mit dem eingebauten Ladeaggregat an einer Wechselstromsteckdose aufgeladen wird.

Von diesem Fabrikat laufen zur Zeit bereits 150 Stück in der Praxis, wovon ein Teil in Form einer Erhebung von den Verfassern beobachtet wird. Dabei ist zu erkennen, daß der größte Teil der Betriebe dieses Gerät gekauft hat, weil keinerlei bauliche Maßnahmen wie bei statio-



Abb. 3: Kompakter, wendiger und leistungsfähiger Stallschlepper „Andi“ mit Batterieantrieb. Durch die einem Raupenfahrzeug ähnliche Lenkung kann das Gerät auf der Stelle drehen, wie der Spurkreis im Vordergrund zeigt. Die schwenkbare Schaufel erlaubt auch den Transport sehr einstreuer, flüssigeren Mistes



Abb. 4: Stapeln des Mistes mit batteriegetriebenem Stallschlepper. Die Schaufel kann elektro-hydraulisch geschwenkt werden und stapelt den Mist je nach Konsistenz auf 1,8 bis 2 m Höhe

nären Entmistungsanlagen erforderlich waren, die Handlichkeit und Wendigkeit überzeugte und man sich in Aufstallungsart und Bestandsgröße nicht auf Jahre hinaus festzulegen brauchte. Bemängelt wird vor allem die relativ niedrige Geschwindigkeit beim Fahren längerer Strecken, die vom Hersteller aus Gründen der Unfallverhütung nicht höher gewählt wurde. Mit dem von Haus aus nicht ganz unproblematischen Batterieantrieb scheint die Praxis zurechtzukommen, doch bleibt noch abzuwarten, wie lange die Batterien im Durchschnitt halten.

Völlig anders konzipiert ist ein weiterer kleiner Hof- und Transportschlepper, der „Eichus HD 12“ von Eichler, der in Kürze auf den Markt kommt. Ein 12-PS-Einzylinder-Dieselmotor treibt über ein Differential die beiden großen, mit Spikes bestückten Vorderräder an; das kleinere zwillingbereifte Hinterrad wird gelenkt (Abb. 5). Spurkreis- und Wendekreisdurchmesser sind zwar größer als beim vorher beschriebenen Gerät, in der Praxis kommt man jedoch mit beiden Fahrzeugen gleich gut um enge Ecken herum, da das Heck des „Eichus“ schmaler ist als die Frontpartie. Allerdings reagiert diese Antriebsart stärker auf ungleichmäßige Fahrwiderstände, die das Differential zum Ansprechen bringen, (Schräglage oder einseitige Belastung, rutschige Fahrbahn unter einem Rad). Eine Lenkbremse könnte in derartigen Fällen sicherlich nützlich sein. Dafür werden aber hier Reifen und Untergrund beim Wenden geschont, und man kann auch auf nicht betoniertem Boden rangieren. Durch den Dieselmotor sind Aktionsradius und -zeit nicht begrenzt. Abgasentwicklung und Geräusch sind zwar größer als beim Elektroantrieb, wurden aber auf ein Mindestmaß eingeschränkt und dürften nur in Sonderfällen wirklich störend wirken.

In Bezug auf die Arbeitswerkzeuge ist der Eichus HD 12 vielseitiger konzipiert: der einseitig angelenkte Hubarm kann mit einer parallelgeführten Anbauplatte verschiedene Schaufel- oder Gabeleinsätze aufnehmen, die sogar an den Zapfwellenantrieb angeschlossen werden können. So besitzt die Mistschaufel einen angetriebenen Zubringer, der den Mist aufnimmt und verdichtet (Abb. 6). Am Mistgangende ist dadurch kein Nachräumen von Hand und auch kein Anfahren gegen ein Widerlager notwendig. Als weitere Besonderheit wird der Mist nicht abgekippt, sondern abgeschleudert. Das geschieht auf relativ einfache Weise dadurch, daß eine während des Frontladeranhebens gespannte Feder das Abschiebeschild vorschnellen läßt (Abb. 7). Dadurch wird das Stapeln des Mistes erleichtert, und man kann auch auf einen bereits abgesetzten Miststapel noch eine Lage aufbringen.

In Tabelle 1 sind die wichtigsten Ergebnisse der bisherigen Versuche mit Klein- und Stallschleppern aufgeführt. Dabei sind zum besseren Vergleich die Werte eines normalen Ackerschleppers mit Frontlader angegeben. Besonders auffallend sind die geringen Abmessungen und Wendekreisdurchmesser der Stallschlepper sowie die im Verhältnis zum Gewicht sehr hohen Hub- und Schubkräfte. Noch überzeugender ist es, wenn man in der Praxis sieht, wie enge Ställe, beispielsweise mit Kreuzgang und nicht befahrbaren Giebelseiten, in denen bisher eine sinnvolle Mechanisierung nicht möglich war, mit diesen Geräten ohne jede Baumaßnahme erschlossen werden. Dabei ist zu hoffen, daß die beschriebenen Stallschlepper vor allem in Bezug auf die Mechanisierung der Fütterungsarbeiten weiterentwickelt werden. Auf die Entwicklungsarbeiten, die in dieser Richtung besonders am Institut für Landtechnik, Gießen, durchgeführt werden, sei in diesem Zusammenhang erinnert.

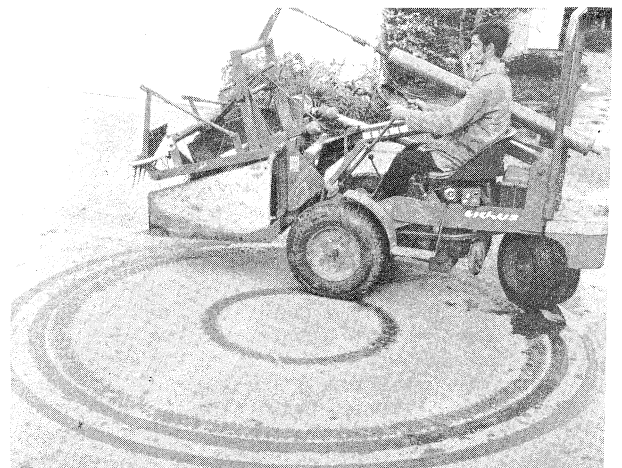


Abb. 5: Dieselmotorbetriebener Stallschlepper „Eichus HD 12“ mit angetriebener Vorderachse und gelenktem Hinterrad. Durch das schmale Heck ist das Fahrzeug wendiger, als man auf Grund des Spurkreisdurchmessers annehmen könnte

## Arbeitsbedarf und Kosten mobiler Geräte

Von entscheidender Bedeutung für den Betriebserfolg sind Arbeitsbedarf und Kosten der einzelnen Mechanisierungsformen. Während für die stationären Ent-

**Tabelle 1: Technische Daten, Meßergebnisse und Einsatzkriterien mobiler Geräte für die Stallentmistung**

Technische Daten und Meßergebnisse	Acker- schlepper + Front- lader Gr. II	Klein- schlepper „Hakotrac“ mit Front- schiebe- schild	Klein- schlepper + Front- lader „Eichus HD 12“ Dieselm.	Batterie- schlepper + Front- lader „Andi“ 2 El.-Antr.- Motoren
Länge mit Entmistungsgesetz und evtl. Ballastgewichten cm	470	300	315	220
Breite cm	158	90	100	115
Höhe cm	270	113	180	160
Gewicht mit Entmistungsgesetz kg	2 100*	700*	1 430	920
Wendekreis $\phi$ cm	860	540	397	250
Spurkreis $\phi$ cm	560	362	343	185
Hubhöhe cm	300	—	148	200
Hubkraft kp	600	—	670	625
Schubkraft auf trockenem Beton (an aufliegender Schaufelspitze gemessen) kp	1 490	475	600	725
Schubkraft auf mist- feuchtem Beton (an auflieg. Schaufelspitze gemessen) kp	902	290	355	435
Schaufelinhalt l	400	—	ca. 380	500
Schaufel- bzw. Schiebe- schildbreite cm	165	160	98	115
Fahrgeschwindigkeit km/h	bis 20	bis 20	bis 9,7	2 od. 3,2
Antriebsleistung PS	30	12	12	6 bis 8
Listenpreis (Grundgerät mit Entmistungsausrüstung und evtl. Ballastgewicht) DM einschl. MWSt.	17 150,—	7 770,— (mit Front- lader DM 2 000,—)	11 500,—	9 800,—
<b>Einsatzkriterien</b>				
Geräusch	laut	mittel	mittel	leise
Wendigkeit	weniger gut	gut	sehr gut	sehr gut
Bedienung	mittel	leicht	sehr leicht	sehr leicht
Anforderung an Gebäude	hoch	mittel	niedrig	niedrig

\* mit Ballastgewichten

**Tabelle 2: Arbeitselemente beim Entmisten mit Stallschleppern im Anbindestall**

Arbeitselemente	AK min/Arbeitselement		AK min/Tag (40 Kühe)	
	„Andi“	„Eichus“	„Andi“	„Eichus“
Rüstzeit (v. Garage zum Stall, 10 m)	0,35	0,39	0,70	0,78
Mist v. Hand auf Kotplatte schieben (je Stallplatz)	1,30	1,30	10,40	10,40
Mist mit Gerät aufnehmen (je Stallplatz)	0,042	0,065	3,36	5,20
Nacharbeit (je Ladung)	0,70	0,25	5,60	2,00
Rückfahrt im Mistgang (je Stallplatz)	0,023	0,027	2,76	3,24
Fahrt z. Miststätte (je Meter)	0,034	0,028	4,08	3,36
Mist stapeln (je Ladung)	0,21	0,205	1,68	1,64
Rückfahrt z. Mistgang (je Meter)	0,035	0,039	4,20	4,68
Abrüsten (v. Stall zur Garage, 10 m)	0,35	0,39	0,70	0,78
			33,48	32,08

mistungsanlagen und die Frontladerentmistung bereits Daten vorliegen (KTBL-Katalog), mußten diese für die neuen Hof- und Stallschlepper erst ermittelt werden. In Tabelle 2 sind die bisherigen Untersuchungsergebnisse an den beiden Hof- und Stallschleppern wiedergegeben, die zur Zeit auf dem Markt sind. Dabei wird der Arbeitszeitbedarf in einzelnen Arbeitselementen angegeben, denn aus diesen kann der gesamte Zeitbedarf für jedes Stallgebäude errechnet werden. Diese Angaben stellen Durchschnittswerte aus Messungen in mehreren Betrieben dar. Mit einer Ausnahme waren dies Altbauställe mit zum Teil sehr engen und winkligen Durchfahrten.

Die Gesamtarbeitszeit ist bei beiden Geräten annähernd gleich hoch, doch in den Einzelementen zeigen sich Unterschiede, die von der verschiedenartigen Bauweise herrühren: Der „Eichus HD 12“ fährt beim Aufnehmen des Mistes wegen seiner Aufnahmetechnik etwas langsamer, dafür ist bei diesem im Gegensatz zum „Andi“ keine Nacharbeit von Hand, sondern nur ein kurzes Nachauflesen der Zubringer nötig. Bei der Fahrt zur Miststätte wirkt sich die höhere Fahrgeschwindigkeit des „Eichus“ aus. Dies ist besonders bei größeren Entfernungen zwischen Stall und Miststätte vorteilhaft.



**Abb. 6: „Eichus HD 12“ beim Entmisten eines Schweinezuchtstalles mit dänischer Aufstallung und schmalem Mistgang. Die Misthaufel wird durch den angetriebenen Zubringer gefüllt**



**Abb. 7: Abschleudern der Schaufelfüllung durch Federspannung. Die Stapelhöhe beträgt etwa 2 m, die Wurfweite je nach Gewicht der Schaufelfüllung bis zu 4 m**

Zum Vergleich sollen die beiden Hofschlepper in einem Stall mit 40 Standplätzen bei zwei getrennten Mistgängen, 20 m lang, einer durchschnittlichen Entfernung vom Mistgang zur Miststätte von 15 m und zur Garage von 10 m gegenübergestellt werden. Bei zweimaligem Ausmisten täglich und einer Einstreumenge von 3 kg/Kuh und Tag faßt jedes der beiden Geräte den Mist von durchschnittlich 10 Kühen. Der Arbeitszeitbedarf in den einzelnen

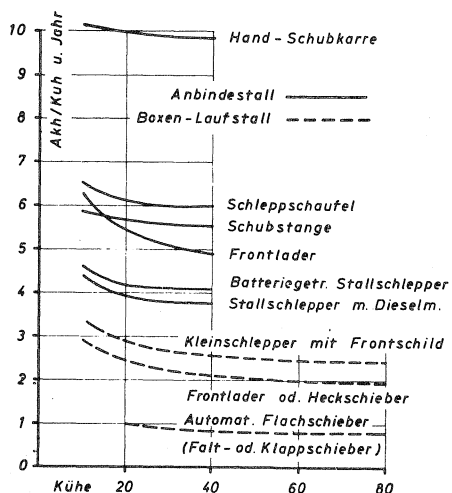


Abb. 8: Arbeitsaufwand des Entmistens und Einstreuens

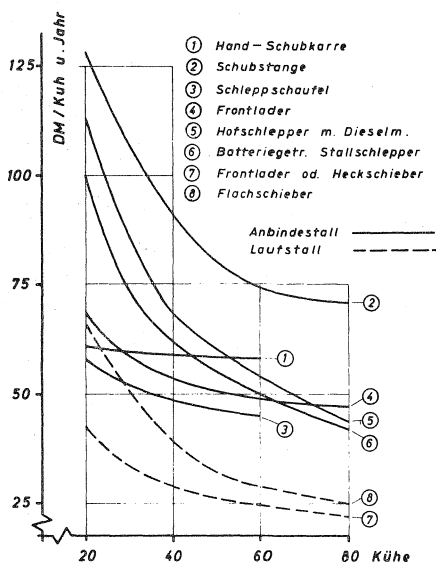


Abb. 9: Gesamtkosten des Entmistens und Einstreuens

Arbeitselementen ist der Tabelle 2 zu entnehmen. Zusammen mit dem Einstreuen ergibt dies beim „Eichus“ 32,08 min/Tag und beim „Andi“ 34,82 min/Tag. Werden 210 Stallhaltungstage unterstellt, so ergibt dies 3,63 AKh/Kuh und Jahr beim „Eichus“ und 3,9 AKh/Kuh und Jahr beim „Andi“.

In Abbildung 8 wird der gesamte Arbeitszeitbedarf (je Kuh und Jahr 210 Tage) für Entmisten und Einstreuen bei verschiedenen Entmistungsverfahren in Anbinde- und Laufställen dargestellt: Beim Übergang vom Handverfahren auf eine stationäre Mechanik werden bereits 40 Prozent des Arbeitsaufwandes eingespart. Verwendet man ein mobiles Entmistungsgerät, das den Stallung zugleich stapelt, so können bis zu 60 Prozent des Handarbeitsaufwandes eingespart werden. Ein annähernd gleiches Ergebnis wird bei den stationären Anlagen erzielt, wenn man auf ein gleichmäßiges Stapeln des Mistes verzichtet.

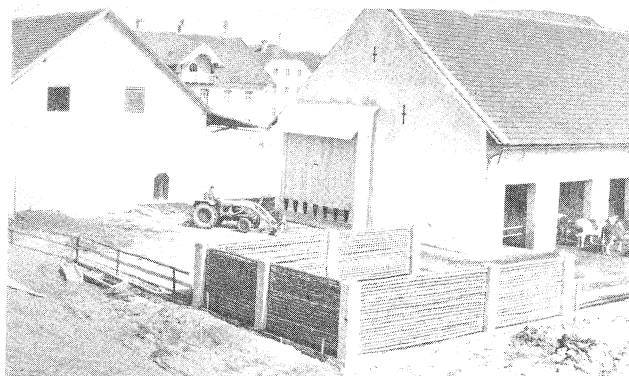


Abb. 10: Filterstangen-Miststätte zur Verfestigung stroharmen Mistes in einem Boxenlaufstall-Betrieb. Die Jauche kann durch die durchlässigen Seitenwände dringen und wird in einer Auffangrinne abgeleitet

In Laufställen verringert sich die Entmistungsarbeit einschließlich Einstreuen auf 1 bis 2 AKh/Kuh und Jahr.

Bei der Ermittlung des Kapitalaufwandes und der Kosten kann hier lediglich auf die Ausgaben für die Mechanisierung eingegangen werden, nicht jedoch auf eventuell anfallende Umbaumaßnahmen, obwohl diese vor allem bei den stationären Anlagen einen erheblichen Teil der Gesamtkosten verursachen. In Tabelle 3 ist der Kapitalbedarf für Geräte und Einrichtungen zum Entmisten in Anbinde- und Laufställen aufgeführt. Dabei schwanken die Werte je nach Stallverhältnissen oft erheblich. Dies gilt in noch größerem Umfang bei den Kosten. Deshalb können die in Abbildung 10 wiedergegebenen Werte nur einen groben Vergleich zwischen den verschiedenen Formen der Mechanisierung darstellen. Hierbei wurde ein Lohnanspruch je AKh von 6,— DM unterstellt. Bei den stationären Entmistungsanlagen mit Hochförderer wurde ein Anteil von 20 Prozent für Abschreibung und Reparaturen, bei den übrigen Geräten ein Anteil von 15 Prozent angenommen. Der Schlepper kam bei Frontladerentmistung nicht zum Ansatz, hierfür wurden 2,50 DM je Sh veränderliche Kosten unterstellt.

In kleineren Anbindeställen mit 20 Plätzen liegen die Kosten für Hand-, Schleppeischaufel- und Frontladerentmistung noch deutlich unter denen von Stallschleppern und Schubstange. Bei 60 Stallplätzen liegen die Werte aller Mechanisierungsformen sehr eng zusammen, mit Ausnahme der Schubstange. Dies ist auf den höheren Aufwand für zwei Hochförderer, zwei Antriebsaggregate und höhere Kosten je laufenden Meter Schubstange zurückzuführen. Im Gegensatz zu allen Mechanisierungsformen ist jedoch bei den Stallschleppern keinerlei Bauaufwand erforderlich. Deshalb können diese in kleineren Ställen, zu denen die Miststätte ungünstig liegt, oder in

Tabelle 3: Kapitalbedarf für verschiedene Formen der Mechanisierung der Entmistung bei Festmist

Geräte und Einrichtungen	Anschaffungspreis in DM einschl. MWSt.
Schubkarre	100
Frontlader Gr. II	2 100 — 2 300
FL-Entmistungsgabel	1 100
FL-Mistschaufel	700 — 900
Heckschiebeschild	700 — 800
Schleppeischaufel	2 500 — 3 000
Schubstange mit Hochförderer	4 500 — 15 000
Flachschieber	3 000 — 6 000
Flachschieber mit Hochförderer	6 000 — 9 700
batteriegetriebener Stallschlepper	9 500
Hof- und Stallschlepper m. Dieselmotor	11 500
Kleinschlepper m. Räumschild	7 000 — 9 000



denen aus anderem Grunde eine größere Umbaumaßnahme zur Einrichtung einer mechanischen Entmistung erforderlich wäre, auch kostenmäßig durchaus empfehlenswert sein. Gerade in Altgebäuden muß die Mechanisierung immer im Zusammenhang mit den erforderlichen Folgeeinrichtungen gesehen werden.

Aber nicht nur von den Aufstellungsarten und Entmistungsgeräten her, auch hinsichtlich der Mistlagerung bekommt die Festmistkette neue Impulse. So hat es sich inzwischen herausgestellt, daß in zweckmäßigen Düngerstätten mit seitlichen Filterstangenwänden eine sinnvolle Festmistbereitung schon mit sehr geringen Einstreumengen von 0,5 bis 1,0 kg je GV und Tag möglich ist (Abb. 10). Dabei wird unter stroharmem Festmist ein stapelfähiges Material verstanden, das mit Frontlader und Stallmistgabel aufgeladen und mit dem normalen Stallmiststreuer ausgebracht werden kann. Diese Art der Mistlagerung setzt sich vor allem in Verbindung mit strohsparenden Laufstallformen stärker durch. Weiterhin laufen Bestrebungen, noch einstreuarmerer Kot-Harn-Gemische in feste und flüssige Bestandteile zu trennen und dabei eventuell die flüssigen biologisch zu klären, um weniger Transportvolumen bei der Mistausbringung zu haben. In einem ersten Tastversuch konnte beispielsweise mit Hilfe eines ringförmig aufgestellten Drahtnetzes fast einstreufreier Laufhofschlamm soweit abgefiltert werden, daß

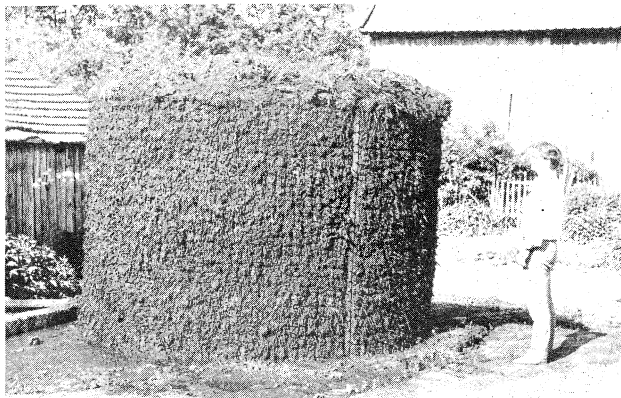
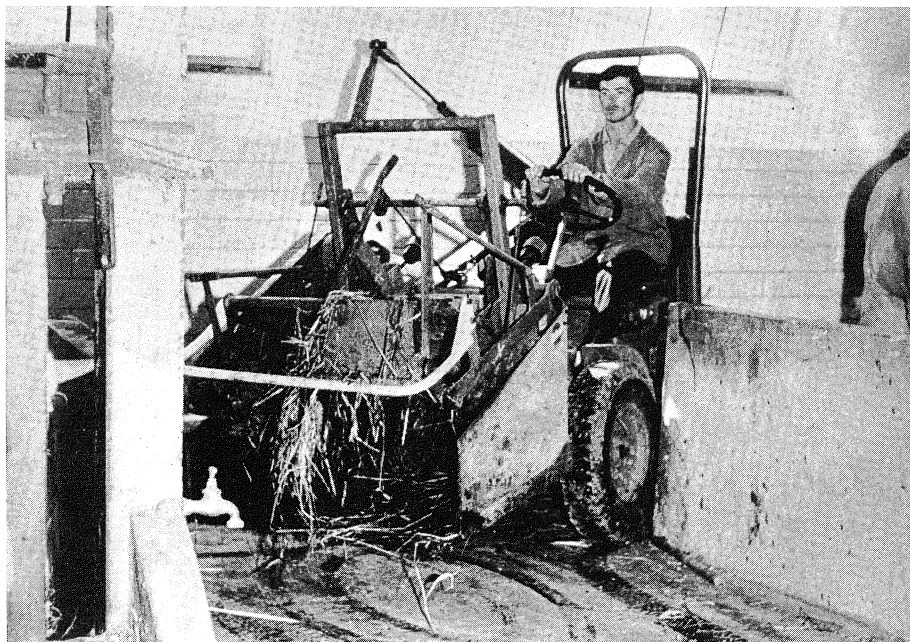


Abb. 11: Erster Versuch, extrem einstreuarmeren Mist aus einem Liegeboxenstall für Mastbullen zu verfestigen. In einem ringförmig aufgestellten Stahldrahtgitter erfolgt eine Trennung der flüssigen von den festen Bestandteilen des Kot-Harn-Gemisches

eine weitere Behandlung als Festmist möglich war (Abb. 11). Aber auch andere Formen der Mistverfestigung, etwa Zentrifugieren oder Abpressen, sollten näher untersucht werden, um Lagerraum und Transportvolumen zu sparen.



## Bringt chemisches Vorwelken Fortschritte in der Halmfütterernte?

Landwirtschaftsrat H. Pirkelmann, Freising-Weihenstephan

Bei der Fütterernte bemüht man sich schon immer darum, Erntegut mit einem möglichst niedrigen Feuchtigkeitsgehalt einzufahren. Dabei werden nicht nur die für die Heubereitung vorgesehenen Futtermassen auf dem Feld getrocknet, sondern auch bei der Silagebereitung und bei der Heißlufttrocknung hat sich ein Vorwelken bewährt. Allerdings bedeutet jede Verlängerung der Lagerzeit im Freien eine Vergrößerung des Wetterrisikos und damit der Verlustgefahren. Deshalb hat man versucht, ein Vorwelken auf anderen Wegen zu erreichen. So zum Beispiel durch Besprühen mit geeigneten chemischen Mitteln. Hier wird über erste Versuche mit diesem neuen Verfahren berichtet; Ergebnisse, die zwar als günstig anzusehen sind, die andererseits aber einen breiten Einsatz dieses Verfahrens in der Praxis noch nicht rechtfertigen.

Bei der Ernte von Gras und Feldfutter könnte vorgewelktes Halmgut ein Beschleunigen des Trocknungsvorganges bei der Heubereitung, eine Verbilligung und höhere Kapazität bei Heißlufttrocknungsanlagen und eine Arbeitseinsparung und

Qualitätsverbesserung bei Silage bewirken. Immerhin ist bei einer Erhöhung des Trockenmasse-Gehaltes von 20 auf 33,3% bereits die Hälfte des in Grüngut enthaltenen Wassers entzogen, und es sind nur noch 60% des ursprünglichen Ge-

wichts zu transportieren. Bei der Silagebereitung tritt von diesem TM-Gehalt an auch kein Sickersaft mehr auf, die Siloraumausnutzung in TM/cbm ist höher, die Gärbedingungen sind durch die angehobene Nährstoffkonzentration verbessert, und schließlich nehmen die Tiere größere Mengen als bei Naßsilage auf.

**Das natürliche Vorwelken auf dem Feld ...**

... erfordert jedoch mehrere Arbeitsgänge und ist von einem hohen Wetterisiko begleitet, da in unserem Klimabereich zum optimalen Schnittzeitpunkt der Futterpflanzen meist nur wenige zusammenhängende Schönwettertage für die Ernte zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund werden in jüngster Zeit vermehrt Anstrengungen unternommen, um das Vorwelken wurden in dem vergangenen Jahr in der Landtechnik durchgeführt.

Umfangreiche Untersuchungen über das chemische Vorwelken wurden in dem vergangenen Jahr in der Landtechnik Weihenstephan angestellt mit dem Ziel, die Futterpflanzen im stehenden Bestand auf einen TM-Gehalt von etwa 35% vorzuwelken. Als „Desiccationsmittel“<sup>1)</sup> wurden organische Säuren und Amidstickstofflösungen eingesetzt. Die Ausbringung erfolgte mit Pflanzenschutzspritzen, die in den säureführenden Teilen mit korrosionsfesten Materialien, wie V2A-Stahl und Kunststoff, ausgerüstet waren.

**Erzielbarer Anwelkgrad**

Aufgrund der überwiegend einjährigen Versuche können zwar noch keine endgültigen Aussagen gemacht werden. Grundsätzlich kann aber gesagt werden, daß mit den eingesetzten Mitteln die Erreichung des angestrebten TM-Gehaltes möglich ist, wenn bestimmte Voraussetzungen gegeben sind.

Besondere Bedeutung kommt der Ausbringtechnik zu. Mit großen Düsenkalibern konnte eine höhere Anwelkwirkung erzielt werden als bei einer sehr feinen Versprühung. Wichtig ist weiterhin eine gleichmäßige Benetzung der gesamten Pflanze. Da die Säuren nur bei direktem Kontakt wirken, ist

<sup>1)</sup> Desiccation = Wasserentzug

bei oberflächlichem Aufsprühen nur an den oberen Pflanzenteilen ein ausreichender Anwelkgrad gegeben, während die unteren, vom Spritzstrahl abgeschirmten Teile grün bleiben.

Von den verschiedenen, geprüften Aufwandmengen scheinen sich 0,5%, bezogen auf die Frischmasse, zu bewähren. Eine geringere Menge erzielt keine genügende Vorwelkwirkung, eine größere ist dagegen im Verhältnis zum Erfolg nicht gerechtfertigt. Bei geringeren Aufwuchsmengen konnten mit den hoch konzentrierten Mitteln, bei sehr dichten Beständen dagegen mit Verdünnungen durch Wasser im Verhältnis 1:2 und 1:5 bessere Erfolge erzielt werden. Offensichtlich ist durch die größeren Ausbringmengen bei starkem Bewuchs eine bessere Benetzung der Pflanzen gegeben.

Der Vorwelkgrad hält etwa 10 bis 14 Tage nach der Behandlung an. Danach beginnen die Pflanzen, von unten her wieder zu grünen. Das einmal erreichte Anwelken wird auch durch Niederschläge nicht zerstört. Sobald das Haftwasser abgetrocknet ist, stellt sich der ursprüngliche TM-Gehalt wieder ein.

**Einfluß auf den Wiederaufwuchs**

Chemische Mittel für das Vorwelken zu finden — man denke nur an die Pflanzenschutzmittel — wäre einfach, wenn nicht die Forderung bestünde, daß der Wiederaufwuchs und damit die Ertragshöhe der behandelten Futterflächen nicht beeinträchtigt werden dürfen. Vergleichsversuche während einer Vegetationszeit haben ergeben, daß auch bei starken Überdosierungen weder hinsichtlich des Aufwuchses noch der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes ein Einfluß gegeben ist (Abb. 2).

Der Grund dafür ist, daß die Mittel nur über Kontakt wirken, und nicht wie bei systemischer Wirkungsweise in den Wurzelbereich vordringen.

**Nährstoffverluste und Futterqualität**

Durch das chemische Vorwelken verlieren die Futterpflanzen die grüne Farbe und werden stark ausgebleicht. Mit der Zerstörung der äußeren Wachsschicht und des Chlorophylls ist ein starker Abbau des Karotins ähnlich wie beim natürlichen Vorwelken verbunden. Dagegen konnten bei den Hauptnährstoffen, wie Eiweiß und N-freie Extraktstoffe, keine Verluste festgestellt werden.

Das chemisch vorgewelkte Futter kann weiter zu Trockengut verarbeitet oder auch siliert werden. Die Milchsäuregärung wird durch die eingesetzten chemischen Mittel zumindest bei den gegebenen Aufwandmengen nicht ungünstig beeinflusst. Die erzeugten Silagequalitäten waren gleich gut wie bei unbehandeltem Ausgangsmaterial.

Probeweises Verfüttern von Silage aus chemisch vorgewelkten Futterpflanzen an Rinder, Schafe und Pferde zeigte, daß alle Tiere dieses Futter sehr gerne aufgenommen haben. Ergebnisse aus exakten Fütterungsversuchen, die allein ein endgültiges Urteil über die Futterqualität zulassen, liegen bislang allerdings nicht vor.

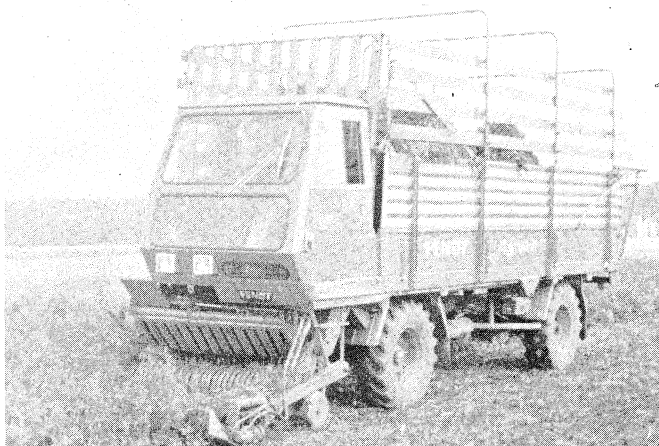
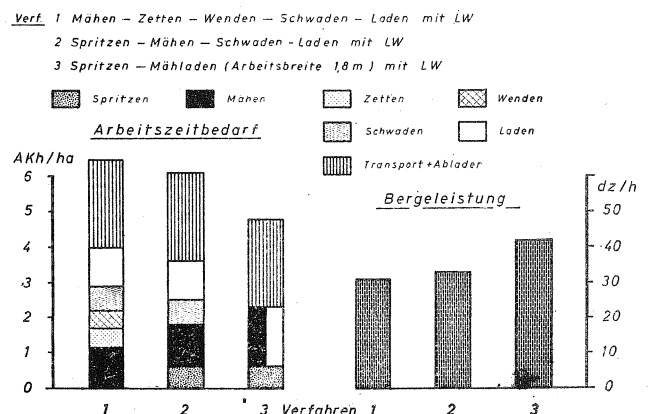
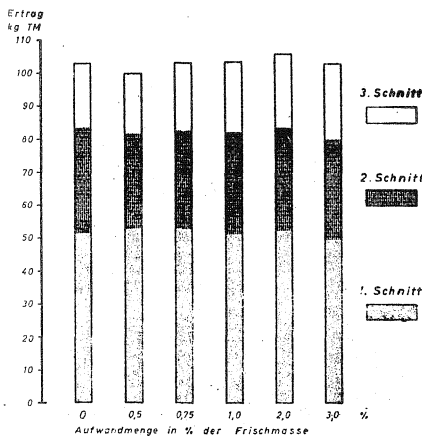


Abb. 1: Selbstfahrende Ladewagen mit Frontmäherwerk können Mähen und Laden in einem Arbeitsgang.

Abb. 2: Einfluß des Vorwelkens mit organischen Säuren auf die Ertragshöhe im Dauergrünland (Summe von vier Teilstücken mit je 20 qm).

Abb. 3: Arbeitsbedarf und Bergeleistung verschiedener Ernteverfahren bei Anwelkget (Hektarertrag 200 dz; TM = 33%; Schwadlänge 300 m; Hof-Feldentfernung 1 km).



Abbildungen: Verfasser (3)

# Großbehälter für Flüssigmistanlagen und Silage

Bei sich spezialisierenden Betrieben ist ein deutlicher Trend zum Großbehälter, sowohl für die Lagerung von Gärfutter als auch von Stalldung, festzustellen. Durch die steigenden Löhne verlangt man von der eingesetzten Technik eine höhere Effektivität, die im wesentlichen zunächst in der Arbeitsleistung zum Ausdruck kommt. Andererseits sollten Lagerbehälter so groß wie möglich geplant werden um Baukosten einzusparen. Die Einzelbehältergröße ist wiederum von der dem Betrieb zur Verfügung stehenden Schlagkraft abhängig. Diese Abhängigkeit sollte insbesondere bei schwer vergärbaren Futterpflanzen beim Gärfutterbehälterbau berücksichtigt werden. — Insbesondere wenden seit einigen Jahren Großbetriebe in den skandinavischen Ländern das Flüssigmistverfahren an, weil sich beim Ausbringen eine Arbeitskräfteeinsparung von 50 bis 70 Prozent einstellt. Vorausgesetzt ist, daß die Schleppergröße, die Pumpenleistung und die Tankwagengröße aufeinander abgestimmt sind. Diese Erfahrungen werden auch bereits bei uns von Großbetrieben bestätigt. In den folgenden Ausführungen wird auf die wesentlichsten Merkmale hingewiesen, die bei der Planung und der Erstellung von Großbehältern Berücksichtigung finden sollten.

## Stand der Technik im Behälterbau für Flüssigmist

Weniger die Entmistung — ob mechanisch oder selbstfließend — als vielmehr die Lagerung und die Aufbereitung des anfallenden Stalldungs in oberirdischen großen Behältern in Verbindung mit einer Mischgrube haben den entscheidenden Anteil, daß das Flüssigmistverfahren im mechanisierten Betrieb ständig an Bedeutung zunimmt. Gerade auch die Vergrößerung der Tierhaltung macht es notwendig, da die bisherigen Einrichtungen für die Lagerung und Ausbringung des Stallmistes meist nicht mehr ausreichen. Welche Möglichkeiten sich für die Flüssigmistlagerung anbieten, wird in den folgenden Ausführungen aufgezeigt.

An Behälterformen, sind anzutreffen:

- ▶ Überfahrbare Einzel- oder Mehrkammerbehälter
- ▶ Offene, gegen unbefugten Zutritt gesicherte Tiefbehälter
- ▶ Überfahrbare Vorgruben mit offenem halbhoher Hauptbehälter

### Einzel- oder Mehrkammerbehälter

Diese Behälterform wird offen, in der Regel mit Decke erstellt. Die geschlossenen Behälter mit überfahrbarer Decke sind besonders für enge Hoflagen geeignet und können je nach Größe unterteilt werden. Auf das Unterteilen der Grube kann man jedoch verzichten, wenn leistungsfähige, schleppergetriebene Pumpen eingesetzt werden, die Behälter von ca. 300 cbm (z. B. 14 × 8 × 2,5 m) von einer zentral gelegenen Stelle aus auf-

rühren können. Die Größe der Einzelkammer muß mit der Leistungsfähigkeit der hier wohl vorteilhaft einzusetzenden fahrbaren Elektropumpe abgestimmt werden. Beim Einsatz einer Pumpe muß jedoch die Konsistenz des gelagerten Flüssigmistes berücksichtigt werden, da von dieser die Förderleistung der Pumpe abhängig ist.

Um eine kostengünstige Deckenkonstruktion zu bekommen, sind Tragsäulen erforderlich, die beim Aufrühren des Inhaltes keine

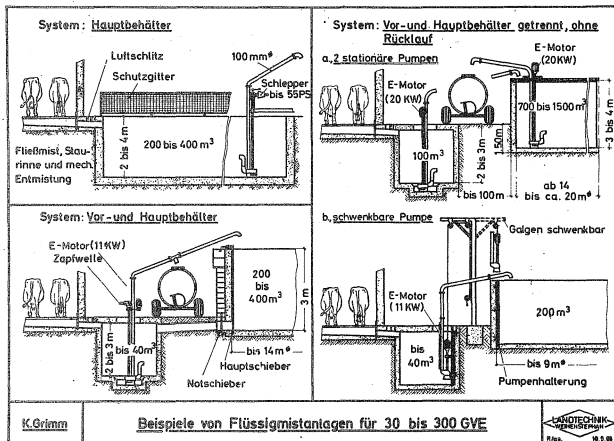


Abb. 1

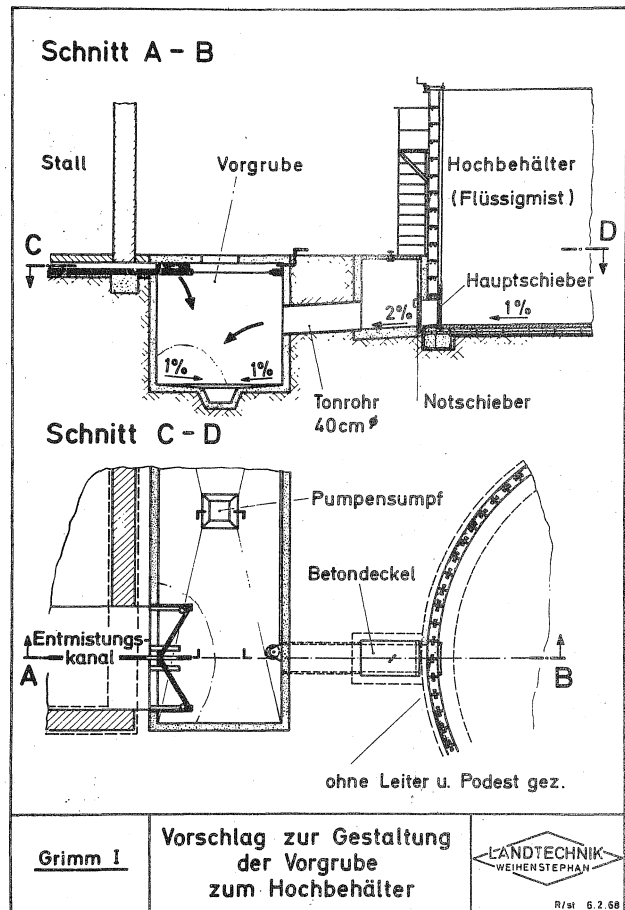
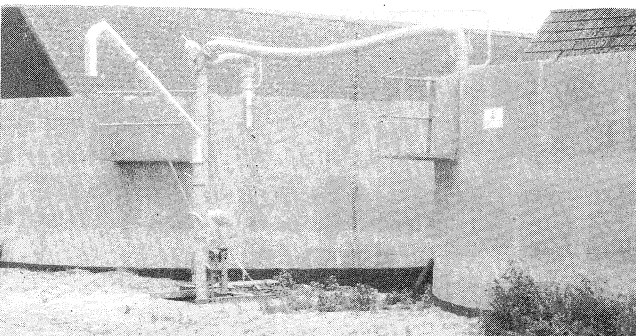
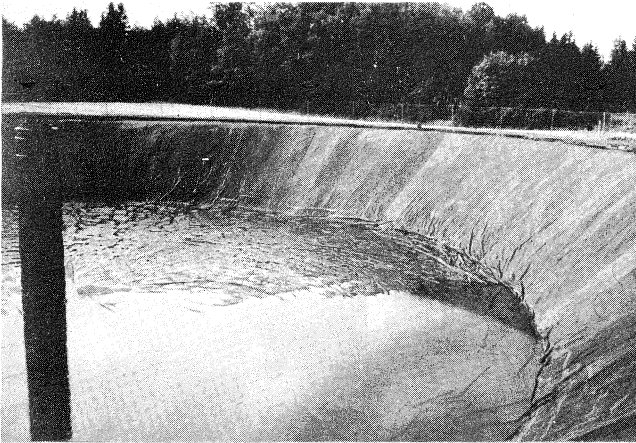
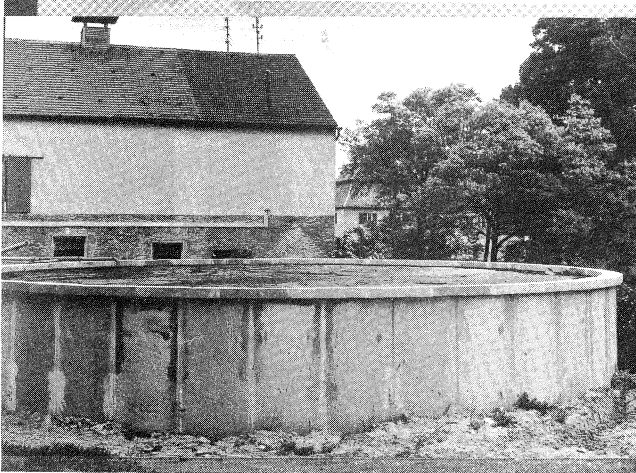
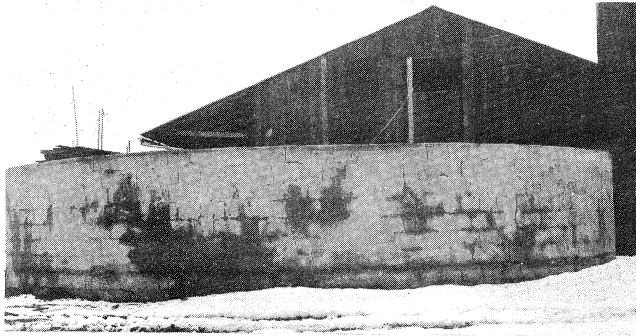


Abb. 2



nennenswerten Schwierigkeiten bereiten. Die Behälterform mit Decke erfordert einen Kapitalaufwand von rund 80 bis 100 GM/cbm. Wenn es möglich ist, sollten Einzelbehälter ohne Decke erstellt werden, da für diese nur etwa 30 Prozent der Gesamtbaukosten aufgewendet werden müssen. Mit dem Gelände abschließende Behälter sind mit einem Schutzgitter zu versehen.

Beim Bau dieser Einzelbehälterform ist eine tiefe Grube notwendig, die größere Kosten verursacht, denn der Aushub verursacht bei hohem Grundwasserstand oder bei felsigem Untergrund Schwierigkeiten. Die Aufbereitung des Behälterinhaltes ist bei Einzelbehältern meist schwierig und benötigt einen hohen Zeitaufwand, da der gesamte Behälterinhalt auf einmal zu homogenisieren ist. Durch bestimmte Entmistungsarten entstehende Abwurfkegel erschweren zusätzlich das Aufbereiten des Flüssigmistes.

#### Der halbhohe offene Flüssigmistbehälter

mit 7 bis über 20 m Durchmesser und einer Bauhöhe von 3 bis 5 m wird ohne Decke aus den verschiedensten Baustoffen auf eine Bodenplatte oder auf einem Ringfundament mit Bodenplatte erstellt. In Ausführungen, bei denen der Behälter über dem Erdboden angeordnet wird, können alle Baustoffe verwendet werden. Dagegen ist es empfehlenswert, falls der Behälter in Frosttiefe zu stehen kommt, diesen ganz aus Beton oder aus einer Kombinationsmöglichkeit (Beton und Holz) zu fertigen.

#### Fundament-Bodenplatte

Größtenteils werden heute Fundamente und Bodenplatten aus einem Guß erstellt. Besser erscheint uns, das Ringfundament und die Bodenplatte getrennt zu fertigen, denn so besteht die Möglichkeit, die Bodenplatte schwächer auszuführen, da sie den Behälter nicht zu tragen hat und so keine zusätzlichen Biegespannungen aufnehmen muß. Als weitere Möglichkeit bietet sich das Aufteilen der Bodenplatte in 4 oder mehr Segmente oder die Verwendung einer starken Kunststoff-Folie an. Zweckmäßig ist es, der Bodenplatte ein geringes Gefälle zum Auslauf hin zu geben.

#### Der zylindrische Aufbau

Der Aufbau eines Hochbehälters ist mit den einzelnen Baustoffen entsprechend unterschiedlich. Behälter aus Ortbeton verlangen eine schwierige Schalungsarbeit, die in der Regel von Spezialbaufirmen durchgeführt werden. Dagegen können Behälter aus Formsteinen auch von örtlichen Baufirmen erstellt werden. Die Verwendung von Betonfertigteilen ist nur Spezialfirmen zu überlassen. Für Metallbehälter werden die einzelnen Tafeln mit einer Zinkauflage hergestellt. Das Aufstellen der Einzelelemente kann unter Anleitung vom Landwirt selbst durchgeführt werden. Behälter aus Kunststoff sind als Versuchsbehälter schon länger erstellt. Der Einzug in die Praxis dürfte vom Preis her gesehen noch schwierig sein, da als größter Konkurrent — für die bisher aufgezählten Baumaterialien — das Holz zu betrachten ist.

Abb. 3: Flüssigmistbehälter mit 300 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen aus Formsteinen

Abb. 4: Großbehälter aus Betonfertigteilen mit einem Fassungsvermögen von 1200 m<sup>3</sup>

Abb. 5: Eine mit Kunststoffolie ausgelegte Lagune mit einem Fassungsvermögen von 5 000 m<sup>3</sup>. Die Form der Lagerung wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Voraussetzung ist aber, daß die Wasserwirtschaftsämter keine zu großen Auflagen machen.

Abb. 6: Zwei Flüssigmisthochbehälter aus Ortbeton, die von einer Spezialfirma erstellt wurden. Die Pumpe ist in der Vorgrube fest eingebaut und mit den Behälterfüll- und -rührleitungen fest verbunden. Die Faßfülleitung ist drehbar. Als nachteilig erweist sich bei einer Verstopfung im Gehäuse das Herausnehmen der Pumpe

Behälter mit Holzaufbau sind heute am meisten verbreitet und bewähren sich gut. Das Holz ist auf Teeröl- oder Salzbasis druck- oder tauchimprägniert und wird vorgefertigt, mit Nut und Feder aus Tafeln oder als einzelne Bretter, angeliefert. Bretter mit einer Stärke von 50 bis 60 mm verlangen keine Vorfertigung und erlauben eine Doppelnut und -feder oder eine Doppelkeilnut. Die einzelnen Bretter werden in eine ca. 10 cm breite und 10 cm tiefe Rinne, die dem Durchmesser des Behälters entspricht, gestellt. Abgedichtet wird dieser Behälter durch das Ausgießen der Rinne innen wie außen mit Bitumenvergüßmasse. Zusammengehalten wird der Holzbehälter durch Flach- oder Rundeisenringe, die einem Bewehrungsplan entsprechend anzuordnen sind.

Holzbehälter werden größtenteils von Spezialfirmen angeboten. Es gibt eine Reihe von örtlichen Sägewerken und verwandten Unternehmen, die sich mit dem Bau dieser Behälter befassen. Eine hohe Eigenleistung seitens des Landwirtes bietet sich bei der Erstellung solcher Behälter unter entsprechender Anleitung an. Wenn dem Landwirt die Möglichkeit geboten wird, die Montage solcher Behälter selbst durchzuführen, würde dem Hersteller die Lieferung des Behälters mit allen Einzelheiten zu fallen, wodurch eine Kostenminderung von ca. 25 bis 35 Prozent zu erzielen wäre. Der Holzaufsatz wird grundsätzlich über dem Erdboden erstellt und zwar auf ein frostsicheres Ringfundament oder auf eine Bodenplatte mit Kiesrollierung.

#### Anordnung eines Hochbehälters zur Vorgrube und Stallgebäude

Es gilt grundsätzlich zu beachten, daß bei der Anordnung eines Flüssigmisthochbehälters die Funktion der Flüssigmistanlage gewährleistet ist und daß eine evtl. Vergrößerung des Stallgebäudes nicht durch einen Holzbehälter behindert wird. Bei den meisten Stallgebäuden wird die Vorgrube (Mischgrube) an der Stirnseite des Gebäudes angebracht, in dem die Stau- und Fließmistkanäle münden oder wo sich die Abwurfstelle von den mechanischen Entmistungsanlagen befinden. Bei längeren Stallungen kommt das Kot-Harn-Gemisch meist in der Stallmitte aus dem Stall. In diesem Fall ist die Vorgrube seitlich am Gebäude vorzusehen.

Die Größe der Vorgrube ist von der Entmistungsform und auch von der gewünschten Zwischenlagerzeit abhängig. Bei 2 Mistgängen wird man die Vorgrube so anordnen, daß sich die Abgabestellen innerhalb der Grubenbreite befinden. Die lichte Breite braucht nicht über 2,5 m und die Tiefe nicht über 2 m sein. Die Lage der Öffnung (ca. 80 × 80 cm) für die Pumpe soll so angebracht werden, daß sich ein evtl. Schüttkegel nicht bis in den Bereich des Pumpensumpfes bildet. Ein Pumpensumpf, der eine vollständige Entleerung der Vorgrube ermöglicht, ist unter der Öffnung mit gleicher Größe etwa 40 bis 50 cm tief vorzusehen.

#### Anordnung vom Hauptbehälter zur Vorgrube

Folgende Anordnungen vom Hauptbehälter zur Vorgrube sind anzutreffen, wobei als Vorgrube auch eine alte Jauchegrube verwendet werden kann, wenn sie günstig liegt:

- Hauptbehälter mit Rücklaufkanal zur Vorgrube
- Hauptbehälter und Vorgrube sehr eng zusammengebaut, wo bei eine Pumpe mittels eines Galgens in den jeweiligen Behälter geschwenkt wird
- Vorgrube und Hauptbehälter aus verschiedenen Umständen entsprechend weit getrennt und dort, wo das Anbringen einer Rücklaufleitung nicht möglich ist

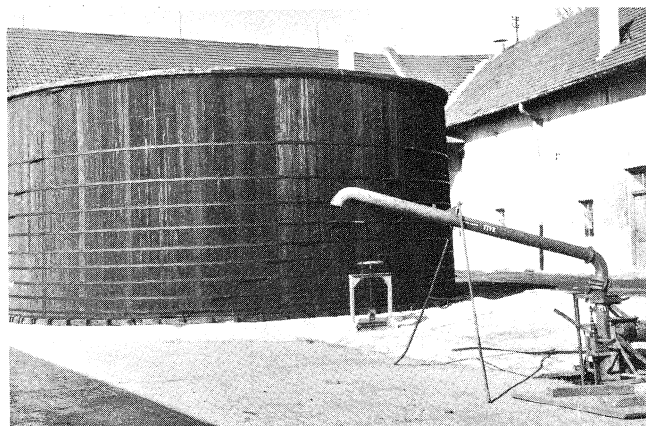


Abb. 7: Flüssigmistbehälter aus, auf Teerölbasis, druckimprägniertem Holz, vor dem Behälter der außen angebrachte Absperrschieber

Zu a): Das meist angewandte Verfahren ist der Hauptbehälter mit einer absperzbaren Rücklaufleitung zur Vorgrube. Der Vorteil dieses Systems liegt darin, daß man noch in schwierigsten Verhältnissen zurechtkommt. Unter schwierigsten Verhältnissen verstehen wir ein zu lagerndes Flüssigmistgemisch aus Ställen mit mechanischer Entmistung, in denen eingestreut wird und in die Grube kein oder nur eine geringe Menge Wasser kommt. Weitere Vorteile liegen darin, daß die Pumpe nicht umgesetzt werden muß, daß die Behälterfüll- und Rührleitung, sowie die Faßfülleitung fest installiert und der Hauptbehälter weiter von der Vorgrube entfernt angeordnet sein kann.

Der wichtigste Teil an diesem System ist die Rücklaufleitung mit dem Absperrschieber, deren Querschnitt nicht zu klein sein darf. Leider kommt es heute immer noch vor, daß Leitungen mit 150 mm Durchmesser verwendet werden. Bei solchen Leitungen mit geringem Querschnitt treten Verstopfungen beim Restentleeren auf, dies besonders, wenn ein Gemisch dicker Konsistenz vorhanden ist.

Besser ist es, Schieber und Rücklaufleitungen ab 250 mm Durchmesser für Behälter bis zu 250 cbm und bei normalem Gemisch zu verwenden. Schieber mit 300 bis 400 mm Durch-

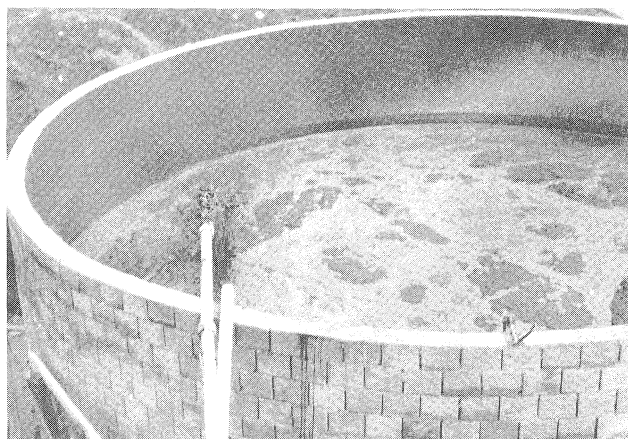


Abb. 8: Rührstrahl von einer schleppergetriebenen Tauchpumpe. Mit einem starken Rührstrahl können auch starke Schwimmdecken mühelos aufgeführt werden. Bei Beginn des Homogenisierens ist zuerst die Schwimmschicht in große Stücke aufzureißen, nachher kann der Rührstrahl etwa einen bis zwei Meter von der Behälterwand entfernt gestellt werden, dadurch beginnt der Flüssigmist sich kreisend zu bewegen.

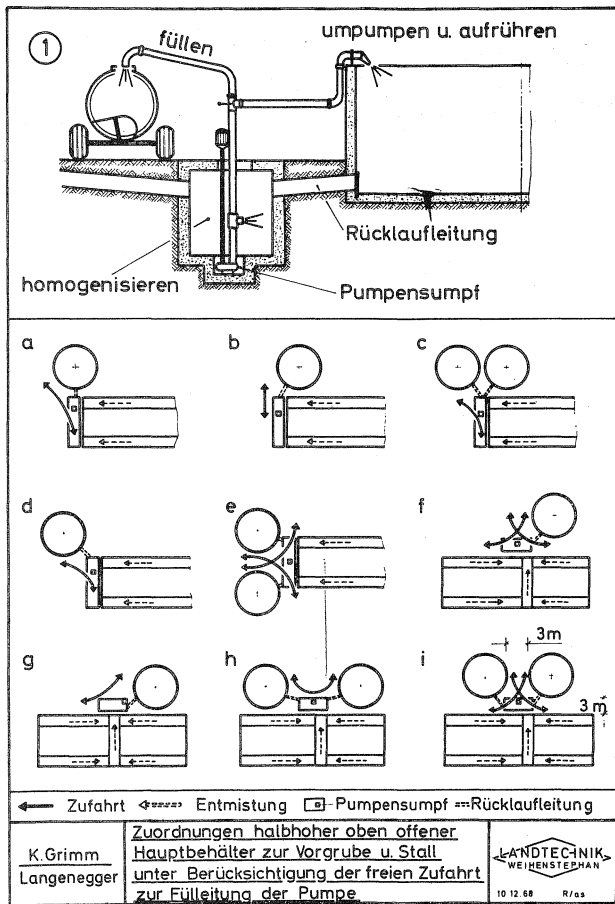


Abb. 9

messer sind besonders für große Behälter mit dickem Gemisch zu empfehlen. Sehr gut haben sich bei den Hauptschiebern die Drehscheibenschieber aus Guß bewährt, die wegen ihrer einfachen Herstellung sehr preisgünstig sind. Diese Schieber werden im Behälterinnern angebracht. Außer dem Innenschieber wird auch ein Außenschieber angeboten, der aber völlig dicht



sein muß und deshalb eine Stopfbüchse benötigt. Bei allen Rücklaufleitungen ist neben dem Hauptschieber ein Notschieber im Kanal vorzusehen, der z. B. aus einer 20 mm starken Asbestzementplatte bestehen kann. Dieser Notschieber ist am Einlauf zur Vorgrube oder vor einem Kontrollschacht, der die Rücklaufleitung unterbricht, einzubauen.

Die Funktion einer solchen Anlage geht so vor sich, daß das Kot-Harn-Gemisch durch das Entmistungssystem in die Vorgrube gelangt, in der es je nach der Vorgrubengröße und der Tierzahl eine bestimmte Zeit lagert. Von der Vorgrube aus wird das Gemisch von der Pumpe, nachdem es homogenisiert wurde, in den Hauptbehälter gefördert. Zum Aufrühren des Vorgrubeninhaltes kann aus dem Hauptbehälter die abgesetzte Flüssigkeit in die Vorgrube gelassen werden, um das Gemisch zu verdünnen, was ein leichtes Homogenisieren durch die Pumpe ermöglicht. Vor dem Ausfahren wird der Inhalt im Hochbehälter mit Hilfe eines Förderstrahles homogenisiert.

Zu b): Hauptbehälter und Vorgrube sind so aufgebaut, daß die Pumpe mit Hilfe eines Galgens von der Vorgrube in den Hauptbehälter und umgekehrt geschwenkt werden kann. Wenn eine Pumpe kürzerer Bauart verwendet wird, die nicht eines bestimmten Grubentiefe angepaßt zu sein braucht, muß sie mit einem Hubwerk in die Grube gesenkt werden. Da der Pumpenstand sich je nach Behälterfüllhöhe verändert, kann keine feste Leitung zum Hauptbehälter und zum Faßfüllen verwendet werden. Wenn im Kot-Harn-Gemisch Einstreu- und Futterreste vorhanden sind und kein Wasser zugeführt wird, ist der Vorgrubeninhalt nur mit höherem Leistungs- und Zeitaufwand aufzurühren und umzupumpen.

Zu c): Bei Großanlagen um 1000 cbm Lagerraum in einem Behälter ist es zweckmäßig, neben einer Rücklaufleitung eine zweite Pumpe, die dann im Hauptbehälter steht, zu verwenden. Diese hat dann die Aufgabe, das zu lagernde Gemisch zu homogenisieren und das Verteilfaß zu füllen. Für besonders schwierige Verhältnisse und Behälter von 1000 bis 2000 cbm kann die Pumpe in einem Rahmen, der in der Behältermitte auf einer Säule und auf der Behältermauer aufliegt, im Behälter gedreht werden.

Bei Anlagen, in denen der Hauptbehälter wegen zu enger Hoflagen oder aus sonstigen Gründen weiter entfernt von der Vorgrube stehen muß, ist es zweckmäßig, auf eine Rücklaufleitung zu verzichten, da mit der Behälterfüllung nicht mehr intensiv genug durchgeführt werden kann. Diese Rohrleitung kann aus Kunststoffrohren bestehen und fest im



Abb. 10: Vorgrube und Hochbehälter für einen Schweinestall mit mechanischer Entmistung. Aus der Vorgrube (40 cbm) wird alle drei bis vier Wochen das anfallende Gemisch nach dem Homogenisieren in den Hochbehälter gefördert. Vom Podest aus wird der Rücklaufschieber vom Hochbehälter zum Umpumpen oder Homogenisieren des Hochbehälterinhaltes und zum Entleeren bedient. Gefüllt wird der Hochbehälter immer von oben — Abb. 11: Flüssigmistanlage mit Hochbehälter, Vorgrube und einer schleppergetriebenen stationären Flüssigmistpumpe. Zwischen Hauptbehälter und Vorgrube ist der Rücklaufkanal mit dem Absperrschieber zu sehen.

Boden verlegt werden. Die Vorgrube und der Hauptbehälter sollen hier etwa die gleiche Tiefe haben, um die Pumpe in beiden Behältern einsetzen zu können. Im Hauptbehälter ist ein Pumpensumpf wie in der Vorgrube vorzusehen. Weiter ist am Behälter eine Auffahrrampe aufzuschütten, um die Pumpe einsetzen zu können. Zur Rampe hin soll am Behälter ein Geländer angebracht werden. Ferner ist es empfehlenswert, über der Behälterwand ringsum Stacheldraht zu spannen, so daß es auch Kindern mit einer Leiter unmöglich wird, die Umwandung zu besteigen.

Die Größe des Gesamtageraumes ist abhängig von der Tierzahl und der längsten Lagerzeit innerhalb des Wirtschaftsjahres. Als grobe Faustzahl ist eine täglicher Anfall je RGV mit ca. 50 l und je SGV mit 40 l anzunehmen, aus dem sich der tägliche Flüssigmistanfall aus dem Tierbestand eines Betriebes errechnen läßt.

Als weitere technische Einrichtung für das System Vorgrube und Hauptbehälter mit Rücklaufleitung ist die festinstallierte Rühr-einrichtung am Ende der Behälterfülleitung zu erwähnen, die die Homogenisierarbeit wesentlich erleichtert und beschleunigt. Diese Rührereinrichtung muß nach allen Richtungen zu steuern sein, um den Behälterinhalt an jeder Stelle mit dem Rührstrahl treffen zu können. Der Rührstrahl muß so stark sein, den Behälterinhalt in eine kreisende Bewegung zu bringen.

Bei Leitungen werden häufig Gewebesläuche mit Scheuerschützen verwendet. Vorteilhafter sind schnell verlegbare Rohrleitungen, da sie eine längere Lebensdauer aufweisen und die Bedienungsperson vor unschönen Überraschungen, wie sie beim Platzen von Schläuchen immer wieder vorkommen, schützen.

#### Förderleistung einer Pumpe

Die höchste Förderleistung einer Pumpe wird nicht beim Faßfüllen, sondern beim Homogenisieren des Behälterinhaltes verlangt. Hier entscheidet gerade bei schwierigen Verhältnissen oder bei größeren Behältern die Leistungsfähigkeit der verwendeten Pumpe über den erforderlichen Zeitaufwand und die Funktion der Flüssigmistanlage. Auf jeden Fall ist nicht nur die Lagerbehältergröße bei der Anschaffung einer Pumpe zu berücksichtigen, sondern weitaus wichtiger ist die zu erwartende Konsistenz des Flüssigmistes, die letztlich über die Förderleistung der jeweiligen Pumpe entscheidet.

### Stand der Technik im Hochsilobau

Dem Gärfutterbehälter, dem nach Bekanntwerden des „Harvestore-Systems“ (Durchlaufsilos) vielfach der Lukenbandsilo mit Arbeitsbühne (häufig auch Vorschlag Weihenstephan genannt) folgte, entstand in den letzten Jahren ein beachtlicher Konkurrent in Form des Flachsilos mit mancherlei Vorteilen, die vor allem auf der Preisseite liegen und für bestimmte Betriebsformen gute Lösungen sind. In Bezug auf verbesserte Folienabdeckungen und preiswerte Lösungen für die Beschickung, insbes. durch Nachbarschaftshilfe und Maschinenbanken, manchmal auch für die Entleerung, waren hier vielerlei Fortschritte möglich.

Andererseits wird sicher der Gärfutterhochbehälter innerhalb der Futterernte, Konservierung und Fütterungstechnik nach wie vor seine große Bedeutung erhalten, besonders wenn man diesen Hochbehälter in die konsequent ausgebildete Feldhäckslerkette stellt, wobei die Ein-Mann-Arbeit (nicht der Ein-Mann-Betrieb) bei allen Arbeitsvorgängen im Vordergrund steht. Aber auch bei der Lang- und Schneidgutkette (vom Ladewagen her) in Verbindung mit dem Gebläsehäcksler oder Greifer konzen-

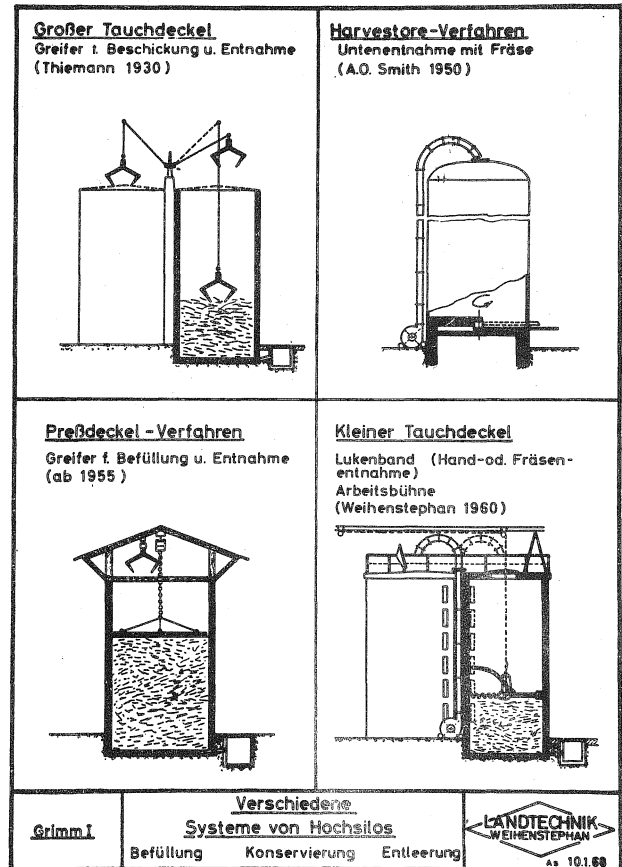


Abb. 1

trieren sich viele Arbeitsvorgänge nach wie vor um den Hochbehälter.

Es spricht somit vieles dafür, daß der Hochsilos — ähnlich wie im übrigen auch in den USA — neue Bedeutung erlangen wird, wenn die Berater, Planer, Hersteller und Landwirte sich kritischer als bisher mit diesem landwirtschaftlichen Zweckbau auseinandersetzen. Zunächst einige grundsätzliche Ausführungen über Silobausysteme und Silogrundrisse.

Die in der Abb. 1 gezeigten 4 Bauarten sind für das Kohlen-säureverfahren, das zweckmäßigste zur Gärfutterbereitstellung, entwickelt worden. Über Vor- und Nachteile, sowie verfahrensbedingte technische Forderungen, die sich im Bedienungsaufwand und im Preis niederschlagen, kann in diesem Beitrag nicht näher eingegangen werden. Neben diesen vier Hochsilosystemen ist auch der Tiefsilo zu nennen. Wenn auch die Füllung mittels Ladewagen faszinierend ist, so wird er u. a. allein wegen der baulichen Voraussetzungen, die an den Untergrund gestellt werden, nur örtliche Bedeutung erlangen.

Vom System her gleicht er der Hochsilogreiferanlage, bei der jedoch geringe Baukosten entstehen. Diese Bauart hat Anfang der 60er Jahre besonders in Großbetrieben viele Freunde gefunden, da die Technik dem Betriebsleiter keine Einschränkungen hinsichtlich des Zerkleinerungsgrades des Futters sowie dessen Trockenmassegehaltes auferlegte.

Doch bevor der Landwirt oder der Berater sich zu dem einen oder anderen System entschließt, sollten zunächst einige wesentliche Fragen beantwortet werden:

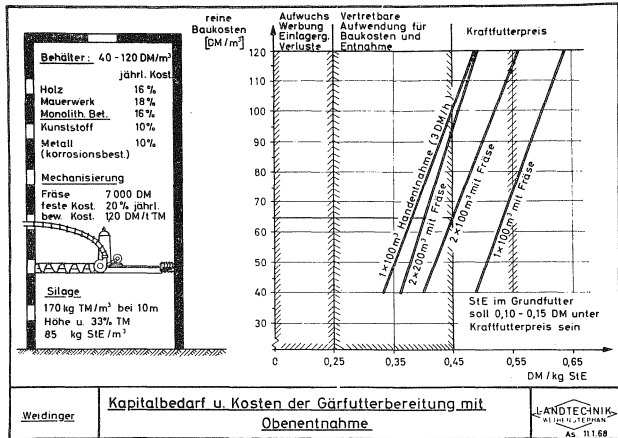


Abb. 2

**Welche Faktoren sind zur berücksichtigen, um diesen landwirtschaftlichen Zweckbau wirtschaftlich zu erstellen?**

Im wesentlichen bestimmen drei Faktoren die Bauart: Die landwirtschaftlichen Forderungen, die Beanspruchung des Behälters und die Preisgestaltung. Bei den landwirtschaftlichen Forderungen sind u. a. die gärtechnischen, arbeitswirtschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Die Beanspruchungen sind

1. Silagegruppen: stark angewelkt, angewelkt und Naßsilage.
2. Klima: Sonne, Kälte, Regen und Schnee.
3. Mechanisierung: Greifer, Oben- und Unterfräsen.

Diese Faktoren sind bei der Bauausführung und bei der Auswahl des Werkstoffes zu berücksichtigen. Schließlich ist aber auch der Preis ausschlaggebend, ob das Verfahren wirtschaftlich ist oder nicht. Mehr als DM 120,- sollte 1 cbm Siloraum nicht kosten. Wie wir zu der 120,- DM-Grenze gekommen sind, veranschaulicht Abb. 2.

Zunächst sind für die betriebswirtschaftlich sinnvolle Einlagerung der Gärfutterbereitung die Investitionskosten für den Behälter und die Entnahme von entscheidender Bedeutung. Dann folgen die Kosten je kg entnommener Stärkeeinheiten bei verschiedenen Behältergrößen und die Entnahme mit Obenfräsen

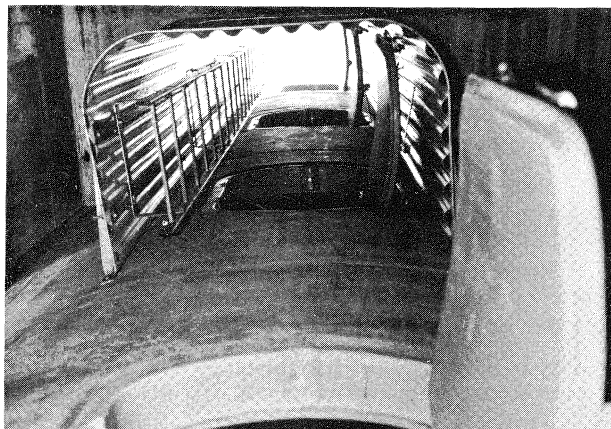


Abb. 3: Blick in den Abwurfschacht eines Lukenbandsilos. Die Lukenausbildung und Anordnung der Leiter ist sinnvoll ausgeführt

oder von Hand. Links im Silobehälter sind die unterstellten Daten für Behälteraufwand, die Mechanisierungs- und Entstehungskosten des Futters dargestellt. Das Diagramm zeigt uns, wie bei verschiedenen Behälterkosten und -größen die Gesamtgestehungskosten pro kg Stärkeeinheit sich verhalten. Solange wir 10 bis 15 Pfennig unter dem Stärkeeinheitspreis des Kraftfutters liegen, ist alles in Ordnung, wenn aber, wie beim 100 cbm-Behälter, mit Fräse bei einem Bauaufwand von 75 DM/cbm schon die Kosten des Kraftfutterpreises überschritten werden, dann ist bei unserer Preiskostensituation jede Rentabilität verloren. Zwei Silos, mit je 200 cbm Inhalt oder drei mit 150 cbm bzw. vier mit 120 cbm Inhalt können jedoch bereits mit einer mechanischen Entnahmevorrichtung ausgestattet werden.

**Die Silogröße sollte im Zusammenhang mit der Bergeleistung stehen**

Erforderliche Bergeleistung für die Befüllung eines Hochsilos in 2 Tagen bei einer Silogröße von:

	100	200	400 m³
Arbeitsverfahren	Häckslersilowagen 1 AK	Feldhäckslerkette 2 AK	Feldhäckslerkette 3 AK
Anwergut 33 % TM	4 t/h = 7 m³/h	8 t/h = 14 m³/h	16 t/h = 28 m³/h
Silomais 25 % TM	5 t/h = 7 m³/h	10 t/h = 14 m³/h	20 t/h = 28 m³/h

Die Silogröße bzw. die Schlagkraft des Bergeverfahrens sollten so gewählt werden, daß vor allem bei schwerer vergärbarem Futter (Gras, Luzerne, Klee) der Silo in 2 Arbeitstagen befüllt werden kann.

Die Wahl des Systems hängt von der mechanischen Hochsilobefüllung und Entleerung ab. Bei der Befüllung und Entleerung mit dem Greifer muß ein großer Tauchdeckel verwendet werden. Es ist aber kein Luckenband erforderlich, ebenso bei der Entnahme durch die Untenfräse. Zur Befüllung mit Gebläse oder Förderband eignet sich besonders die sog. Weihenstephaner Decke mit kleinem Tauchdeckel. Diese Decke eignet sich auch sehr gut für den Einsatz einer Obenfräse. Bei der Entleerung von Hand oder mit der Obenfräse ist ein Luckenband mit Abwurfschacht erforderlich (Abb. 3). Zur Entleerung des Silos mit einer Untenfräse muß der Silo auf ein erhöhtes Fundament gestellt werden.

Die Silos sollten so hoch als möglich gebaut werden, da dadurch eine bessere Raumaussnutzung erfolgt. Ebenso wird, wie in Abb. 4 dargestellt wird, das Raumgewicht erhöht.

**Welche baulichen Anforderungen sind an die Hochbehälter zu stellen?**

Zur Sicherung günstigen Gärverlaufes müssen die den Siloraum umschließenden Bauteile wie Silowände, Siloboden, Tauchdeckel, Tauchrinne, Luken, Luftabschlußrohr und Siphon, gasdicht konstruiert bzw. gasdicht gebaut sein. Die Silowände sollten darüber hinaus innen glatt sein, damit das Futter sich ungehindert setzen und dicht lagern kann. Außerdem müssen sie widerstandsfähig gegen Gärtsäuren sein und u. U. Schutzanstriche ersparen können. Der Gärfuttersilo muß einen Sickerschacht haben, der keinen Abfluß in den Boden und in die Kanalisation hat, weil durch Sickersaft Gefahr für Grundwasser-Verunreinigung besteht.

Sie müssen den statischen Bedingungen entsprechen, d. h. standsicher und auf den jeweiligen Wasserdruck entsprechend



den drei Silagegruppen berechnet und frostfrei begründet sein. Nach unseren neuen Bestimmungen sind die auftretenden Kräfte innerhalb eines Silos den Silagegruppen I bis III entsprechend zu berücksichtigen. Diese Einteilung:

Gruppe I stark vorgewelkte Silage (0,5 t/cbm ohne Sickersaftanteil)

Gruppe II Vorwelsilage (0,75 t/cbm mit geringem Sickersaftanfall)

Gruppe III Naßsilage (1 t/cbm mit viel Sickersaftanteil)

verbilligt die Baukosten insbesondere bei den Behältern, die nur für Anwelksilage gedacht sind.

**Welche Gesichtspunkte sind bei der Herstellung des Silos zu berücksichtigen?**

Es erübrigt sich hier näher auf das Durchlaufsystem (Harvestore) und die Großsiloselbstgreiferanlagen einzugehen, da diese nur von Spezialfirmen vertrieben und im ersten Fall im Werk vorgefertigt werden. Somit ergeben sich kaum Probleme auf der Baustelle.

Beim Lukenbandsilo sind es: Die Anordnung des kleinen Tauchdeckels mit einer zusätzlichen kleinen Öffnung für die Aufnahme des Halteseiles der Obenfäse, das klappbare Schutzgitter, welches in der Regel von der Berufsgenossenschaft gefordert wird und sich bei uns gut bewährt hat. Die gasdichte Lukenausführung, für die man in der Regel mehr Sorgfalt aufbringen sollte, wobei die richtige Anschlagseite der Luke im Hinblick auf die Steigleiter und den Abwurfschacht von besonderer Bedeutung ist. Nach innen aufgehende Luken sind vorteilhafter.

Die Tauchrinne muß mindestens 6 cm tief und 4 cm breit sein, um eine annähernd 5 cm hohe Sperrflüssigkeit aufnehmen zu können. Der Steg des Tauchdeckels sollte mittels 1 cm hoher Abstandshalter in der Tauchrinne über der Sohle liegen, damit überströmende Gärgase allseits durch die Sperrflüssigkeit treten können. Eine Abtropfkante an der Innenseite des Deckels sorgt dafür, daß kein Kondenswasser in die Sperrflüssigkeit tropft und diese verdünnt.

**Was ist bei den Baustoffen zu beachten?**

Bei der Erstellung von Gärfutterhochsilos sind bezüglich der verschiedenen Baustoffe, wie Beton, Holz, Metall und Kunststoff zu beachten: Zunächst zum Beton, wobei wir im Silobau zwischen Ortbeton (Monolithbauweise), Mauerwerk aus Betonformsteinen, Betonfertigteilen, Dauben- und neuerdings Leichtbetonbauweise unterscheiden.

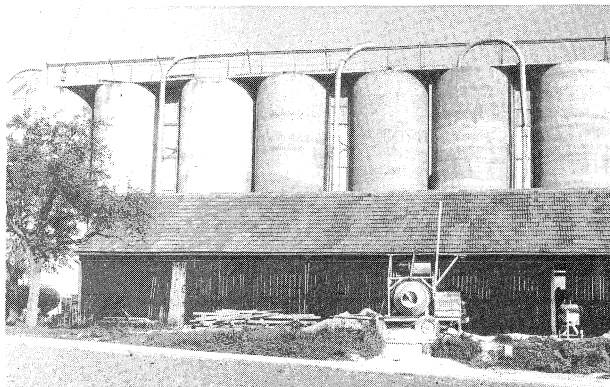
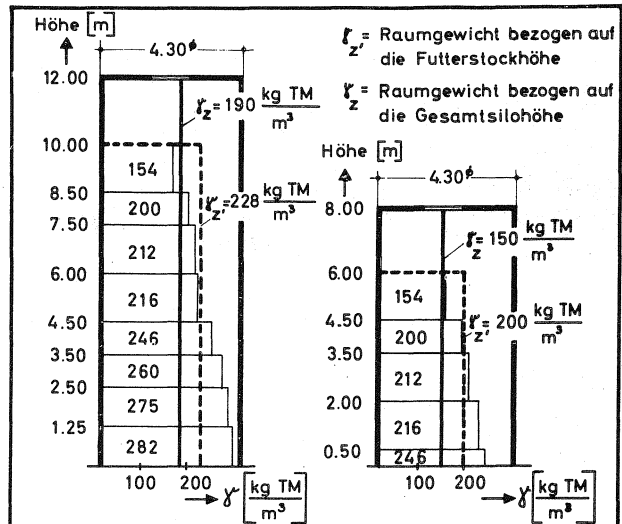


Abb. 5: Siloanlage in Monolithbauweise, Silohöhe 14 m Inhalt je Silo 230 m³ mit Obenentnahme – Das Dach hat sich bei diesen Silos gut bewährt. Außen durch wasserabstoßende Farbe, innen durch Zweikomponentenanstriche geschützt. Die Entnahme erfolgt mittels Obenfräsen



Mais mit 40% TM, sehr kurz gehäckselt.

Bei 8m Silohöhe ist das Raumgewicht ( $\gamma_z$ ) um 21% geringer als bei 12m Silohöhe um 26% geringer als bei 14m Silohöhe

Leerraumanteil in % des Gesamtsilo-inhaltes	Silohöhe [m]	Anteile [%]
Leerraum = 2 m hoch	8	25
	10	20
	12	17
	14	14

Weidinger **Raumgewichte von Mais in Hochsilos** LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN 16.6.69 R/as

Abb. 4

Was ist beim Aufbau von gasdichtem und gärsäurewiderstandsfähigem Beton zu beachten? Außer den allgemeinen Anforderungen, die an Gärfuttersilos zu stellen sind, können mit der putzlos-monolithischen Bauweise das Ziel – Herstellen eines gasdichten und gegen Einwirkung von Gärsäuren erhöht widerstandsfähigem Betons – erfüllt werden. Es ist aber auf die



Abb. 6: Oberdachte Hochsiloanlage aus Formsteinen. Das Dach hat sich bei diesen Silos gut bewährt. Außen durch wasserabstoßende Farbe, innen durch Zweikomponentenanstriche geschützt. Die Entnahme erfolgt mittels Obenfräsen

Betonzusammensetzung, sorgfältiges Einbringen in die fugenlose dichte Schalung, sowie das Verdichten und eine Nachbehandlung besonders zu achten. Dieses sind Voraussetzungen für wasser- und gasdichte, kraterlose, glatte und kiesnesterfreie Silowandflächen (Abb. 5).

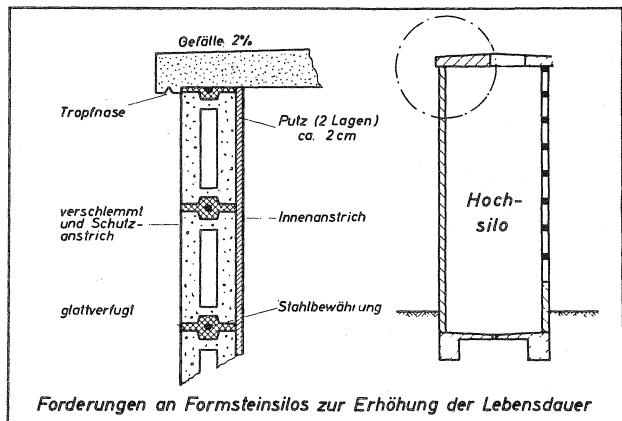


Abb. 7



Abb. 8: Hochsiloanlage an emailliertem Blech mit Untenentnahmetechnik

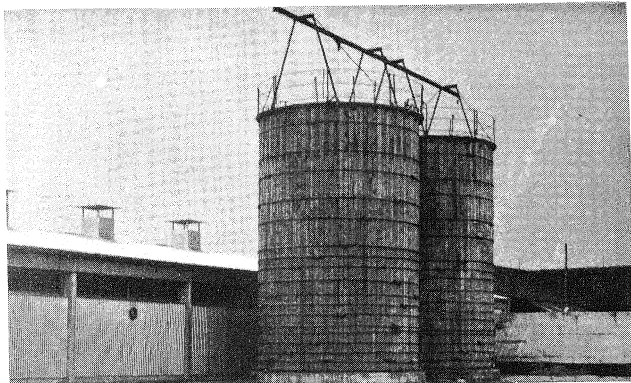


Abb. 9: Hochsiloanlage nach Vorschlag Weihenstephan aus imprägniertem Holz, Entnahme durch Oberfräse

Nach Fertigstellung des Behälters sollten die Innen- und Außenwände mindestens 14 Tage ununterbrochen feucht gehalten werden. Je länger dieser Zeitraum ist, desto mehr nimmt die Güte des Betons zu. Die erste Füllung sollte nicht vor 30 Tagen nach der Fertigstellung erfolgen. Um den Behälter gegen Gär-säuren zu schützen, sind die Innenflächen des jungen Beton-silos zu Anfang mit einem mehrjährig haltbaren Schutzfilm zu versehen.

Formsteinsilos (Abb. 6) müssen verschiedene Forderungen erfüllen: Die Siloabdeckung soll ein Gefälle von 2 Prozent haben, damit Regenwasser ordnungsgemäß nach außen abgeleitet werden kann. Eine Tropfnase muß verhindern, daß dieses Wasser an der Silowand herunterläuft. Die Formsteine müssen außen mit einem Schlemmanstrich versehen sein, da sonst das Regenwasser in die Steine eindringt und hinkommender Frost zum Zerstören der Steine führt. Bei Versuchen hat sich gezeigt, daß Regenwasser durch die Steine durchdringt und den Innenanstrich, selbst den teuersten, abhebt. Die Steine müssen glatt und sauber verfugt sein, der Innenputz muß aus 2 Lagen bestehen und mindestens 2 cm stark sein, denn nur den Innenputz macht den Formsteinsilo gasdicht (siehe dazu Abb. 7!). Für den Innenschutz von Hochsilos sind heute folgende wesentlichen Anstrichmittel im Gebrauch: Bitumenanstrich, Wasserglas-Talkum-Gemisch, Kunststoff-Dispersionen, Kunststoffanstriche.

Die Daubensilos, die für die zwei Silageklassen II und III in den USA in den 30iger Jahren entwickelt wurden, sind fast wartungsfrei. Sie können auf Wunsch innen mit einem Zement-kunststoffgemisch ausgekleidet werden (Air-Entraining-Zement USA). Verwendung von vorgespanntem Leichtbeton im Gärfutterbau. Neben dieser Fertigteilmontage von Dauben aus Schwerbeton B 450-600 können im Silobau vorgespannte Leichtbetonfertigteile Verwendung finden. Dieses Verfahren eignet sich gut für die Fertigbauweise, da die Wandelemente in voller Länge in der Fabrikhalle hergestellt und gegen Gär-säure auf der Innenseite mit einer 1-2 mm starken Kunststoffschicht versehen werden.

Als Baumaterial für Gärfutterbehälter ist Metall seit Jahr-zehnten bekannt. Zinkblech, emaillierte Bleche, sowie Aluminium-legierungen werden mit mehr oder weniger gutem Erfolg verwendet (Abb. 8). Wie eingangs schon erwähnt, hat der Harve-store in Europa große Verdienste bei der Weiterentwicklung des Kohlensäureverfahrens. Er ist prädestiniert für die Häckselgutlinie und vorwiegend nur für Silageklassen I geeignet (Silo-mais auch Klasse II).

Neben anderen Metallbehältern ähnlicher Bauweise wurde Alu-minium mit Wandstärken von 7 mm und mehr verwendet. Aus verschiedenen Gründen sollte in Aluminiumbehältern ebenfalls nur Silage der Klasse I erzeugt werden. Es wird empfohlen, den unteren Ring von Gärfuttersilos mit einem Kunststoffanstrich zu versehen.

Die Verwendung von Holz für den Gärfutterbau ist seit Jahr-zehnten üblich (Abb. 9). Die nicht immer ordnungsgemäße Be-handlung, bzw. Bearbeitung des Holzes von Nichtfachleuten hat unseres Erachtens eine weitergehende Verbreitung von Holz-silos in den 50er Jahren nachteilig beeinflusst. Erst durch ein-wandfreie Anlagen, die insbesondere von Fachfirmen entwickelt und erstellt wurden, steigt das Interesse wieder an. Da die Behälter im leeren Zustand gegen große Winddrücke empfindlich sind, ist es zweckmäßig, sie jeweils paarweise aufzustellen. Wichtig bei der Montage eines Holzsilos ist die Verbindung zwischen den eigentlichen Holzzylinder und dem Betonfunda-ment. Der Behälter muß gegen Hubkräfte, die durch die Aus-dehnung des Futterstockes bei zwei Drittel Entleerung auftreten, mit dem Betonkranz verankert werden.

Bei Gärfuttersilos aus glasfaserverstärktem Kunststoff (Abb. 10) bringt das Material viele Vorzüge mit sich und man wird deshalb in Zukunft im Silobau auch verstärkt mit der Anwendung von Kunststoff rechnen müssen. Der Behälter wird komplett in der Fabrik erstellt, im sogenannten Wickelverfahren wird die Glasfaser um den sich drehenden Zylinder gewickelt und das Polyester darüber gleichmäßig verteilt und mit Druckwalzen eingedrückt. Die Wandstärke beträgt 9–13 mm. Der Behälter wird so im Ganzen auf die Baustelle transportiert und dort auch von dem Transportfahrzeug in der Regel aufgestellt.

#### Zusammenfassung

Der Gärfutterhochbehälter, ganz gleich aus welchem Material erbaut, ordnet sich durch die gewählte Konstruktion einem bestimmten Verfahren der Gärfutterbereitung zu, wobei wir zwischen Lang- und Kurzgut oder Häckselgut zu unterscheiden haben.

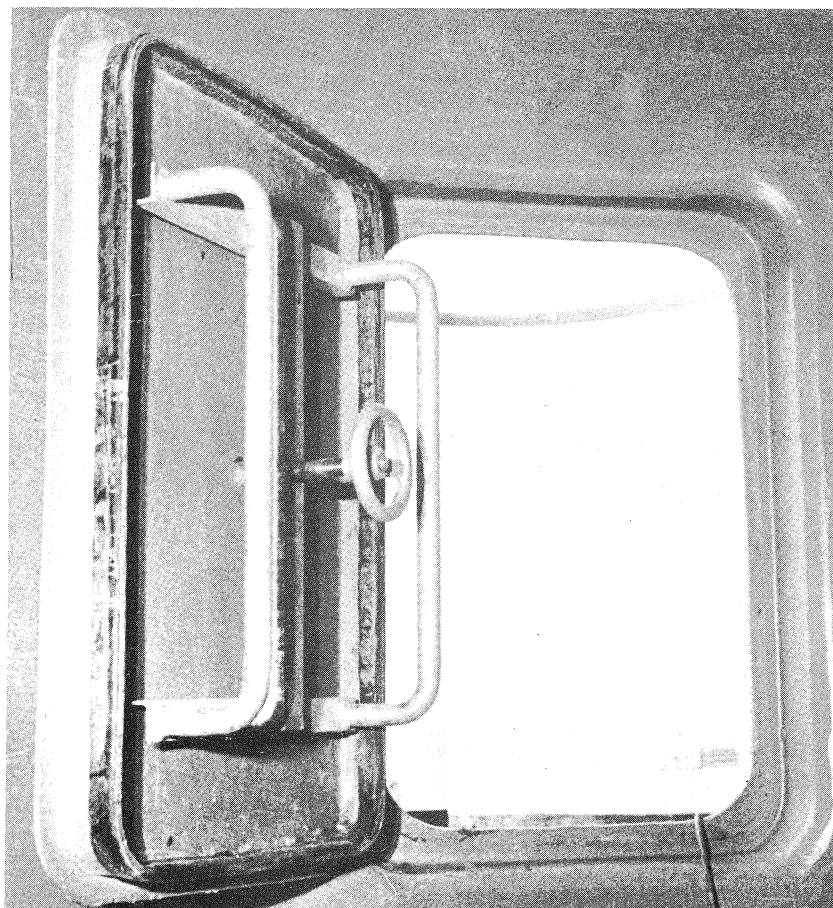
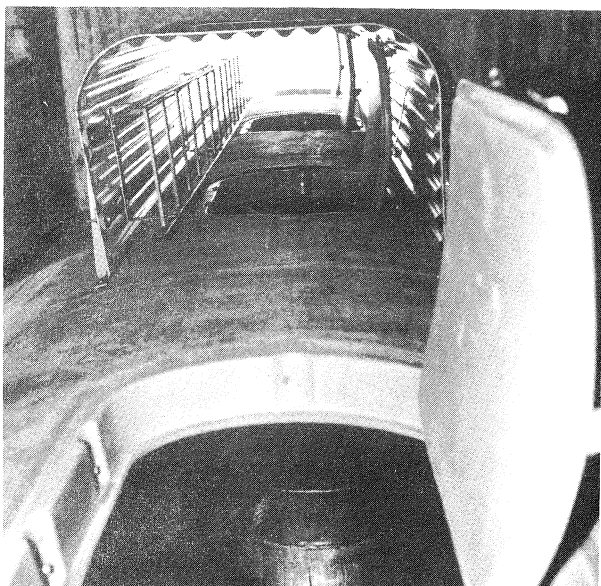
Im bäuerlich geführten Betrieb (und hier sollte man eine mechanisierungswürdige Grenze mit 40–60 GVE unterstellen) neigen wir dazu, den Preis zunächst hinten anzustellen und die Funktionstüchtigkeit, sowie ein-Mann-mögliche Bedienung und saubere Handhabung vorzuziehen. Voraussetzung scheint uns bei der Wahl des Behälters für die zu erwartenden Beanspruchungen und Forderungen den richtigen Typ zu finden. Die Dimensionierung und Wahl des Baumaterials sind entscheidende Posten bei der Planung des Hochbehälters. Für die ausreichende Bewässerung der Gärfutterbehälter sind die entsprechenden Beanspruchungen bzw. Lastannahmen nach DIN 1055 zu berücksichtigen. Die Hauptbeanspruchung entsteht durch die Einlagerung des Gärfutters.

Der Einfluß von weiteren Faktoren, wie Gasdichtigkeit, Wartung und Pflege, Versetzbarkeit und Wärmedämmung auf die Silo-

bauwerkstoffe (Beton, Stahl, Holz Kunststoff) und die Konstruktion (Oben- und Untenentnahme) sind zu berücksichtigen. Sicker-saftabfluß, sowie Siloanstriche sind in der Silagegruppe I und II besonders sorgfältig einzuplanen.



Abb. 10: Glasfaserverstärkte Kunststoffsilos auf einem Hochfundament. Die Silos werden fertig angeliefert und aufgestellt



## Optimale Buchten- und Melkzeugzahl beim Fischgrätenmelkstand

Um eine hohe Arbeitsleistung beim Melken zu erzielen, muß versucht werden, in der durch die Milchflußzeit gegebenen Zeitspanne möglichst viele Tiere gleichzeitig zu melken. Besonders günstige Voraussetzungen hierfür bietet der größere Fischgrätenmelkstand. Die arbeitswirtschaftlich erwünschte Steigerung von Buchten- und Melkzeugzahl wird aber durch zunehmendes Blindmelken begrenzt, dessen Ursachen in einer Überlastung der Arbeitskraft zu suchen sind. Es ist deshalb notwendig, je nach Milchflußzeit und erforderlichen Nachmelkarbeiten die für eine Herde optimale Buchten- und Melkzeugzahl zu bestimmen.

Darüber hinaus ist es möglich, durch technische Verbesserungen die Nachmelkarbeiten zu verringern und durch die Verwendung „teilautomatisierter“ Melkmaschinen Blindmelkzeiten auszuschalten, so daß in Zukunft eine Steigerung der Melkzeug- und Buchtenzahl je Arbeitskraft und damit auch eine wesentliche Verbesserung der Arbeitsleistung beim Melken erreicht werden kann.

Eine beschleunigte Milchabgabe wird bereits seit längerer Zeit durch züchterische Selektion auf höhere Melkgeschwindigkeit versucht. Diesem Bemühen war aber nicht immer voller Erfolg beschieden: Durch steigende Milchleistung verkürzte sich — trotz höherer Melkgeschwindigkeit — der Arbeitsaufwand für das Melken nicht; und zum anderen ist, wie verschiedene Untersuchungen nachweisen, die Möglichkeit einer züchterischen Beeinflussung gerade bei diesem Merkmal äußerst schwierig und langwierig. Erfolgreicher ist es, von der Milchabgabezeit auszugehen und zu versuchen, in der so gegebenen Zeitspanne möglichst viele Tiere gleichzeitig zu melken.

### Melkzeug- und Buchtenzahl bestimmen die Arbeitsleistung

Bei diesem Bestreben bieten die zum Laufstall gehörenden Melkstände — insbesondere Fischgrätenstände —, bei denen nur kurze Wege von Euter zu Euter zurückzulegen sind und so von

einer Arbeitskraft mehrere Melkzeuge gleichzeitig betreut werden können, günstige Voraussetzungen. Wie aus einer Vergleichsuntersuchung hervorging\*\*), üben Melkzeug- und Buchtenzahl dabei einen entscheidenden Einfluß auf die Arbeitsleistung beim Melken aus (Abb. 2).

In einem Versuchsmelkstand, bei dem sich Buchten- und Melkzeugzahl beliebig variieren ließen, wurde eine Herde von 60 Kühen immer vom gleichen Melker gemolken. In der ersten Versuchsreihe stand — wie auch meist in der Praxis üblich — für zwei gegenüberliegende Buchten lediglich ein Melkzeug (Wechselmelkzeug) zur Verfügung. Besonders hohe Arbeitszeiteinsparungen waren dabei beim Übergang vom 2 x 2 auf den 2 x 4 Fischgrätenmelkstand zu beobachten. Der weitere Schritt zum 2 x 5 Fischgrätenmelkstand ermöglichte nach diesen Untersuchungen dagegen nur eine geringe zusätzliche Steigerung der Arbeitsleistung.

In einer weiteren Versuchsreihe wurde an Stelle der Wechselmelkzeuge für jede Bucht ein eigenes Melkzeug vorgesehen. Mit diesen Einzelmelkzeugen konnten in kleineren Melkstandformen beachtliche Zeiteinsparungen erzielt werden. Allerdings standen die Tiere nur noch 7–8 min im Melkstand, eine Zeitspanne, die für die volle Krafftut-

tergabe nicht ausreicht. Beim 2 x 4 und 2 x 5 Fischgrätenmelkstand waren allerdings dann nur noch geringe Unterschiede beim Einsatz des Einzelmelkzeuges gegenüber dem Wechselmelkzeug festzustellen, sowohl im Arbeitszeitaufwand als auch in der Verweildauer der Tiere. In allen Fällen konnte aber durch größere Buchten- und Melkzeugzahl die Melkleistung wesentlich gesteigert werden, in den durchgeführten Untersuchungen beim Übergang vom 2 x 2 Fischgrätenmelkstand mit vier Melkzeugen auf den 2 x 5 Fischgrätenmelkstand allein um 80 %.

Diese Verbesserung der Arbeitsleistung ist aber nur zum Teil auf schnellere Erledigung der Melkarbeiten zurückzuführen. Die Ursache hierfür ist vielmehr, wie aus Abb. 2 hervorgeht, die volle Auslastung der Arbeitskräfte in größeren Melkständen. In kleineren Melkständen ergeben sich dagegen zusätzlich unproduktive „Wartezeiten“, in der die Arbeitskraft nach Beendigung der Routinearbeiten warten muß, bis eines der Melkzeuge zum Umsetzen frei wird.

Gelingt es aber andererseits der Arbeitskraft nicht, in der durch die Milchflußzeit gegebenen Zeitspanne alle Routinearbeiten durchzuführen, können die Melkzeuge nach Beendigung der Milchabgabe nicht rechtzeitig abgenommen werden, so daß die Anlage „blind“ melkt. Umfangreiches „Blindmelken“ — vor allem in Verbindung mit einer mangelhaft in Stand gehaltenen Melkmaschine — ist aber häufige Ursache von Euterkrankheiten. Die Blindmelkzeiten steigen naturgemäß bei höherer Melkzeug- und Buchtenzahl stark an (Abb. 3) und begrenzen dadurch eine arbeitswirtschaftlich erwünschte Vergrößerung der Melkstände.

### Blindmelken begrenzt eine weitere Steigerung der Buchten- und Melkzeugzahl

Allerdings treten, wie Abb. 3 zeigt, Blindmelkzeiten in gewissem Umfang bereits bei einer verhältnismäßig geringen Auslastung der Arbeitskraft dadurch auf, daß bei den gegenwärtig gebräuchlichen Melkmaschinen das Milchflußende nur ungenügend festgestellt werden kann. Bei steigenden Buchten- und Melkzeugzahlen häufen sich die Blindmelkzeiten. Sie betragen beim 2 x 5 Fischgrätenmelkstand mit Wechselmelkzeugen durchschnittlich 1,5 min je Kuh und Melken, bei Einzelmelkzeugen sogar 2,5 min/Kuh und Melken. Vereinzelt konnten bei den letztgenannten Melkstandformen sogar Blindmelkzeiten von über 4 min/Kuh und Melken beobachtet werden.

### Bestimmung optimaler Buchten- und Melkzeugzahlen

Ausgehend von den sich widersprechenden Forderungen — maximale Buchten- und Melkzeugzahl zur Erzielung hoher Melkleistungen, der die Verbesserung der Eutergesundheit durch Vermeiden von Blindmelkzeiten gegenübersteht — muß nun die optimale Buchten- und Melkzeugzahl bestimmt werden. Dies kann aber nicht pauschal erfolgen, da es bei den einzelnen Herden von verschiedenen Faktoren bestimmt wird.

\*\*) Diese Untersuchungen wurden im Versuchsgut Marienborn des Instituts für landw. Betriebslehre mit finanzieller Unterstützung des KTBL durchgeführt. Herrn Prof. Dr. Meimberg und dem KTBL sei an dieser Stelle gedankt.

\*) Landtechnik Weißenstephan, TU München

\*\*) Institut für Landtechnik der J. L. Universität Gießen

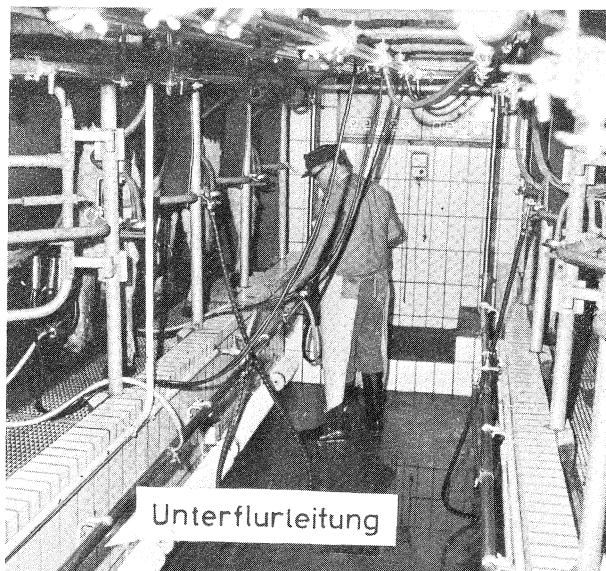


Abbildung 1

Der größere Fischgrätenmelkstand bietet besonders günstige Voraussetzungen für hohe Melkleistungen. Der abgebildete Melkstand ist mit Unterflur-Absaugleitungen und elektrisch gesteuerten Pulsatoren ausgerüstet

2 Abbildungen:  
Verfasser

Als erstes ist hier die **Milchflußzeit** zu nennen, also die Zeit, in der die Kühe nach Ansetzen der Melkzeuge ihre Milch ohne Zutun der Arbeitskraft abgeben. In dieser Zeitspanne kann der Melker bei den anderen Tieren im Melkstand die erforderlichen Routinearbeiten durchführen. Bei kurzen Milchflußzeiten sind es nur wenige Kühe, die gleichzeitig gemolken werden können, bei langsamer Milchabgabe entsprechend mehr. Lange Milchflußzeiten müssen deshalb keine niedrigen Arbeitsleistungen bedingen, wenn entsprechend der gegebenen Zeitspanne die Arbeitskraft mehr Melkzeuge gleichzeitig bedient. Als Anhalt für die richtige Wahl der Melkstandgröße und der Melkzeugzahl können die in Tabelle 1 aufgeführten Werte dienen.

Nachteilig auf eine optimale Arbeitsauslastung des Melkers durch die Wahl der richtigen Melkstandgröße wirken sich allerdings starke Schwankungen in der Milchabgabe bei den verschiedenen Tieren innerhalb einer Herde und beim Einzeltier im Laufe einer Laktation aus. Eine vom Herdendurchschnitt abweichend lange Milchflußzeit bedingt unproduktive Wartezeiten, während bei überdurchschnittlich kurzer Milchabgabe zwangsläufig Blindmelkzeiten auftreten. Die Melkstände dürfen deshalb nicht nach der durchschnittlichen Milchflußzeit, sondern müssen für die schnellmelkende Gruppe ausgelegt werden, da sich Wartezeiten der Arbeitskraft weniger nachteilig auswirken als schädliche Blindmelkzeiten bei den Tieren. Wichtiger als die Züchtung auf schnelle Milchabgabe ist also das Bestreben, Tiere mit möglichst gleichmäßiger Milchflußzeit heranzuziehen, damit Herde und Melkstand möglichst optimal aufeinander abgestimmt werden können.

Als weiterer Faktor bestimmt der **Zeitaufwand für die einzelnen Arbeitsverrichtungen** beim Melken (Tiere eintreiben, Kraftfutter geben, Anrüsten, Melkzeuge an- und absetzen, Nachmelken) die optimale Buchten- und Melkzeugzahl. Je mehr Zeit für diese Arbeitsverrichtungen aufzuwenden ist, um so weniger Kühe können gleichzeitig gemolken werden. Diese Arbeiten sind in ihrem Zeitbedarf, mit Ausnahme der Nachmelkarbeiten, weitgehend festgelegt.

Bekanntlich steigt gegen Ende der Milchabgabe der Fettgehalt der Milch, daher wird in der Praxis sehr sorgfältig nachgemolken. Die Tiere gewöhnen sich jedoch schnell an langes Nachmelken und geben daraufhin ihre Milch nur dann vollständig ab, wenn die Arbeitskraft durch Massieren des Euters und Belasten des Melkzeuges nachhilft. Dadurch beansprucht das Nachmelken mehr als die Hälfte des gesamten Arbeitsaufwandes. Außerdem streuen die Werte für den Zeitaufwand, wie in der Praxis durchgeführte Messungen zeigten<sup>\*)</sup>, von 0 bis 3,5 min je Kuh und Melken.

Eine Modellberechnung des Arbeitszeitbedarfes für das Melken bei unterschiedlichen Nachmelkzeiten (Abb. 4) zeigt, welchen großen Einfluß auf die

Tabelle 1

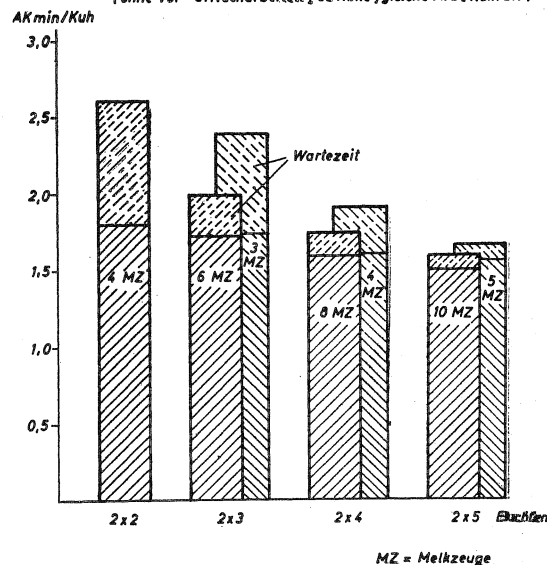
### Optimale Milchflußzeiten bei verschiedenen Melkstandformen

Melkstandform	Anzahl d. Melkzeuge	opt. Milchflußzeit	
		Nachmelken 0,5 min	Nachmelken 1 min
2 x 2	4 <sup>x)</sup>	4 min	4 - 5 min
2 x 3	3	4 min	5 min
2 x 3	6 <sup>x)</sup>	5 - 6 min	6 min
2 x 4	4	5 - 6 min	7 - 8 min
2 x 4	8 <sup>x)</sup>	7 min	8 min
2 x 5	5	7 min	9 - 10 min
2 x 5	10	9 min	13 - 14 min

x) nur sinnvoll, wenn der größere Teil der Kraftfuttergabe außerhalb des Melkstandes verabreicht wird.

Abbildung 2

### Arbeitsaufwand für das Melken bei verschiedenen Buchten u. Melkzeugzahl (ohne Vor- u. Nacharbeiten, 60 Kühe, gleiche Arbeitskraft)



gesamte Arbeitsleistung im Melkstand der Umfang der Nachmelkarbeiten hat. Dabei dürfen hierbei – ebensowenig wie bei den Milchflußzeiten – nicht die Durchschnittswerte zur Bestimmung optimaler Buchten- und Melkzeugzahl herangezogen werden, sondern es muß die gesamte Streuung innerhalb einer Herde berücksichtigt werden. Bei einer konstanten Milchflußzeit von 7 min und Wechselmelkzeugen ist beispielsweise bei einer Nachmelkzeit bis zu 1 min/Kuh im 2 x 4 Fischgrätenmelkstand ein Arbeitsaufwand von 2,2 min/Tier und Melken erforderlich, bei 0,5 min Nachmelken im 2 x 5 Fischgrätenmelkstand nur noch 1,5 min, und ohne jegliche Nachmelkarbeiten im 2 x 6 Melkstand könnte der Arbeitszeitaufwand sogar auf 1,2 min/Kuh und Melken gesenkt werden. Da in der Praxis vorerst auf

das Nachmelken nicht völlig verzichtet werden kann, wird bei Verwendung von Wechselmelkzeugen meist zwischen dem 2 x 4 Fischgrätenmelkstand für Herden mit längerer Nachmelkzeit und dem 2 x 5 Fischgrätenmelkstand für sehr leicht melkende Kühe zu wählen sein. Der 2 x 3 Fischgrätenmelkstand ist für extrem schwer melkende Kühe optimal, allerdings spricht die mangelnde Arbeitsleistung gegen diese Melkstandform, so daß bei diesen Herden versucht werden sollte, durch züchterische und technische Maßnahmen die Nachmelkzeiten zu verkürzen.

<sup>\*)</sup> SCHÖN, H., und PEN, C. L.: Untersuchungen über Melkarbeit und Melktechnik in Laufställen. Mitteilungen der DLG 1968, Heft 37, S. 1275–1278.

Allgemein kann für die Wahl der optimalen Melkstandgröße gefolgert werden:

Je länger die Milchabgabe der Kühe dauert und je geringer der Arbeitszeitaufwand für die einzelnen Arbeitsrichtungen, insbesondere für das Nachmelken ist, desto größer sollte der Melkstand ausgelegt werden. Ein kleinerer Melkstand genügt demgegenüber bei kürzeren Milchflußzeiten und bei hohem Arbeitszeitaufwand für die Nachmelkarbeiten.

#### Maßnahmen zur Steigerung der Arbeitsleistung

Eine Steigerung der Melkleistung über das bisherige Maß hinaus ist dann möglich, wenn es – wie bereits ausgeführt – in der durch die Milchabgabe gesetzten Zeitspanne gelingt, möglichst viele Tiere gleichzeitig zu melken. Als einschränkende Faktoren müssen dabei die Nachmelkarbeiten und die Blindmelkzeiten beachtet werden.

Die **Nachmelkarbeiten** können, wie unter anderem von RABOLD\*) nachgewiesen werden konnte, bereits erheblich durch ordnungsgemäß installiert und betriebene Melkanlagen verringert werden. Wichtig sind hierfür:

1. Die richtige **Vakuümhöhe** von etwa 0,5 kg/cm<sup>2</sup>. Sie muß ohne große Schwankungen konstant gehalten werden. Voraussetzung dafür ist eine leistungsfähige Vakuumpumpe (je Melkzeug 75 l/min, Milchschleuse 80 l/min) und ein leicht ansprechendes, gewichtsbelastetes Regelventil. Erhebliche Schwankungen des Vakuüms treten bei bisherigen Rohrmelkanlagen mit hochliegenden Milchleitungen durch den Milchtransport auf. Sie lassen sich durch einen entsprechend großen Durchmesser der Absaugleitung (2 x 4 Fischgrätenmelkstand mit vier Melkzeugen etwa 40 mm Rohrdurchmesser) vermindern, die am besten unter Flur verlegt wird (Abb. 1). Die Milch fließt dann von selbst durch leichtes Gefälle in den Rohrleitungen zur Milchpumpe, welche den bisher gebräuchlichen Milchabscheider ersetzt und die Milch in die Milchammer pumpt.

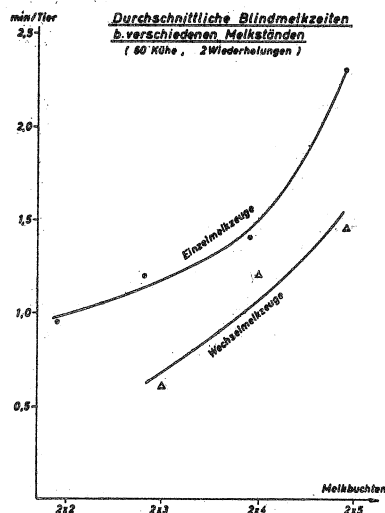
#### 2. Pulszahl und Pulsverhältnis

Als optimal werden heute 60 Takte je Minute und ein Verhältnis von Entlastungs- und Saugtakt von 1 : 3 angegeben. Besonders wichtig aber ist, daß diese Pulsverhältnisse konstant eingehalten werden. Die in den letzten Jahren entwickelten elektrisch oder elektronisch gesteuerten Pulsgeber brachten hier erhebliche Fortschritte.

Neben diesen beiden Punkten sind aber noch eine Menge von Fehlerquellen an Melkanlagen möglich, die eine hohe Melkleistung verhindern und

\*) Rabold, K., Untersuchungen an Milchkühen über die Wirkung der Faktoren Pulsfrequenz, Pulsverhältnis und Melkvakuum beim maschinellen Milchentzug auf Melkarbeit und Merkmale der Melkbarkeit. Habil.-Arbeit, Hohenheim 1967/68.

Abbildung 3



2 Abbildungen: Verfasser

außerdem negative Auswirkungen auf Eutergesundheit und Milchqualität haben. Sie alle rechtzeitig zu erkennen, überfordert in der Regel den Landwirt. Hier ist eine laufende Überwachung durch die Melkberatung dringend zu empfehlen.

Wie bereits erwähnt, begrenzen außerdem die **Blindmelkzeiten** eine weitere Steigerung von Buchten- und Melkzeugzahl je Arbeitskraft und damit eine Steigerung der Arbeitsleistung beim Melken.

Eine Verbesserung ist dann möglich, wenn es durch technische Einrichtungen gelingt, die Blindmelkzeiten völlig auszuschalten. Hierfür sind jedoch zusätzliche Einrichtungen erforderlich, wie sie u. a. von PEN\*) vorgeschlagen werden.

Ausgehend von den physikalischen Eigenschaften der Milch konnten mehrere elektronische Meßgeber entwick-

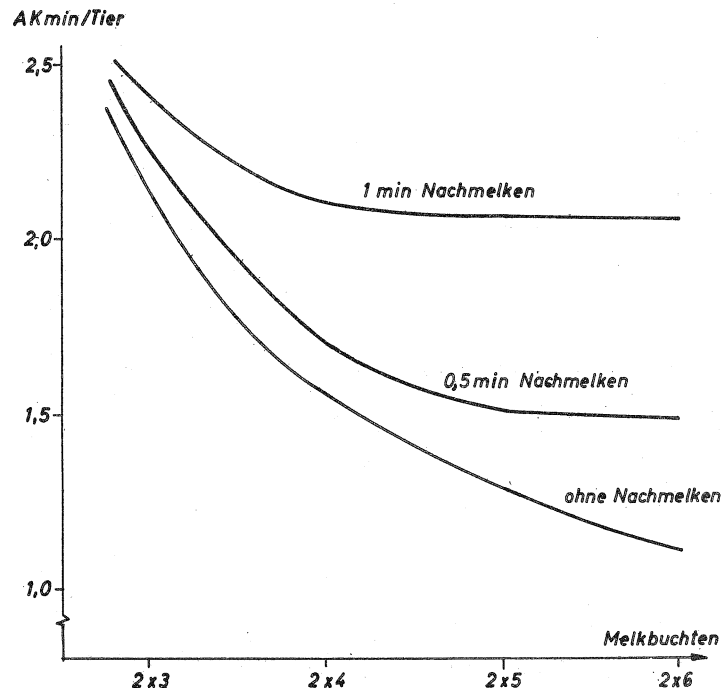
kelt werden, die nach Beendigung des Milchflusses einen Steuerimpuls abgeben. Der weitere Ausbau der Melkanlage kann nun in drei Stufen erfolgen: In der ersten Ausbaustufe wird das Ende der Milchabgabe durch ein Lichtsignal angezeigt. Damit wird allerdings lediglich die Überwachung der Melkzeuge verbessert, Blindmelken aber nicht ausgeschlossen. Dies ist erst dann möglich, wenn der Steuerimpuls dazu benutzt wird, den Melkvorgang nach Beendigung des Milchflusses zu unterbrechen. Die Melkzeuge sollen bei dieser Ausbaustufe am Euter bleiben, so daß für die Nachmelkarbeiten der Melkvorgang noch einmal in Gang gesetzt werden kann.

Wesentlich einfachere und arbeitswirtschaftlich besonders vorteilhafte technische Lösungen ergeben sich, sobald auf das Nachmelk vollkommen verzichtet wird und die Melkzeuge nach Beendigung des Melkvorganges automatisch abgenommen werden. Dabei wird nach Beendigung des Milchflusses nicht nur der Melkvorgang, sondern auch das Melkvakuum unterbrochen. Ein Schwenkarm fängt die dadurch herabfallenden Melkzeuge auf und dreht sie zur Seite. Als Arbeitsvorgang verbleibt somit lediglich das Anrüsten und Ansetzen der Melkzeuge. Mit solch einer teilautomatisierten Melkanlage kann eine Arbeitskraft nach vorläufigen Kalkulationen im 2 x 6 Fischgrätenmelkstand zwölf Melkzeuge bedienen und in der Stunde etwa 80 Kühe melken. Damit dürfte die Arbeitsleistung beim Melken auch den künftigen Forderungen nach höherer Arbeitsproduktivität gerecht werden und eine wesentliche Verbesserung der arbeitswirtschaftlichen Situation der gesamten Milchviehhaltung möglich sein.

\*) SCHÖN, H., und PEN, C. L.: Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen bei den Melkarbeiten. Landtechnik 24 (1969), Heft 9.

Abbildung 4

Zeitbedarf für Melkarbeiten bei unterschiedlichen Nachmelkzeiten (7 Min. Milchflußdauer, Wechselmelkzeuge)



## Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen bei den Melkarbeiten

Von Hans Schön und Char-Lie Pen, Gießen

Steigende Löhne und wachsende Lohnansprüche — auch der Familienbetriebe — zwingen zur weiteren Mechanisierung der besonders arbeitsintensiven Milchviehhaltung. Zwar konnten für das Entmisten und Füttern in den letzten Jahren befriedigende arbeitswirtschaftliche Lösungen gefunden werden, die Melkarbeiten sind aber trotz Mechanisierung auch weiterhin mit einem hohen Arbeitsaufwand belastet und beanspruchen sowohl im Anbindestall als auch im Laufstall zwei Drittel der gesamten Stallarbeiten. Weitere Rationalisierungsmaßnahmen in der Milchviehhaltung müssen folglich zunächst in diesem Arbeitsbereich einsetzen.

### Die verschiedenen Melkverfahren

Die Möglichkeiten arbeitswirtschaftlicher Verbesserungen sind bei den einzelnen Melkverfahren unterschiedlich zu beurteilen. Hierbei muß grundsätzlich zwischen den Arbeitsverfahren im Anbinde- und im Laufstall unterschieden werden. Im Anbindestall ist der Standort der Tiere festgelegt. Das bedeutet, daß der Melker zum Tier gehen und die erforderlichen Melkarbeiten in ungünstiger Haltung verrichten muß. Bei der Eimermelkanlage führt das Umsetzen und Tragen des Melkeimers zu erheblichen Verzögerungen, so daß eine Arbeitskraft in der Regel nur zwei Melkzeuge bedienen und etwa 15 Kühe in der Stunde melken kann. Eine Verbesserung bringt die Rohrmelkanlage; vor allem dann, wenn bei leichtmelkenden Tieren eine Arbeitskraft mit drei Melkzeugen arbeitet. Mit einer Leistung von etwa 20 Kühen in der Stunde dürfte aber dann im Anbindestall die Grenze einer Arbeitskraft erreicht sein.

Mehr als drei Melkzeuge können nur im Melkstand des Laufstalles ordnungsgemäß bedient werden. Hier kommt das Tier zum Melker, und dieser kann in aufrechter Haltung die einzelnen Arbeiten verrichten und hat dabei das Euter in Augenhöhe vor sich. Weiterhin sind nur geringe Wege von Euter zu Euter zurückzulegen, so daß eine Arbeitskraft gleichzeitig mehrere Melkzeuge kontrollieren und bedienen kann. Dies ist aber nicht bei allen Melkstandformen in gleicher Weise möglich. Bei den Einzelmelkständen kann zwar jedes Tier individuell gemolken werden, jedoch ist die Arbeitsleistung, bedingt durch die geringe Anzahl der Melkzeuge je Arbeitskraft, nicht höher als im Anbindestall. Auch der kleinere Grup-

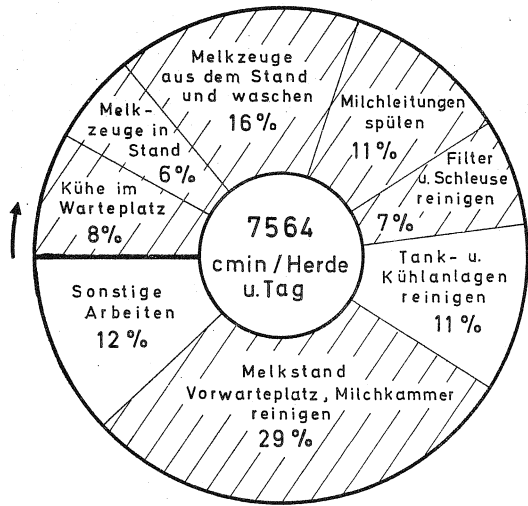
penmelkstand, wie der Doppelzweier-Längsmelkstand mit zwei Melkzeugen, bringt noch keine wesentliche Arbeitszeiteinsparung. Optimale arbeitswirtschaftliche Voraussetzungen bietet erst der größere Fischgrätenmelkstand. Durch dessen besondere Form verkürzt sich der Weg von Euter zu Euter noch mehr, so daß eine Arbeitskraft mit vier bis fünf Melkzeugen im Wechselbetrieb in der Stunde 30 bis 35 Kühe melken kann. Zudem sind bei dieser Melkstandform noch weitere Verbesserungen möglich, auf die nun im einzelnen eingegangen werden soll. Dabei soll zwischen den eigentlichen Melkarbeiten und den Rüst- und Reinigungsarbeiten vor und nach dem Melken unterschieden werden.

### Technische Verbesserungen bei den eigentlichen Melkarbeiten

Diese eigentlichen Melkarbeiten beginnen mit dem Einlassen der Tiere in den Melkstand und enden mit dem Austreiben. Die Zusammensetzung dieser Arbeiten ist in Abbildung 1 wiedergegeben. Arbeitswirtschaftliche Verbesserungsmöglichkeiten bestehen einmal bei den Arbeiten für das Eintreiben der Tiere. Hier ist bei etwa einem Drittel der Tiere, das nur zögernd in den Melkstand geht oder sogar eingetrieben werden muß, ein höherer Arbeitsaufwand nötig. Damit diese Kühe gleichmäßig und rechtzeitig in den Melkstand gehen, wurde eine einfache Nachtreibehilfe entwickelt (Abb. 2). Diese besteht aus zwei umlaufenden endlosen Drahtseilen, die gleichzeitig die seitliche Begrenzung des Vorwarteplatzes sind. Quer zu diesen Drahtseilen ist ein Stab befestigt, der den Vorwarteplatz nach hinten abgrenzt. Die gesamte Anlage ist an das Elektrozaungerät angeschlossen. Beim Öffnen der Melkstandtüren wird nun durch einen kleinen Elektromotor die Anlage kurzzeitig in Betrieb gesetzt und dabei schrittweise der Vorwarteplatz eingeschränkt. Im praktischen Versuchseinsatz konnte damit der Arbeitszeitbedarf für das Einlassen der Tiere von durchschnittlich 25 cmin/Tier und Melken auf 10 cmin/Tier und Melken gesenkt werden ( $\text{cmin} = \frac{1}{100} \text{ min}$ ).

Eine wesentlich höhere Arbeitseinsparung bei den eigentlichen Melkarbeiten ist durch kürzeres Nachmelken möglich. Dieser Arbeitsgang wird in der Regel mit der Maschine durchgeführt und setzt dann ein, wenn der Milchfluß der Kuh nachläßt. Bekanntlich steigt gegen Ende

Vor- und Nacharbeiten



▨ Verbesserungsfähige Einzelarbeiten

eigentliche Melkarbeiten

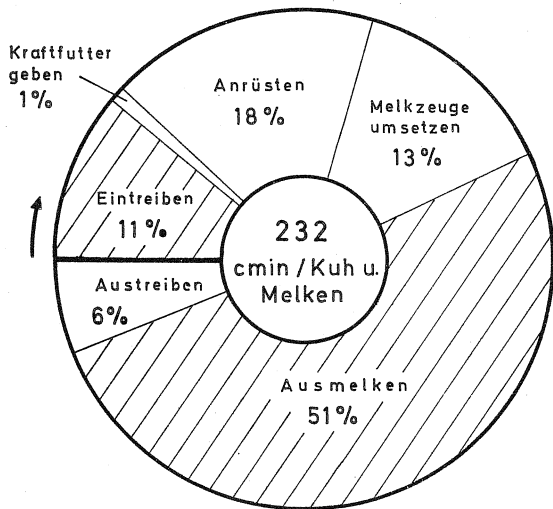


Abb. 1: Zusammensetzung der Melkarbeit im Fischgrätenmelkstand (1 cmin = 1/100 min)

des Milchflusses der Fettgehalt der Milch, so daß diese Arbeiten in der Praxis sehr sorgfältig ausgeführt werden. Andererseits gewöhnen sich die Tiere sehr schnell an langes Nachmelken und geben ihre Milch nur dann vollständig ab, wenn durch Massieren des Euters und Belasten des Melkzeuges nachgeholfen wird. Nicht zuletzt aus diesem Grund beanspruchen deshalb die Nachmelkarbeiten 50 Prozent der eigentlichen Melkarbeiten.

Technische Maßnahmen können aber dazu beitragen, den hohen Zeitbedarf für das Nachmelken zu senken. Voraussetzung dazu ist eine ordnungsgemäß installierte und betriebene Melkmaschine. Wichtig sind hier:

1. Die richtige Vakuumhöhe von etwa 0,5 kp/cm<sup>2</sup> muß ohne große Schwankungen konstant gehalten werden. Voraussetzung dafür sind leistungsfähige Vakuumpum-

pen und ein leicht ansprechendes, gewichtsbelastetes Regelventil. Erhebliche Schwankungen des Vakuums können bei allen Rohrmelkanlagen auch durch den Milchtransport auftreten. Sie lassen sich durch entsprechend große Durchmesser der Absaugleitungen (Doppelvierer-Fischgrätenmelkstand etwa 40 mm Durchmesser) vermindern, die am besten im Melkstand unter Flur beziehungsweise im Anbindestall in Futterkrippenhöhe verlegt werden. Auch empfiehlt es sich, die Milch über größere Höhendifferenzen zu pumpen und nicht zu saugen.

2. Neben richtigem und gleichbleibendem Vakuum sind vor allem auch Pulszahl und Pulsverhältnis für eine möglichst vollständige Milchabgabe von großer Bedeutung. Als optimal werden heute in vielen Veröffentlichungen 60 Takte je Minute und ein Verhältnis von 1:3 zwischen Entlastungs- und Saugtakt angegeben. Besonders wichtig aber ist, daß dieses Pulsverhältnis konstant eingehalten wird. Die in den letzten Jahren entwickelten hydraulisch, elektrisch oder elektronisch gesteuerten Pulsgeber brachten hier erhebliche Fortschritte.

Die arbeitswirtschaftliche Belastung des Nachmelkens resultiert nicht nur aus dem absoluten Zeitaufwand, zu dessen Senkung die vorher aufgeführten Maßnahmen

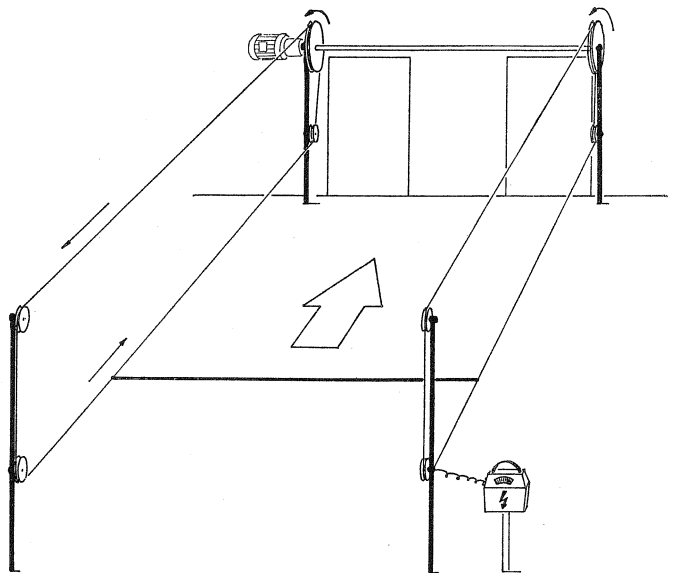
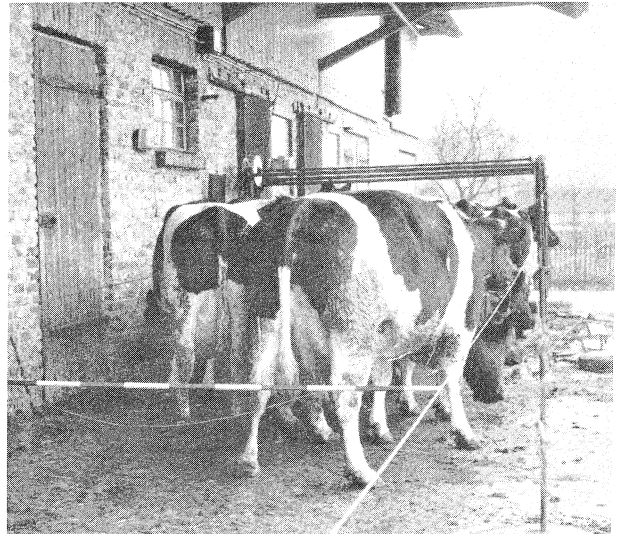
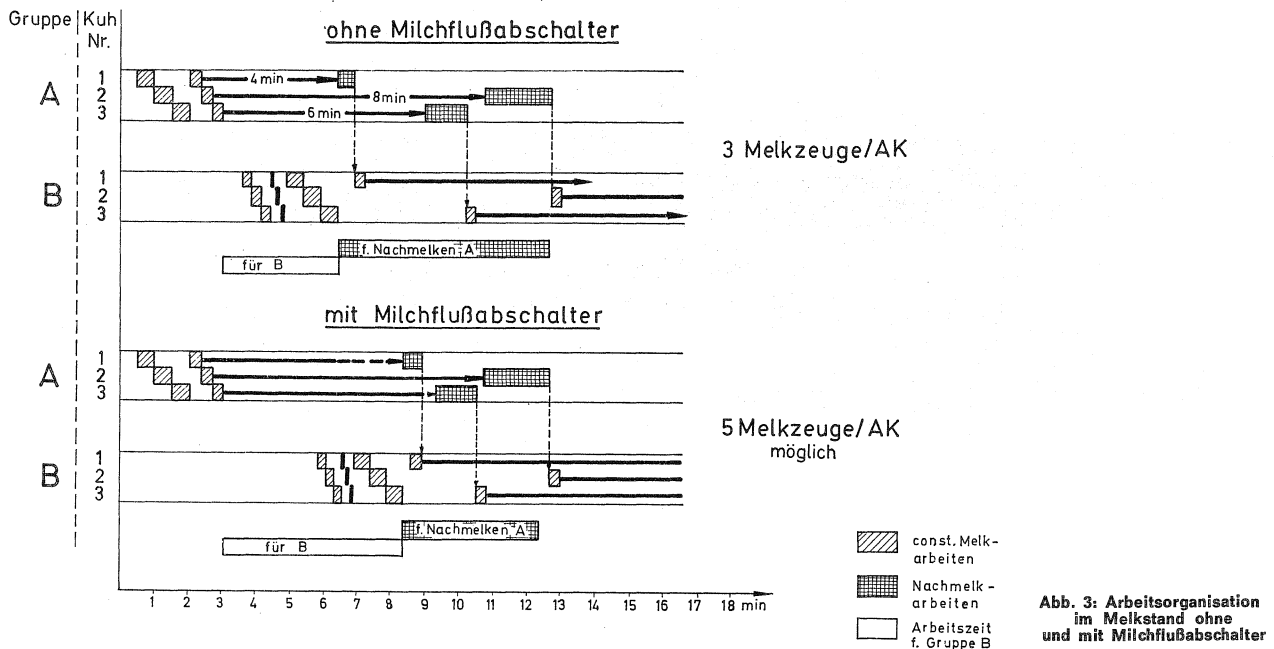


Abb. 2: Einfache Nachtreibeilfe. (Schema und Anlage in Betrieb)

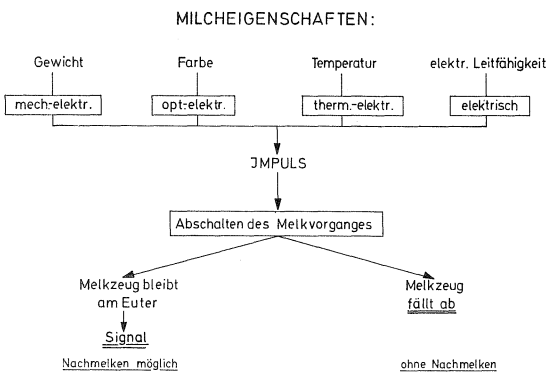




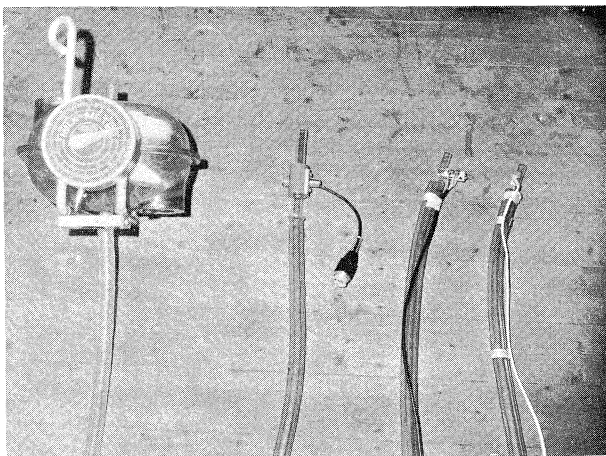
beitragen sollen, sondern auch aus ihrer „Termingebundenheit“. Um schädliches Blindmelken zu vermeiden, müssen sie sofort nach Beendigung des Milchflusses einsetzen. Dadurch ergeben sich im Melkstand mannigfache Schwierigkeiten im Arbeitsablauf, die zudem durch unterschiedliche Milchabgabezeiten und starke Schwankungen

beim Nachgemelk der einzelnen Tiere noch verschärft werden. Damit die Arbeitskraft sofort mit dem Nachmelken beginnen kann, muß die Arbeitsorganisation bei den bisherigen Melkverfahren nach der Kuh mit der schnellsten Milchabgabe ausgelegt werden (Abb. 3). Auf schwer melkende Kühe muß dagegen gewartet werden, so daß die Arbeitskraft durch Wartezeiten unproduktiv länger an die zu melkende Gruppe gebunden ist. Zur Vorbereitung der gegenüberstehenden Gruppe verbleibt dadurch weniger Zeit, so daß ein Melker nur eine beschränkte Zahl von Melkzeugen zu bedienen vermag.

Diese Nachteile können dann vermieden werden, wenn es gelingt, nach Beendigung des Milchflusses den Melkvorgang selbständig abzuschalten, so daß die Gefahr des Blindmelkens ausscheidet (Abb. 3). Das Nachmelken muß dadurch nicht mehr sofort erfolgen und der Arbeitsablauf läßt sich demzufolge günstiger gestalten. So werden die Tiere einer Gruppe der Reihe nach ausgemolken, ohne daß besonders „Wartezeiten“ anfallen. Dem Melker verbleibt mehr Zeit, zusätzliche Melkzeuge zu bedienen. Die technische Durchführung, den Milchfluß automatisch abzuschalten, erfordert als erstes Vorrichtungen, die das Ende des kaum kontinuierlichen Milchflusses mit genügender Sicherheit erkennen (Abb. 4). Ausgehend von den Milcheigenschaften konnten hierfür mehrere Impulsgeber entwickelt werden (Abb. 5). Bei der mechanisch-elektrischen Vorrichtung wird ein Milchmengenmeßgerät benutzt, das von der Milchmengenfeststellung her bekannt ist. Der optisch-elektrische Impulsgeber besteht aus einer Lichtquelle und gegenüberliegenden lichtempfindlichen Elementen. Das thermisch-elektrische System spricht auf Temperaturdifferenzen zwischen der Milch und der Umgebung an. Beim letzten Gerät schließlich wird die elektrische Leitfähigkeit der Milch zwischen zwei Elektroden gemessen, um bei Unterbrechung das Ende der Milchabgabe festzustellen. Alle diese Geräte werden dazu benutzt, um nach Beendigung des Milchflusses — eventuell über eine Verzögerungsschaltung — den Melkvorgang abzustellen. Für die weitere Mechanisierung bestehen nun zwei Möglichkeiten:



**Abb. 4: Funktionsablauf bei automatischen Milchflußabschalter**



**Abb. 5: Impulsgeber für automatische Milchflußabschaltung, die im Milchschlauch die Beendigung des Milchflusses melden.**  
1 = mechanisch-elektrisch; 2 = optisch-elektrisch; 3 = thermisch-elektrisch; 4 = durch elektrische Leitfähigkeit der Milch

Ein Weg besteht darin, lediglich den Melkvorgang zu unterbrechen und das Ende des Milchflusses durch ein Signal anzuzeigen. Sobald die Arbeitskraft frei ist, kann

der Melkvorgang noch einmal eingeschaltet werden, um die Kuh endgültig auszumelken.

Wesentlich einfachere und arbeitswirtschaftlich besonders vorteilhafte technische Lösungen ergeben sich, wenn auf das Nachmelken vollkommen verzichtet wird (Abb. 6). Dazu wird nicht nur der Melkvorgang abgeschaltet, sondern auch das Vakuum unterbrochen, so daß die Melkzeuge vom Euter fallen. Dabei entriegeln sie einen Arm, der das Melkzeug zur Seite schwenkt. Bei einer solchen „teilautomatisierten“ Melkanlage verbleibt neben dem Ein- und Austreiben der Tiere lediglich das Anrüsten und das Ansetzen der Melkzeuge, so daß eine Arbeitsperson nach vorläufigen Kalkulationen etwa acht bis zehn Melkzeuge bedienen könnte. Eingehende Untersuchungen müssen das allerdings noch bestätigen.

#### Technische Verbesserungen der Vor- und Nacharbeiten

Bei den Vor- und Nacharbeiten sind technische Verbesserungen möglich. Der Arbeitszeitbedarf ist in seiner absoluten Höhe annähernd konstant und belastet dadurch besonders stark die kleineren Herden. Bei einem Bestand von 20 Kühen sind für diese Rüst- und Reinigungsarbeiten fast 50 Prozent der gesamten Melkarbeiten erforderlich. Durch verhältnismäßig einfache technische und bauliche Verbesserungen kann bei den meisten der erforderlichen Einzelarbeiten dieser hohe Aufwand um etwa die Hälfte verringert werden, wie vorläufige Kalkulationen ergeben haben.

So können die Melkzeuge im Stand verbleiben. Hier werden sie an die Ringspüleleitung angeschlossen und gleichzeitig mit den Milchleitungen gespült und desinfiziert. Programmgesteuerte Reinigungs- und Spülautomaten können zudem die gesamten Spülarbeiten übernehmen (Abb. 7). Dabei muß angestrebt werden, daß alle milchführenden Teile in „Druckknopfarbeit“ gereinigt werden. Neben den Arbeitseinsparungen gilt als weiterer wichtiger Vorteil einer solchen Anlage die gesicherte Reinigung und Desinfektion einer Rohrmelkanlage. Der größte Anteil an den Vor- und Nacharbeiten muß mit 20 Prozent für das Reinigen von Vorwarteplatz, Milchammer und Melkstand aufgebracht werden. Schon bei der Bauplanung gilt es deshalb, die zu reinigenden Flächen mög-

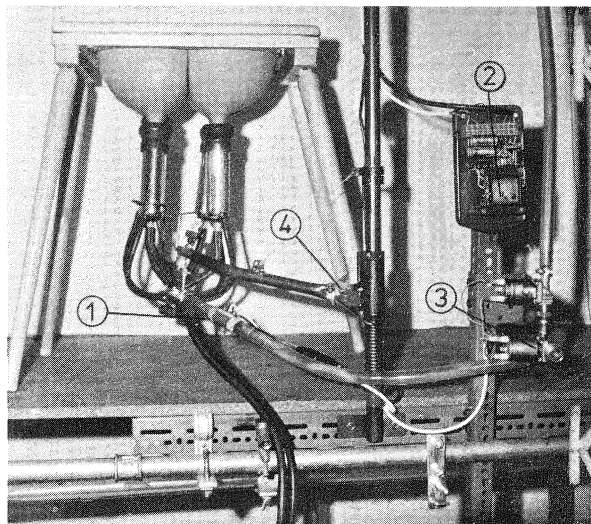


Abb. 6: Funktionsmodell einer teilautomatisierten Melkanlage.  
1 = Impulsgeber; 2 = Schaltrelais; 3 = Abschaltvorrichtung für Vakuum;  
4 = Schwenkarm

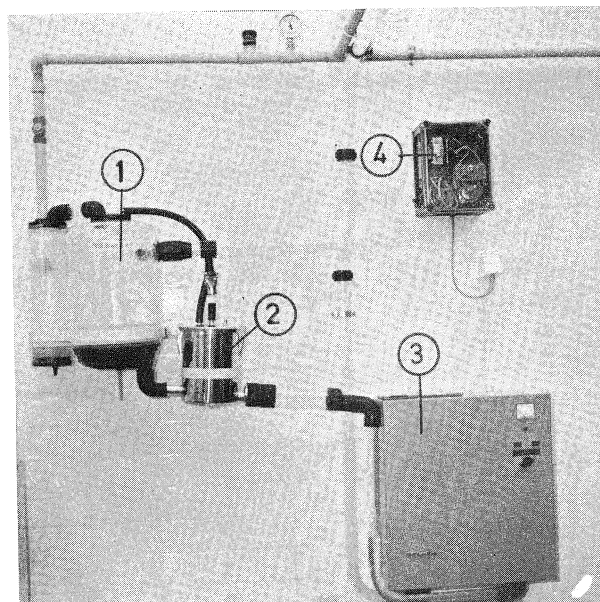


Abb. 7: Programmgesteuerter Spülautomat zum Reinigen und Desinfizieren von Milchleitungen und Melkzeug.  
1 = Milchabscheider und Filter; 2 = Milchschielse; 3 = Programmgesteuerter Spülautomat; 4 = zentrale Steuerung für vier Pulsatoren

lichst klein zu halten. Vor allem sollte der Vorwarteplatz gleichzeitig einen Teil der Lauffläche bilden und sich mit dieser zusammen mechanisch reinigen lassen. Für die Säuberung des Melkstandes selbst hat sich eine Rieselleitung gut bewährt, die an den Wänden des Melkstandes angebracht ist und vor allem das Festkleben des Kotes verhindert. Außerdem sollte nur in ausgesprochenen Großbeständen Milchammer und Tankraum räumlich getrennt sein, da dadurch der Aufwand für die Reinigung natürlich ansteigt.

Es könnten einige technische und bauliche Verbesserungsvorschläge für das Melken in größeren Gruppenmelkständen gemacht werden, die dazu beitragen sollen, den derzeit hohen Arbeitsaufwand bei der Milchviehhaltung zu senken. Abschließend sei aber betont, daß technische Verbesserungen allein nicht genügen, sondern daß gleichzeitig auch züchterische Maßnahmen eine bessere Melkarbeit zum Ziele haben. Zudem wurde lediglich ein Aspekt des maschinellen Milchentzuges erörtert. Neben der Senkung des Arbeitszeitbedarfes ist heute die Verbesserung der Milchqualität und die Bekämpfung der Euterkrankheiten ebenso wichtig.

#### Literatur:

- Dahse, F.: Tendenzen und Möglichkeiten der Mechanisierung und Automatisierung in der Rinderhaltung. Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin 15 (1966)
- Rabold, K.: Auswirkungen inkonstanter Vakuum-Applikationen beim maschinellen Milchentzug. Kongreß über Problematik des maschinellen Milchentzuges Berlin 1966 (Manuskriptdruck)
- Rossing, W.: Stromingsbeelden en drukverloop in melkleidingen. Landbouw mechanisatie 18 (1967) Heft 11, S. 1059–1065.
- Schön, H. und C. L. Pen: Untersuchungen über Melkarbeit und Melktechnik in Laufställen. Mitteilungen der DLG 1968, Heft 37, S. 1275–1278
- Terplan, G. und H. U. Wiesner: Reinigung und Desinfektion bei der Milchgewinnung. Mitteilungen der DLG 1968, Heft 45, S. 1510–1514

# Die Holzbetonmantelstein-Bauweise

Ein Weg zur Einsparung von Barausgaben im landwirtschaftlichen Bauwesen

Ing.-agr. K. Wißmüller und Ing.-agr. H. Schürzinger, Landtechnik — Weihenstephan

Die ständig anwachsenden Lohn- und Materialkosten im Bauwesen sowie die immer geringer werdenden Aussichten auf die Beschaffung günstiger Kreditquellen beim Bau landwirtschaftlicher Gebäude machen die Suche nach kapitalsparenden baulichen Lösungen notwendig.

Unter anderem scheint hier die Bauweise mit Holzbetonmantelsteinen vielversprechend, da sie einen erheblichen Anteil an

Eigenleistungen des Bauherrn zuläßt. Die großformatigen Steine werden schichtweise ohne Mörtelfuge aufgesetzt und mit Beton gefüllt. Dies kann man unter Anleitung eines Fachmannes selbst machen. Nur dadurch wird diese Bauweise interessant, denn in den Materialkosten liegt sie — wie an Hand eines Beispielen noch gezeigt wird — geringfügig ungünstiger als beim üblichen Bauen mit Lochziegelsteinen.

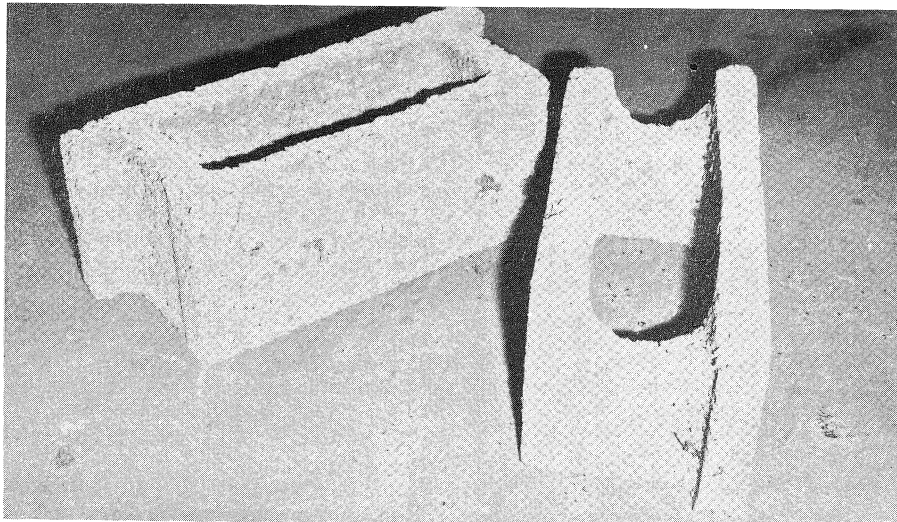


Abb. 1: Beim Eurospanstein gibt es zwei Steinformen: Links ein Normalstein, rechts ein Stein mit Ausbuchtung in den Stegen zur Einbringung von waagerechter Armierung.



Abb. 2: Das Fundament wird mit Dachpappe abisoliert. Die unterste Steinreihe wird auf ein Ausgleichsmörtelband gesetzt.

Im Wohnungsbau hat sich diese Bauweise längst ihren festen Platz gesichert, und auch im landwirtschaftlichen Bauwesen kommen ihre Vorteile zum Tragen. Es sind dies neben der guten Möglichkeit zur Eigenleistung:

- Hoher Wärmedämmwert, wodurch eine zusätzliche Isolierung entfällt (auch bei Stürzen und Zwischendecken).

- Trotz guter Isolierwirkung geringe Mauerstärken.

- Durch Betonfüllung gute Wärmespeicherung und Stabilität.

- Hohe Bauleistung durch großformatige Steine.

- Absätziges Arbeiten sowie auch Winterbau möglich.

- Günstige Fenster- und Türsturzausbildung mit gleichem Steinmaterial.

Beim Bau eines Kuhstalles mit Holzbetonmantelsteinen (Eurospanstein) wurden vom Landtechnischen Verein in Bayern e. V., Freising-Weihenstephan, Erfahrungen gesammelt, die in diesem Beitrag wiedergegeben werden sollen.

## Was ist ein Holzbetonmantelstein?

Ein Holzbetonmantelstein besteht aus zwei Außenschalen, die durch 2 Stege miteinander verbunden sind. Decke und Boden bleiben für die Verfüllung von Beton offen. Als Grundmaterial für die Herstellung der Steine werden sortierte Holzspäne und Zement mit den entsprechenden Zuschlagstoffen verwendet (Abb. 1).

Für wärmedämmende Außenwände wird der dickwandige Stein mit 7,5 cm Wandstärke hergestellt, der einen großen Wärmedämmwert hat. Der Wärmedämmwert wird bekanntlich als K-Wert angegeben. Bei den 30 cm breiten dickwandigen Steinen liegt der K-Wert bei 0,57. Das ist in etwa der Wert, der für den Rinderstall in unseren Breiten gefordert wird. Den gleichen Wert könnte im Vergleich eine Lochziegelwand erst bei einer Wandstärke von mindestens 50 cm erbringen. Der 30 cm breite dickwandige Stein kommt also ohne zusätzliche Isolierung aus.

Da der Stein für einen Baustein ziemlich großformatig ist — der Eurospanstein hat die Maße 65x30x25 cm und wiegt trotzdem nur 19 kg —, läßt sich mit ihm eine hohe Bauleistung erzielen. Für Gebäude, die nur einen geringeren Wärmedämmwert brauchen, und für den Zwischenwandaufbau gibt es auch Holzbetonmantelsteine mit 4 oder 5 cm Wandstärken.

## Beschreibung des Wandaufbaus

Der Wandaufbau mit Holzbetonmantelsteinen ist ziemlich einfach. Stehen viele Arbeitskräfte zur Verfügung, kann kontinuierlich gearbeitet werden. Sind nur bis zu 3 AK verfügbar, erfolgt der Aufbau absätzig, d. h. zunächst werden nur Steine aufgestellt und dann erst mit Beton verfüllt.

Zunächst wird das Fundament, das übrigens auch mit Schwerbetonschalungssteinen erstellt werden kann, mit Dachpappe gegen aufsteigende Feuchtigkeit abisoliert und durch ein Mörtelband ausgeglichen. Auf das Fundament werden nun immer jeweils 2 bis 3 Reihen Mantelsteine trocken im Verband aufgesetzt und senkrecht sowie fluchtend ausgerichtet. Große Fugen sollten beim Aufstellen vermieden werden. Entstehen solche durch das Ausrichten, so

sind sie mit Mineralwolle zu verstopfen (Abb. 2 und 3).

Danach erfolgt die Verfüllung der Steine mit Beton B 160. Bis zur 6. Reihe kann direkt mit dem Frontlader eingefüllt werden, der mit seiner Schaufel auch den Transport übernimmt (Abb. 4). Bei den nun folgenden Reihen wird der Beton entweder aus der Frontladerschaufel mit der Handschaufel entnommen und in den Zwischenhohlraum der Steine gefüllt, oder zum Einfüllen wird eine Rutsche benutzt (Abb. 5).

Die nur für die Sturzlastaufnahme notwen-

dige senkrechte Baustahlbewehrung wird vom Fundament ausgehend miteingebracht und mit dem in der obersten Reihe verlaufenden Ringanker verbunden. Für diese waagerechten Baustahleinlagen gibt es besonders geformte Steine, die in den Stegen Aussparungen für Stahleinlagen haben. Für die Sturzschalung werden die Steine normalerweise in der Mitte durchgeschnitten und nach oben offen aufgestellt. Der dabei nach unten zeigende hervorstehende Steg ergibt zugleich beim späteren Einbau der Tür- und Fensterrahmen den Anschlag (Abb. 6 und 7).

**Arbeitszeit und Kostenberechnung**

Als Beispiel für die Arbeitszeit- und Kostenberechnung soll ein im vorigen Jahr neuerbauter Rinderstall mit 40 m Länge und 12 m Breite dienen, bei dessen Aufbau Arbeitszeitmessungen gemacht wurden. Die für den Bau zur Verfügung gestellten Arbeitskräfte setzten sich aus einem Maurer, dem Betriebsleiter und einer Hilfskraft zusammen. Der Maurer übernahm das Ausrichten und Einfüllen der Steine, der Betriebsleiter besorgte den Material- und Betontransport mit dem Frontlader, die Hilfskraft setzte die Steine auf und bediente die Betonmischmaschine. Beim Einsatz von Transportbeton ließe sich noch eine AK einsparen, doch würden die eingesparten Lohnkosten die dadurch entstehenden Mehrkosten nicht ganz decken. Außerdem ergeben sich für das Transportfahrzeug oft zu große Wartezeiten. Der Arbeitszeitbedarf für die 223 qm Rohbauwand dieses Stalles gliedert sich wie folgt auf:

1. Rüstzeiten einschließlich Material abladen	20 AKh
2. Steine aufsetzen und ausrichten	59 AKh
3. Steine mit Beton verfüllen	81 AKh
4. Baustahlbewehrung einbringen	16 AKh
5. Stürze und Ringanker einbetonieren	34 AKh
	<hr/>
zusammen	210 AKh

Je qm Wand wurde eine Arbeitszeit von ca. 0,9 AKh benötigt, das ist gemessen an anderen Massivbauweisen relativ niedrig.

Für die 223 qm umfassende Rohbauwand wurde folgender Befarf an Material und dazu die entsprechenden Kosten festgestellt:

1500 Stück Holzbetonmantelsteine mit Anfuhr	à 2,90 DM	4350 DM
28 cbm Füllbeton	à 42,— DM	1176 DM
für Baustahl		400 DM
für sonst. Material und Mischermiete		<hr/>
		122 DM

Materialkosten für die Rohbauwand 6048 DM  
Je qm Rohbauwand sind das 27 DM.

Eine vergleichbare Hohlziegelwand mit derselben Wärmedämmung würde zwar mit 24 bis 26 DM/qm Materialkosten etwas billiger kommen, andererseits verteuert der höhere Arbeitsaufwand mit den damit verbundenen höheren Lohnkosten diese Wand doch wieder erheblich.

Das Verputzen der Wände mit einem dreilagigen Innen- und Außenputz wurde einer Firma übergeben, die dafür 4565 DM in Rechnung stellte. An Arbeitskosten kommen dann noch 610 DM für den eingesetzten Maurer hinzu, so daß die Barausgaben für die Rohbauwand 11 658 DM betragen.

Für die Berechnung der Gesamtkosten kommen noch die Arbeitskosten der beiden betriebseigenen Arbeitskräfte hinzu. Die aufgewendeten 140 Arbeitsstunden wurden mit 4 DM/Std. angesetzt und ergeben einen Betrag von 560 DM.

An Gesamtkosten wurden 12 218 DM errechnet, das sind pro qm fertige Wand umgerechnet rund 55 DM.

Durch den hohen Einsatz an Eigenleistung konnte damit trotz der etwas höheren Materialkosten der ganze Stallbau sehr preiswert verwirklicht werden.

Für landwirtschaftliche Massivbauten kann auf Grund der gemachten Erfahrungen diese Bauweise durchaus interessant sein, wenn der Bauherr gewillt ist, durch einen hohen Anteil an Eigenleistungen Facharbeiterlöhne und Unternehmerrgewinne einzusparen.

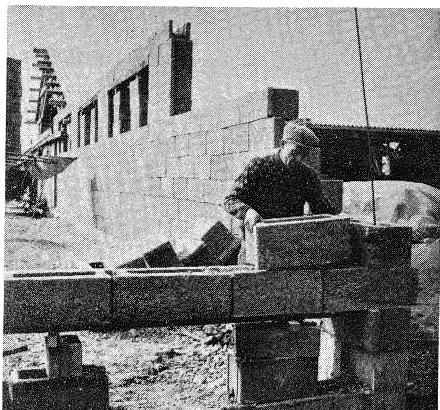


Abb. 3: Stein für Stein wird im Verband trocken aufeinander gesetzt. Unten eine Aussparung für den Flachschieber.



Abb. 4: Zum Einfüllen von Beton bietet sich der Frontlader an. Neben Tür- und Fensteröffnungen ist jeweils eine Armierung zur Aufnahme der Sturzlast notwendig.



Abb. 5: Zum Befüllen höher gelegener Steinschichten nimmt man am zweckmäßigsten eine zusammengebaute Rutsche.

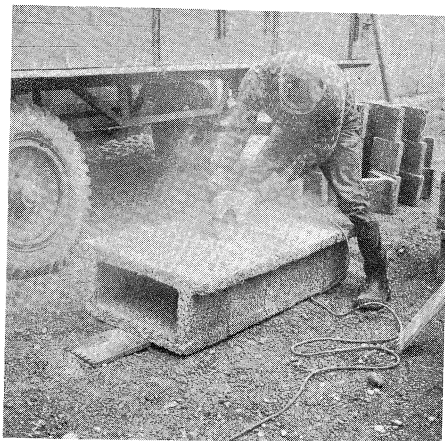


Abb. 6: Hier werden Normalsteine für Fenster- und Türsturz in der Mitte auseinandergeschnitten.

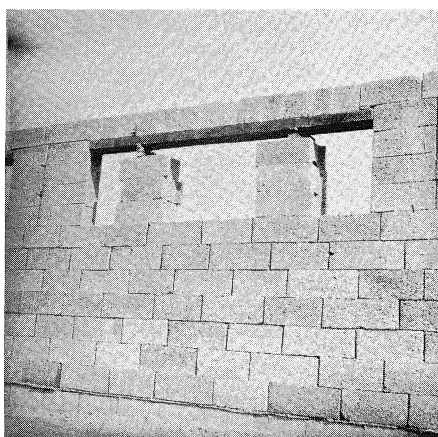


Abb. 7: So einfach kann die Sturzschalung erstellt werden.

## Landwirtschaftliche Betriebsgebäude in Starrahmenkonstruktion

ORLR. Dr. Heinz Schulz,  
Landtechnik - Weißenstephan

Im Rahmen von Forschungsarbeiten über kostengünstige Leichtbaukonstruktionen für landwirtschaftliche Betriebsgebäude konnten anhand mehrerer Versuchsbauten umfangreiche Erfahrungen mit Starrahmengebäuden gemacht werden, über die hier berichtet werden soll.

Diese Bauweise, in Kanada und den USA entwickelt und dort unter dem Namen „rigid frame buildings“ außerordentlich stark verbreitet, beginnt nun auch bei uns im landwirtschaftlichen Bauwesen Fuß zu fassen. Starrahmengebäude aus Schnittholz und wetterfest verleimtem Douglas-Fir-Sperrholz eignen sich nämlich sowohl für wärmegeämmte Ställe, wie für nicht isolierte Unterstellhallen und Bergeräume.

Auch hinsichtlich der Fertigung ist diese Bauweise sehr anpassungsfähig: von der Herstellung im Betrieb des Landwirts selbst mit einem hohen Anteil an Eigenleistung in Form von Arbeit und Holz bis hin zur industriellen Vorfertigung der Starrahmen sind verschiedene Stufen möglich.

In allen Fällen aber kommt ein besonderer Vorteil zum Tragen. Weder für die Herstellung, noch für den Transport zur Baustelle und für die Montagearbeiten sind aufwendige Werkzeuge, Einrichtungen und Hebezeuge notwendig. Dadurch unterscheidet sich die

Starrahmenbauweise deutlich vom Fertigbau mit großformatigen und entsprechend schweren Elementen, deren Einsatz gerade im landwirtschaftlichen Bauwesen noch häufig auf technische und wirtschaftliche Schwierigkeiten stößt, weil die für spezielle und teure Fertigungsein-

richtungen notwendigen großen Serien schwer zu erzielen sind und die Befahrbarkeit und Zugänglichkeit der ländlichen Baustellen für Schwertransporte oft nicht ausreicht.

Bei einem Starrahmengebäude besteht die Stützkonstruktion aus engstehenden Dreigelenkbindern mit stumpf aneinandergestoßenen hochkant stehenden Bohlen, die mit aufgenagelten Sperrholzknotenplatten biegesteif miteinander verbunden sind. Durch den engen Binderabstand, der maximal 1,22 m beträgt, sind die einzelnen Binder sehr leicht und damit einfach zu transportieren und aufzustellen. Außerdem kann die Sperrholzverschalung direkt auf die Binderhölzer genagelt werden. Diese Sperrholzverschalung übernimmt dabei statische Aufgaben: sie stabilisiert die Binderhölzer gegen seitliches Ausweichen und bringt durch ihre Scheibenfestigkeit den Windverband.

Durch diese Konstruktionsmerkmale haben Starrahmengebäude folgende Eigenschaften, die sie für die Landwirtschaft außerordentlich interessant machen:

- Stützen- und strebenfreie Spannweiten bis zu 16 m, in besonderen Fällen auch darüber
- Einfache, material- und arbeitsparende Herstellung und damit wesentliche Kosteneinsparungen gegenüber vergleichbaren konventionellen Bauweisen
- Trotz leichter Bauteile sehr günstige statische Eigenschaften und hohe Stabilität gegenüber Winddruck und Schneelast
- Leichte Anpassung an den Verwendungszweck durch Variation der Spannweite, Traufenhöhe, Dachneigung, Stellung der Seitenwände (geneigt oder senkrecht gestellt) und Anordnung der Knotenplatten.

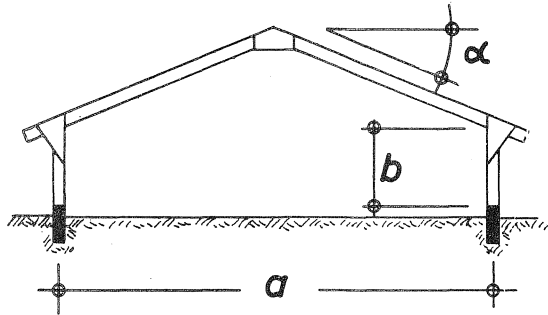
- Erweiterungsmöglichkeit in Längsrichtung, da die Giebelwände nichttragend sind und daher versetzt werden können
- Einfache Anbringung von Isoliermaterial bei wärmegeämmten Bauten. Die Dämmstoffe können entweder zwischen die Binderfelder oder als Plattenmaterial auch direkt auf die Binderhölzer gebracht werden.
- Gefälliges Aussehen; Starrahmengebäude wirken optisch sehr ansprechend, vor allem bei zweckmäßiger Oberflächenbehandlung des Sperrholzes mit Imprägnierlasuren.

Gegenüber diesen vorteilhaften Eigenschaften müssen aber auch einige Einschränkungen und Besonderheiten beachtet werden. Im Gegensatz zu den Giebelseiten, die Toröffnungen in beliebigen Abmessungen erlauben, lassen sich die Längsseiten mit breiten Öffnungen schlecht erschließen. Durch Auswechseln der Binderständer kann man Tore nur bis zu 2,5 m Breite in begrenztem Umfang anbringen. Daher kommt die Starrahmenbauweise vor allem für Ställe und Bergeräume mit Längsdurchfahrt infrage. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die Streifenfundamente nicht nur senkrecht Lasten aufnehmen müssen, sondern auch seitliche Schubkräfte.

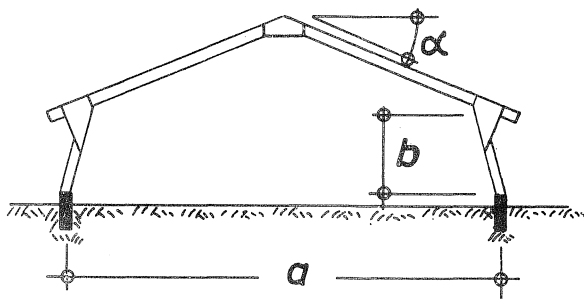
Weiterhin sollten die verwendeten Rahmenhölzer Güteklasse I, Schnittklasse A haben, als Sperrholz wird zweckmäßig die preiswerte Qualität PMBC Exterior C+/C (vergütete Rohplatten) eingesetzt; bei höheren Ansprüchen an die Oberflächengüte kann man auch A/C (eine massive Seite) verwenden.

Bei der Herstellung eines Starrahmengebäudes werden zunächst die Binderhälften vorgefertigt. Dabei werden die zugeschnittenen

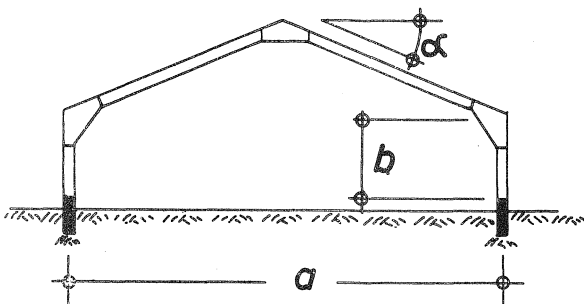
# Typische Starrrahmenprofile



Außenliegende Knotenplatten, senkrechte Seitenwände



Außenliegende Knotenplatten, geneigte Seitenwände



Innenliegende Knotenplatten, senkrechte Seitenwände

Spannweite  $a$  = 6 bis 16 m

Ständerhöhe  $b$  = 1,5 bis 5 m

Dachneigung  $\alpha$  = 22° bis 33°

Rahmenhölzer, deren Querschnitt sich nach Spannweite, Binderabstand und Belastung richtet, in eine Lehre gelegt und durch beidseitig mit verzinkten Nägeln aufgenagelte Sperrholz-Knotenplatten miteinander verbunden. Diese Art der Verbindung ist einfach und arbeitssparend, aber statisch außerordentlich wirksam, wie einschlägige Versuche ergeben haben.

Mit Nagelschablonen und Druckluftnaglern läßt sich diese Arbeit bei größeren Serien rationalisieren.

Auch die Montage der Starrahmen ist einfach und leicht. Die Halbrahmen werden nämlich erst kurz vor dem Aufrichten durch eine aufgenagelte Firstknotenplatte zusammengefügt. Dazu legt man den Binder flach auf den Boden, und zwar mit den Fußpunkten des Ständers so auf die Fundamentschwelle, daß er beim Aufrichten gleich an der passenden Stelle steht.

Die Verankerung erfolgt am besten durch verzinkte Winkelstahlverbinder. Das Aufstellen kann von Hand

oder mit Seilzug durchgeführt werden. Der einzelne Binder hat keine große Stabilität in Richtung der Gebäudelängsachse; erst der Verband durch die Verschalung der Seitenwände und des Daches bewirkt die Steifigkeit gegen seitliches Ausweichen. Zweckmäßig wird daher schrittweise mit dem Aufrichten der Binder die Verschalung der Seitenwände und möglichst auch des Daches aufgebracht.

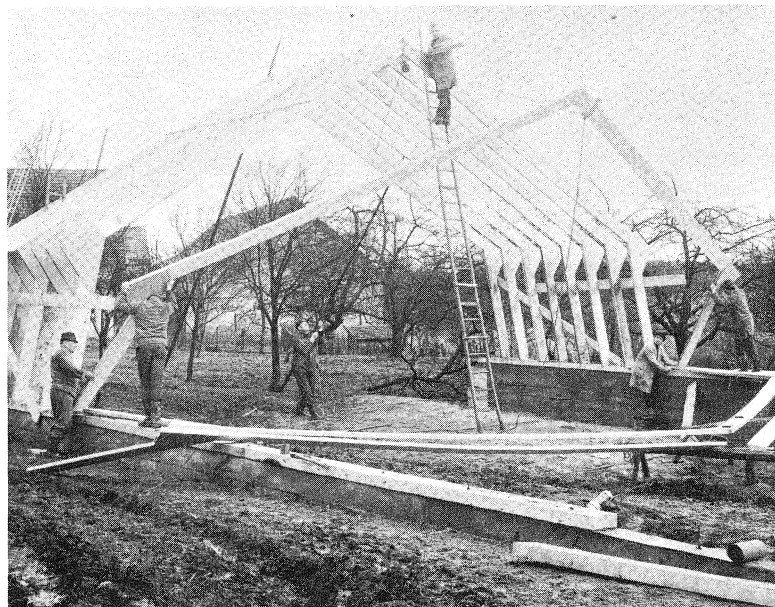
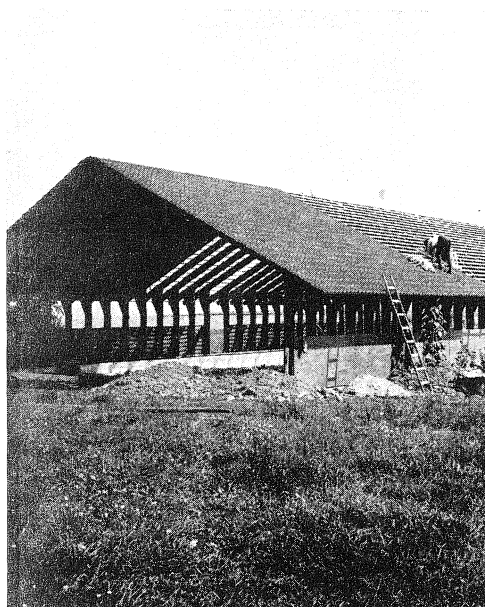
Bei der original kanadischen Ausführung bestehen Seitenschalung und Dach aus aufgenagelten Sperrholzplatten, wobei ein zusätzlicher Windverband entfällt. Im einfachsten Falle werden die Platten als Stülpchalung verlegt, dabei verzichtet man auf eine gesonderte Dachhaut. Lediglich die Längsstöße der Sperrholzplatten werden abgedichtet. Wie in unseren Versuchen festgestellt wurde, erreicht man auf diese Weise selbst mit den nur 3-schichtigen 9,5 mm starken Douglas-Fir-Platten der Qualität C+/C ein gegen Regen und Flugschnee dichtes Dach, das nach kanadischen Erfahrungen eine Haltbarkeit von 10 bis 15 Jahren besitzt. Das Sperr-

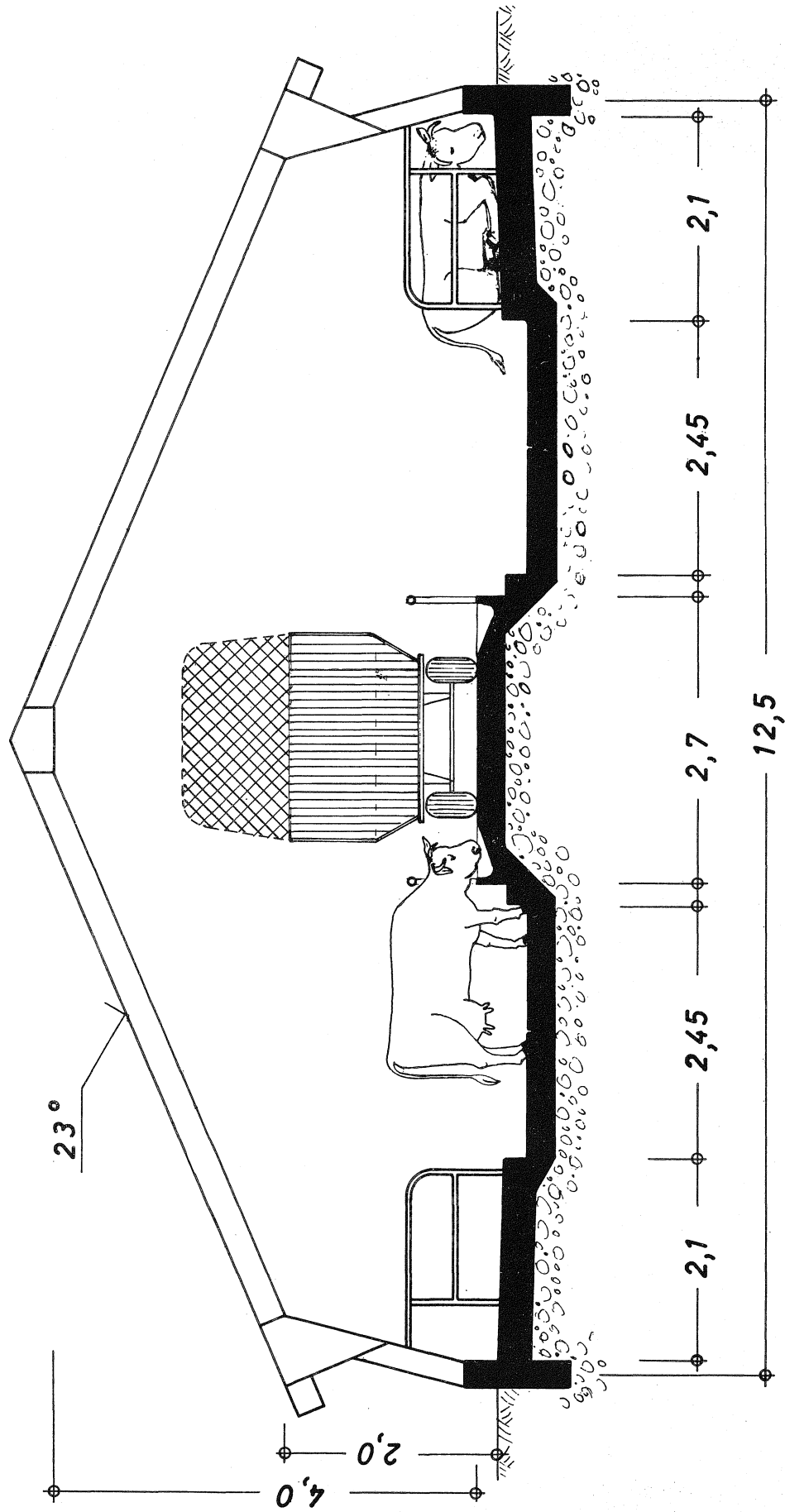
holzdach eignet sich aber auch bei höheren Ansprüchen sehr gut zur Überdeckung mit Bitumenpappe, Asphaltshindeln, Bitumenwellplatten oder Aluminium. Aber auch konventionelle Dacheindeckungen mit Wellasbestzementplatten oder sogar mit Ziegeln sind möglich, wobei aber dann ein zusätzlicher Windverband durch diagonal angeordnete Flachstahlbänder oder Bohlen sowie die Berücksichtigung einer größeren Dachlast notwendig wird.

Bei isolierten Gebäuden mit zwischen den Binderfeldern eingebrachter oder als Plattenmaterial direkt auf die Binderhölzer genagelter Isolierung werden Dachhaut und Seitenschalung hinterlüftet.

Fenster werden zweckmäßig im Bereich der Traufenknotenplatten angebracht. Bei einfachen Gebäuden spannt man eine gitterverstärkte transparente Folie als Lichtband entlang der Knotenplatten; bei besserer Ausführung werden Glasfenster zwischen zwei Binder eingesetzt.

**Die Dacheindeckung von Starrrahmengebäuden läßt sich vielfältig variieren. Hier ein Gebäude mit Betondachpfannen und Windverband durch Flachstahlkreuze. Diese können entfallen, wenn auf die schnell zu errichtenden Rahmen Sperrholz, als ein- oder zweischaliges Dach, von oben oder unten auf die Rahmen genagelt wird.**





Zweireihiger Boxenlaufstall mit Faltschieberentmischung und mittlerem befahrbarem Futtertisch in Starrrahmenbauweise. Durch die stützen- und strebenfreie Konstruktion ist eine optimale Raumausnutzung gegeben.



Durch die stützen- und strebenfreie Konstruktion ist man bei der Inneneinrichtung sehr beweglich. Wichtig erscheint vor allem, daß auch der Dachraum völlig frei und nutzbar ist, im Gegensatz zu bekannten Brett- oder Bohlenbinderkonstruktionen. Auch für Stallräume ist dies ein bemerkenswerter Gesichtspunkt, da man über dem befahrbaren Futtertisch die volle Gebäudehöhe zur Verfügung hat und dadurch die Seitenwände niedriger halten kann.

Für die Herstellung einer nicht isolierten, 12 m breiten und 20 m langen Halle mit 2,75 m Traufenhöhe und 1020 m<sup>3</sup> umbautem Raum aus 4 x 25 cm starken Bohlen (Binderabstand 61 cm, Schneelast 75 kp/m<sup>2</sup>) und 9,5 mm starken und 122 x 244 cm großen Douglas-Fir-Sperrholzplatten wurden folgende Arbeitsbedarfszahlen ermittelt (Gebäudehülle einschließlich Giebelwände, Schiebetore, Festerband, aber ohne Betonboden) (s. Tab. 1):

Gegenüber anderen freitragenden Bauweisen ist dieser Arbeitsaufwand außerordentlich niedrig, zumal noch berücksichtigt werden muß, daß alle Arbeiten von nicht eingearbeiteten Kräften durchgeführt wurden. Als Spezialwerkzeug wurde lediglich eine Handkreissäge eingesetzt. Daher ist bei der industriellen Vorfertigung der Halbrahmen unter Verwendung von Nagelschablonen und Druckluftnaglern noch mit Einsparungen zu rechnen.

Einen außerordentlich hohen Anteil — wie übrigens bei allen arbeitssparenden Leichtbaukonstruktionen — nimmt die Fundamentierung mit Ortbeton in Anspruch. Daher werden zur Zeit Versuche mit neuartigen Betonschraubpfählen zur Vorfertigung der Fundamente durchgeführt. Derartige Schraubpfähle können in kürzester

Zeit mit einem großen „Schlüssel“ in den Boden geschraubt und infolge der guten Verzahnung mit dem Boden sehr stark belastet werden. Sogar späteres Heraus-schrauben und Wiederverwenden ist möglich.

Neben dem Arbeitsaufwand spielt der Materialbedarf zur Beurteilung der Starrahmenbauweise eine entscheidende Rolle. Für den oben erwähnten Versuchsbau wurden folgende Werte ermittelt (s. Tab. 2):

Daraus ergibt sich ein Materialaufwand von DM 32 je m<sup>2</sup> überbaute Fläche bzw. von DM 7,50 je m<sup>3</sup> umbauten Raum.

Die Bewertung des Arbeitsaufwandes ist natürlich unterschiedlich hoch einzusetzen. Wird wie beim vorliegenden Versuchsbau mit nicht spezialisierten Arbeitskräften oder mit Eigenleistung des Landwirts kalkuliert, so erscheint ein Wert von DM 6,00 je Arbeitsstunde angemessen.

Bei der industriellen Vorfertigung ist zwar mit höheren Löhnen zu rechnen, aber dafür kann der Arbeitsaufwand durch Rationalisierung noch erheblich gesenkt werden.

Aus diesen Werten ergibt sich ein Gesamtpreis an Material und Lohn von DM 44,50 je m<sup>2</sup> umbaute Fläche bzw. von DM 9,60 je m<sup>3</sup> umbauten Raum. Das sind etwa 50 % des Preises für eine gleich große, stützenfreie und vorgefertigte Industriehalle in verzinkter Stahlkonstruktion, die allerdings eine längere Lebensdauer erwarten läßt.

Da aber gerade im landwirtschaftlichen Bauwesen zukünftig infolge des raschen technischen Fortschrittes mit einer wesentlich kürzeren Nutzungsdauer der Wirtschaftsgebäude und mit geringeren Investitionssätzen gerechnet werden muß, erscheint die Starrahmenbauweise in funktioneller und wirtschaftlicher Hinsicht außerordentlich interessant.

#### Sperrholz als Dach- und Wandschalung statisch als Scheibe eingesetzt.



Tabelle 1

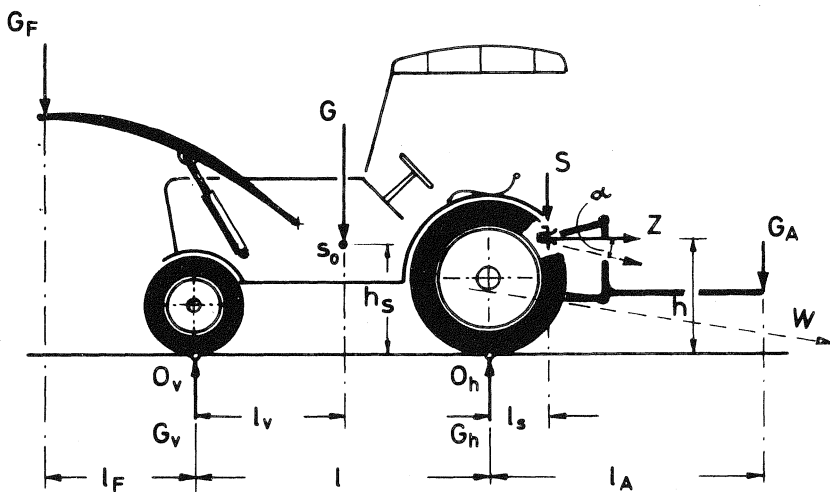
	Arbeits- kraftstunden	% vom Gesamt- arbeitsaufwand
1) Vorfertigung von 68 Halbrahmen (Bohlen und Sperrholzknoten- platten zuschneiden, Knoten- platten beidseitig mit je 100 verz. Drahtstiften 50 mm lang aufnageln)	75	21,4
2) Erdarbeiten und Fundamentierung (bewehrtes Streifenfundament in Ortbeton, auf Frosttiefe 25 cm breit)	94	26,8
3) Starrahmen aufstellen (Schwellen- holz legen und isolieren, Halb- rahmen mit Firstknotenplatte verbinden und aufrichten, an Schwelle befestigen)	28	8,0
4) Dach- und Seitenwandflächen verschalen (Sperrholzplatten als Stülpschalung aufnageln, Dach- fugen abdichten, Platten imprä- gieren)	53	15,1
5) Giebelseiten ausfachen und ver- schalen, Schiebetore anbringen	71	20,3
6) Lichtbandfolie annageln	10	2,9
7) Sonstiges (Materialanfuhr, Vermessen)	19	5,4
insgesamt	350	100,0

Tabelle 2

Materialbedarf	Menge	Gesamtpreis DM (Stand 1969) ohne Mehrwertsteuer
Ortbeton für Fundament	10 m <sup>3</sup>	420,00
Baustahlmatten für Fundament	36 m <sup>2</sup>	96,00
Ankerschrauben für Fundament	32 St.	33,60
Bitumenpappe für Fundament	10 m <sup>2</sup>	15,00
Schnittholz für Starrahmen, Schwelle und Giebelausfachung	10 m <sup>3</sup>	2.200,00
DF Sperrholzplatten, für Knotenplatten, Seitenschalung und Dach		
9,5 mm C+/C, 122 x 244	114 St.	3.963,40
Bretter für Giebelverschalung	44 m <sup>2</sup>	220,00
verzinkte Nägel 50 mm	120 kg	210,00
verzinkte Winkelverbinder einschl. Ankernägel	68 St.	122,40
Bituthene-Dichtungstreifen	13 m <sup>2</sup>	87,75
Lichtbandfolie	40 m <sup>2</sup>	72,00
Holzschutzmittel		200,00
Werkzeugmiete, Strom		40,37
insgesamt		7.674,52

# Ausgewählte Vorlesungs-Beratungs- und KTBL- Musterblätter

Standardschlepper  $G_v/G_h \approx 40/60$  (in % d. Schleppergewichtes)  
 Allradschlepper  $G_v/G_h \approx 50/50 \dots 60/40$



$G$  = Schleppergewicht

$G_v$  = Vorderachslast

$G_h$  = Hinterachslast

$S$  = Stützlast

$G_A$  = Heck-Anbaulast

$G_F$  = Frontladeranbaulast

$Z$  = Zugkraft

$h, l$  = Abstände des Kraftanriffes

$s_0$  = Schwerpunkt

$\alpha$  = Winkel des Kraftanriffes

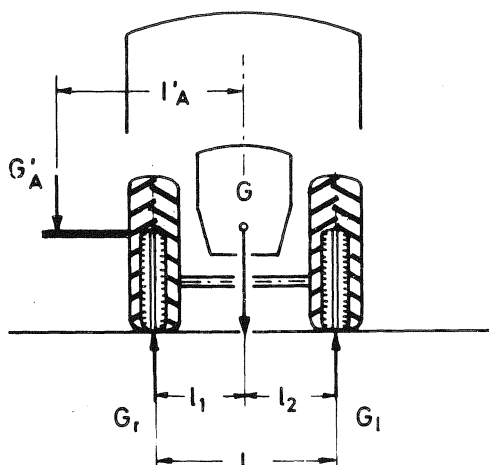
$W$  = Widerstandskraft des Pfluges

$G_{r,l}$  = Achslast rechts/links

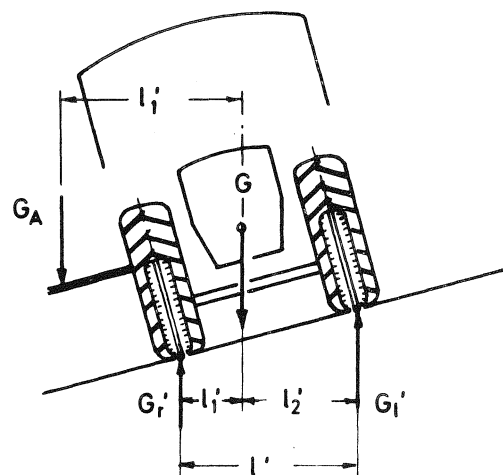
$G_A'$  = seittl. Anbaulast

## Einseitige Radlasterhöhung

1) Anbaulast



2) am Hang



Vorlesungsblatt:  
Kromer

Kräfte am Schlepper

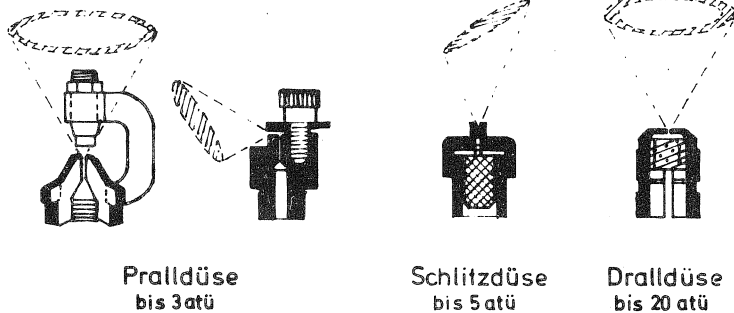
Blatt I

LANDTECHNIK  
WEIHENSTEPHAN

Dr.

12.8.71

① Düsen - Formen



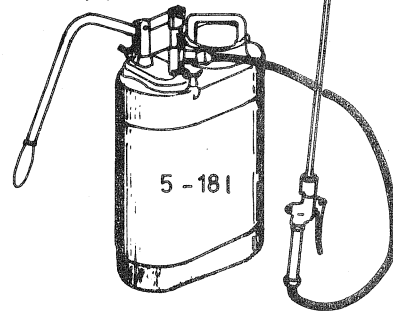
Pralldüse  
bis 3 atü

Schlitzdüse  
bis 5 atü

Dralldüse  
bis 20 atü

② Rückenspritze

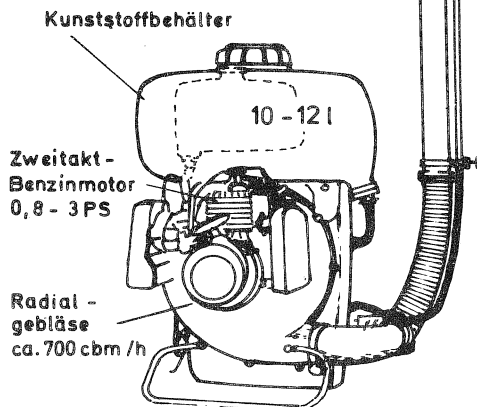
Kolbenpumpe m. Windkessel  
3 - 6 (8) atü



③ Rücken - Sprühgerät

auch zum Spritzen, Stäuben,  
für Heißnebel u. Schwingfeuer  
(verschiedene Aufsätze, Brennkammer)

ca. 1,5 atü

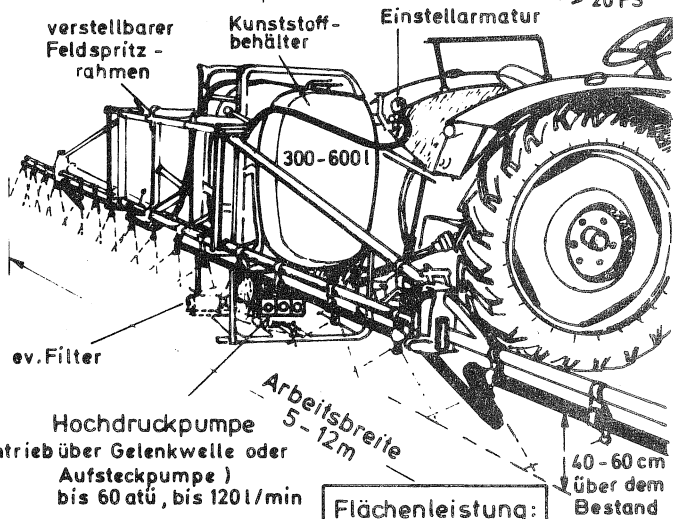


Reichweite ca. 15m

④ Anbau - Spritze

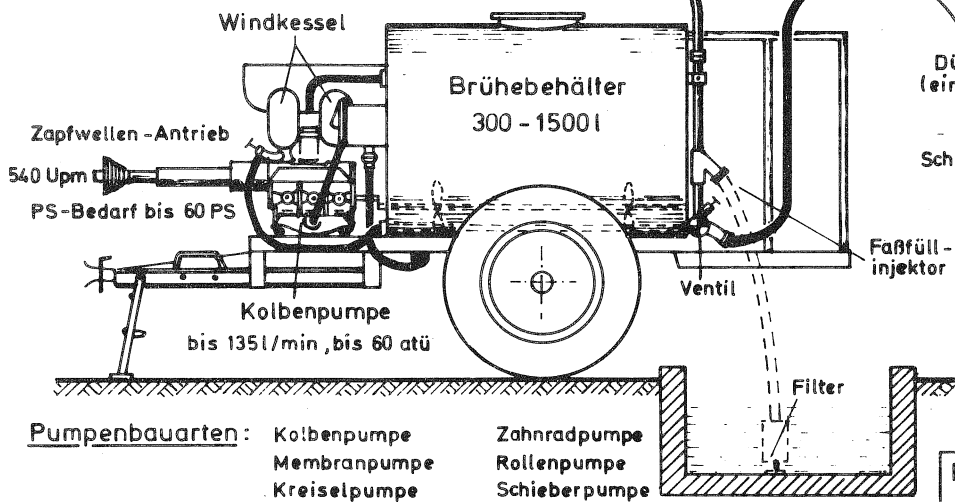
Dreipunktanbau

Schlepper  
> 20 PS



⑤ Anhänge - Hochdruckspritze

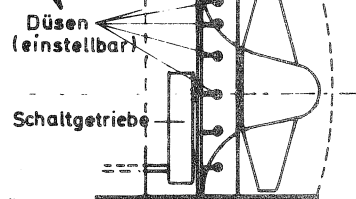
Füllvorrichtung



Pumpenbauarten: Kolbenpumpe, Zahnradpumpe, Membranpumpe, Rollenpumpe, Kreiselpumpe, Schieberpumpe, Flügelpumpe

⑥ Spritz - Sprühgerät

Obstbau - Plantagengerät  
(Zapfwellenantrieb oder Aufbau-  
motor)



Axialgebläse  
bis 100 000 cbm/h

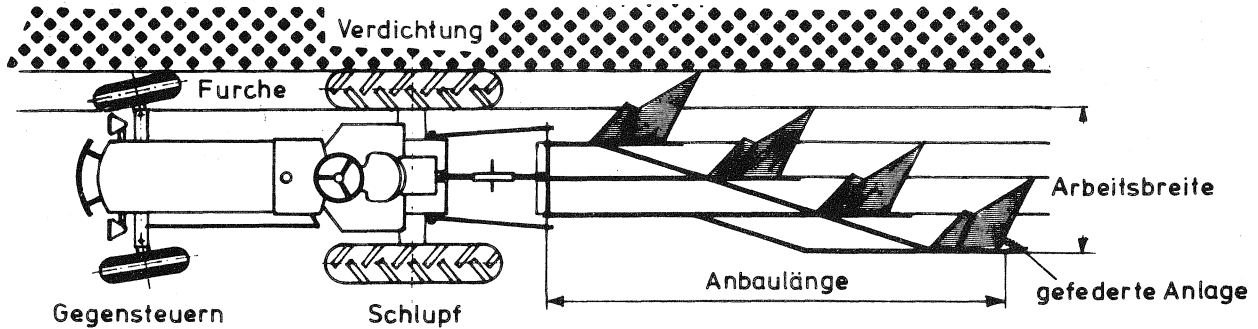
(auch als Dreipunkt -  
Anbaugerät)

Flächenleistung:

## Anbaupflug

(f.Regelhydraulik)

Einstellung		Gewicht	Arbeitsqualität
am Schlepper	am Pflug	Volldrehpflug	Pflugkörperform
Arbeitstiefe	Furchenbreite	2 Schar 300-450 kp	Arbeitsge-
Triebrad-Belastung	Neigungswinkel	3 Schar 450-550 kp	schwindigkeit
(Regelhydraulik)		Beetpflug	
		4 Schar 600-750 kp	



### Pflugkörper

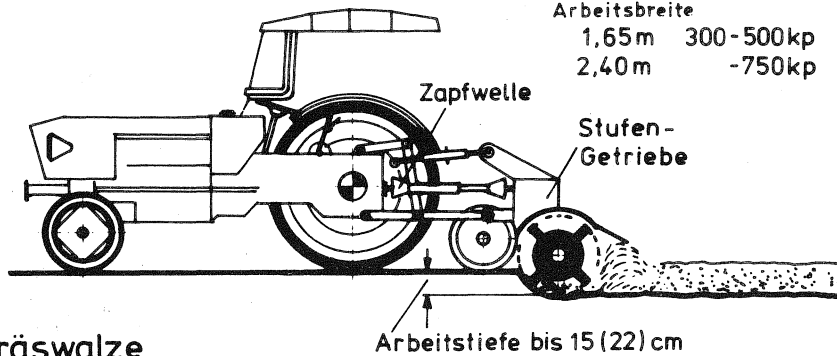
Arbeits(Schnitt)geschwindigkeit bis 2,5 m/s (9 km/h)

### Zugwiderstand

	km/h	ha/h	AKh/ha
pro Schar 30cm breit (Schlaglänge 300m)	7	0,14	7,2

## Bodenfräse

(Ackerfräse)



Gewicht	
Arbeitsbreite 1,65m	300-500kp
2,40m	-750kp

### Arbeitsintensität

(Vorfahrt  $v_f=1m/s$ )

Einschläge / m <sup>2</sup>	30-110
Bissenlänge	75-160mm
Bissenbreite	70-150mm

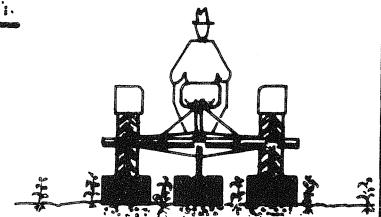
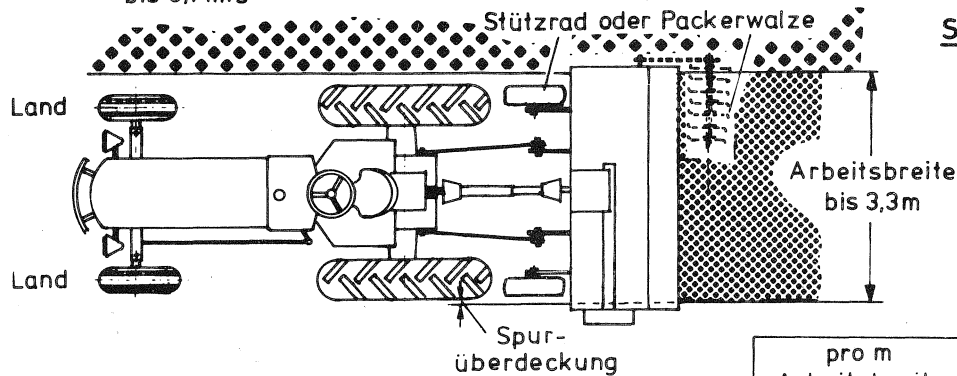
### Fräswalze

Drehzahl 100 - 270 Upm

Durchm. 500 - 600 mm

Umfangs(Schnitt)geschwindigkeit bis 8,7m/s

### Schubkraft



### Streifenbearbeitung

	km/h	ha/h	AKh/ha
pro m Arbeitsbreite (Schlaglänge 300m)	2	0,16	6,4
	4	0,3	3,4

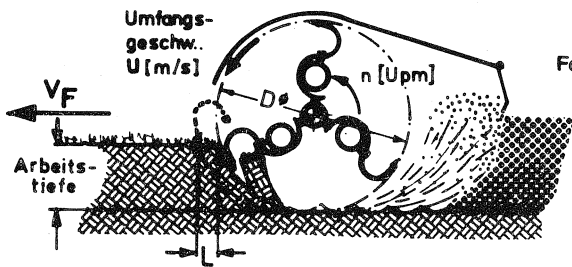
B-

## Unterschiede Pflug - Bodenfräse

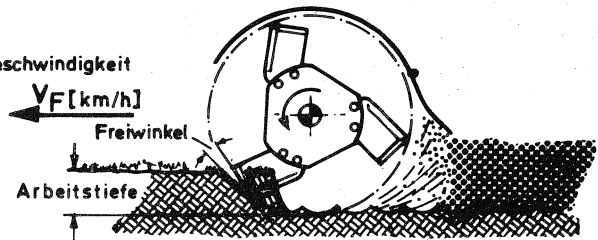


① System

Federnde Werkzeuge



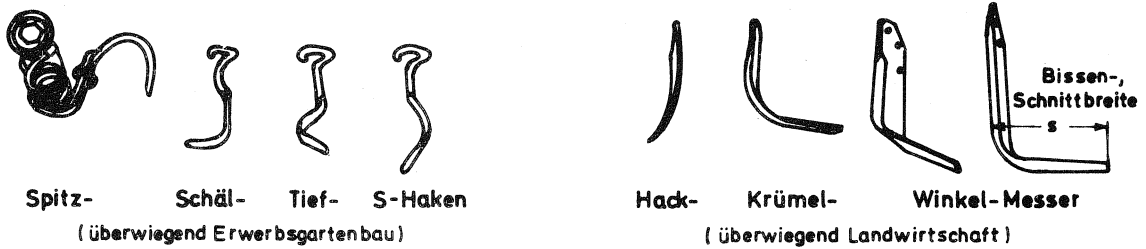
Starre Werkzeuge  
(spiralförmig angeordnet)



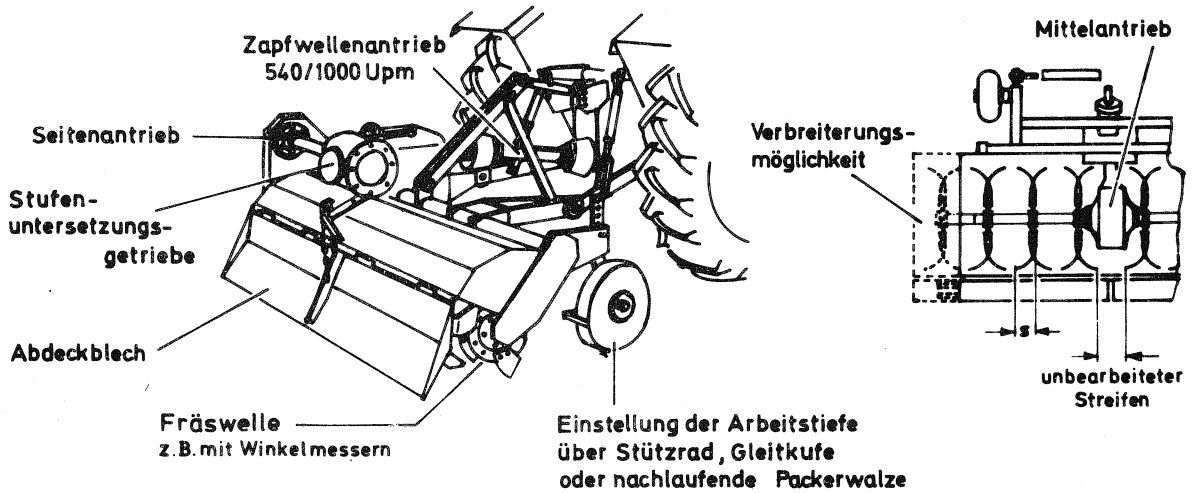
$$\text{Bissenlänge } L = \frac{\text{Fahrgeschwindigkeit } (v_F)}{\text{Einschläge/Zeiteinheit } (n \cdot z)} = \frac{10000 \cdot v_F}{6 \cdot n \cdot z} \text{ [cm]}$$

n = Fräswellen-  
drehzahl in Upm  
z = Anzahl der Werk-  
zeuge je Werkzeug-  
kranz

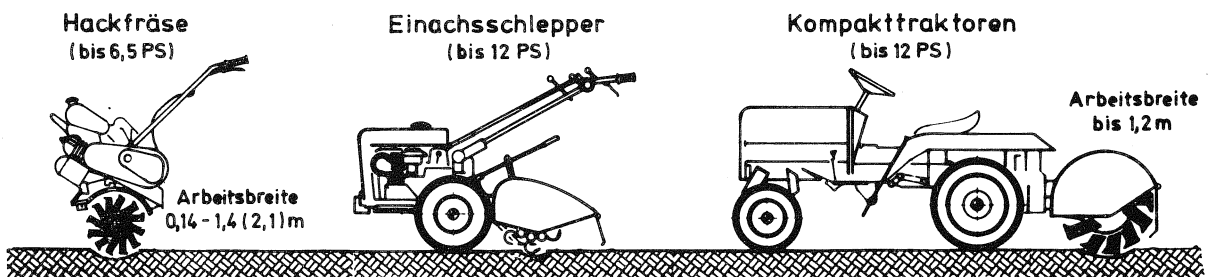
② Werkzeuge



③ Aufbau



④ Sonderbauarten



B -

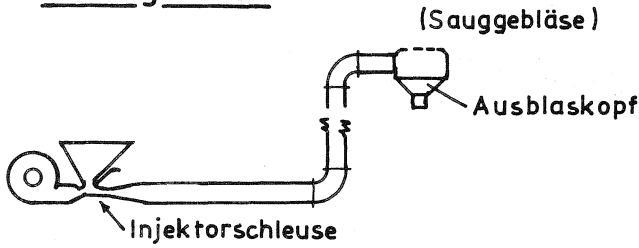
Bodenfräse

LANDTECHNIK  
WEIHENSTEPHAN  
Kromer/Pö 4.1.72

**Pneumatische Förderung** (Windgeschwindigkeiten von 20-25 m/s)

hoher Leistungsbedarf

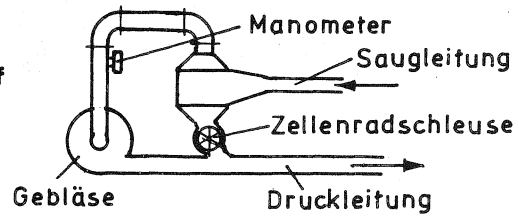
**Druckgebläse**



Preis: DM 1400.- (bei 5 PS  
7m Höhe, 20m Länge, 4 t/h)

Geeignet für verwinkelte Förderwege

**Saugdruckgebläse**



Mit Saugrüssel

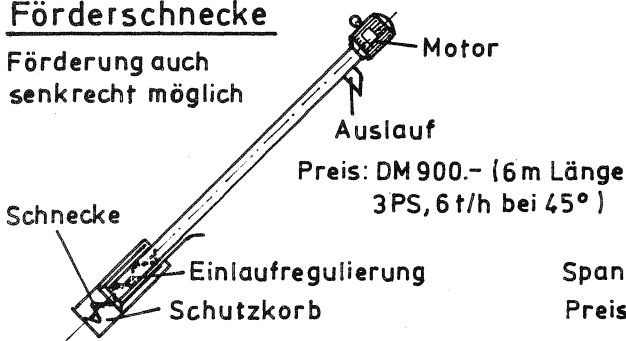
auch zur Behälterentleerung geeignet

Preis: DM 6000.- (11 KW, 8,5 t/h, 8m Höhe, 25m Länge)

**Mechanische Förderung** (Förderrichtung geradlinig, geringer Kraftaufwand für hohe Leistung)

**Förderschnecke**

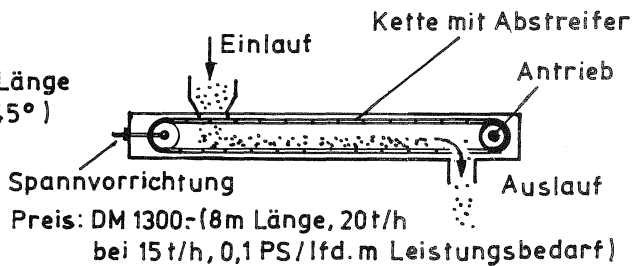
Förderung auch senkrecht möglich



Preis: DM 900.- (6m Länge  
3PS, 6 t/h bei 45°)

**Trogkettenförderer**

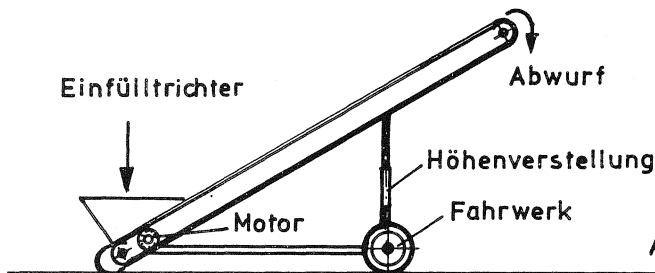
(nur geringe Steigung möglich)



Preis: DM 1300.- (8m Länge, 20t/h  
bei 15 t/h, 0,1 PS/lfd. m Leistungsbedarf)

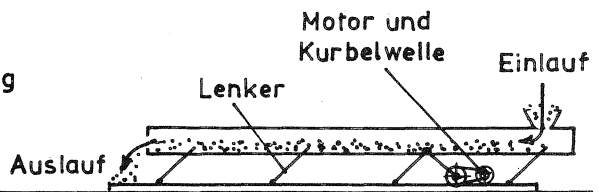
**Förderband**

Fördergut muß nicht rieselfähig sein,  
daher vielseitiger Einsatz  
Preis: DM 4700.- (Flexowell, 10m lang, 2 PS)



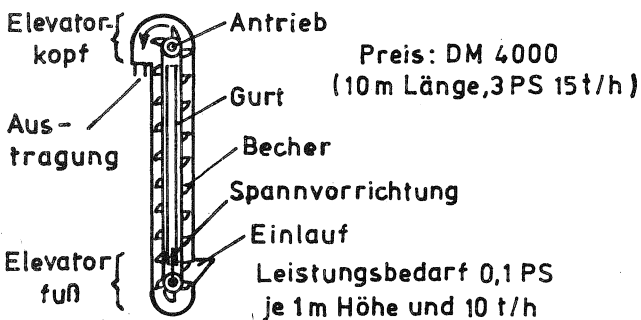
**Schüttelrinne**

Förderrichtung waagrecht  
Gefahr von Gebäudeschäden  
Preis: ca. DM 1300.-  
(bei 8m Länge; 12 t/h; 0,2 PS/lfd. m)



**Elevator**

Im allgemeinen nur Senkrechtförderung

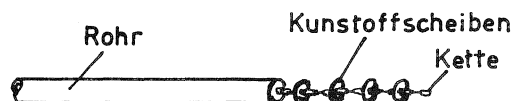


Preis: DM 4000  
(10m Länge, 3 PS 15t/h)

Leistungsbedarf 0,1 PS  
je 1m Höhe und 10 t/h

**Rohrkettenförderer**

Förderung in alle Richtungen möglich.  
Beliebig viele Annahme- und Abwurfstellen



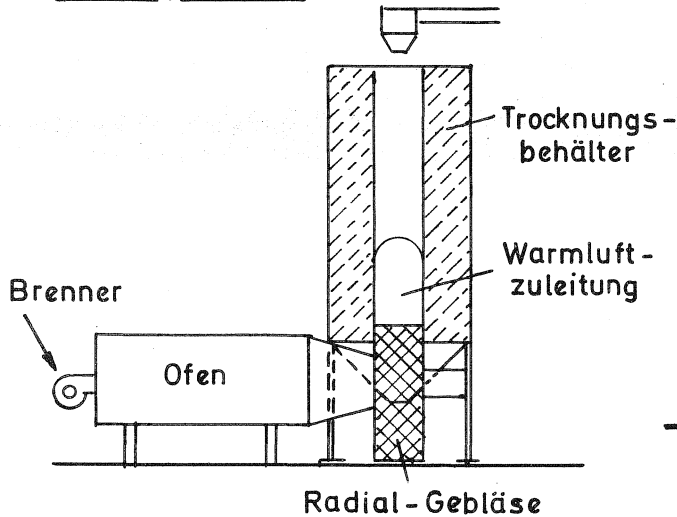
Preis: DM 5500.- (bei 10 m Förderhöhe  
und 20 m Förderweglänge)  
Leistungsbedarf: 3 PS bei 6 t/h  
20 m Förderhöhe und 80m Gesamtlänge

F -

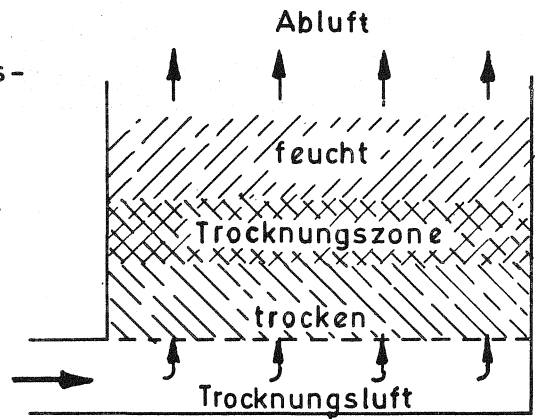
**Getreide-Förderung**

LANDTECHNIK  
WEIHENSTEPHAN  
Strehler Pö 17.1.71

**Prinzipskizze**

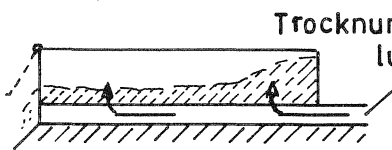


**Trocknungsverlauf im Satzrockner**

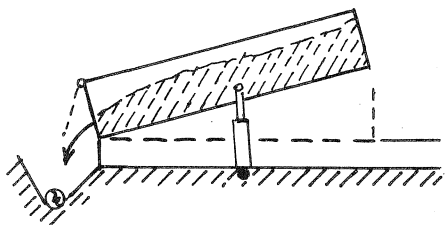


**Satz Trocknung** (Trockengut ruht, Kühlung erfolgt nach Abstellen des Ofens)

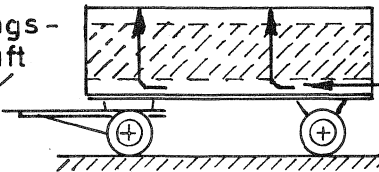
Darre, evt. mit Düsenboden



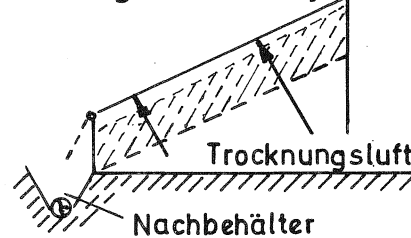
Kippdarre



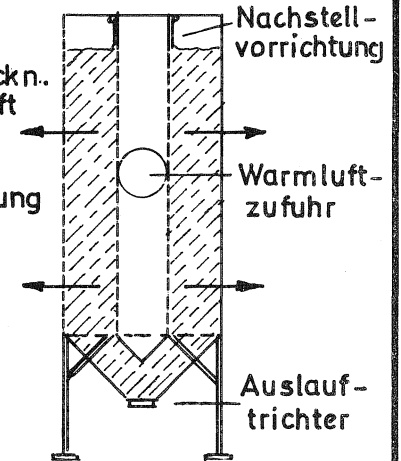
Wagentrocknung



Schrägtrockner

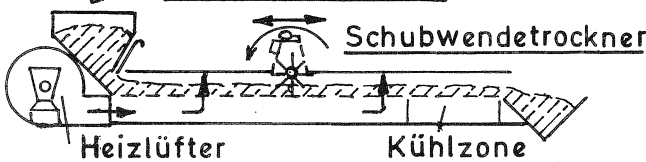


Silosatzrockner



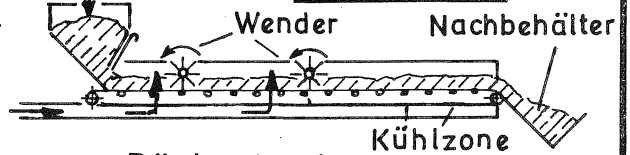
**Durchlauf Trocknung** (Trockengut in Bewegung, gesonderte Kühlzone)

im Flachbehälter



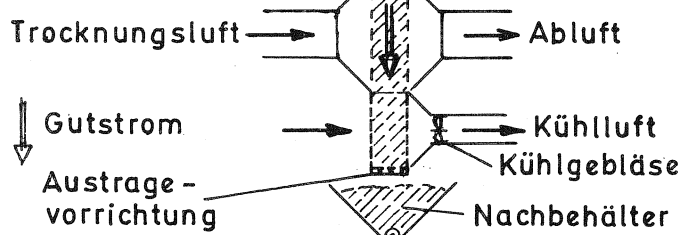
Vorratsbehälter

Bandrockner

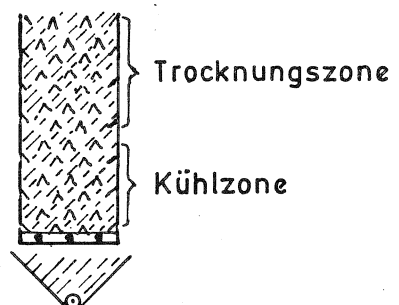


im Hochbehälter

Schachttrockner



Dächertrockner



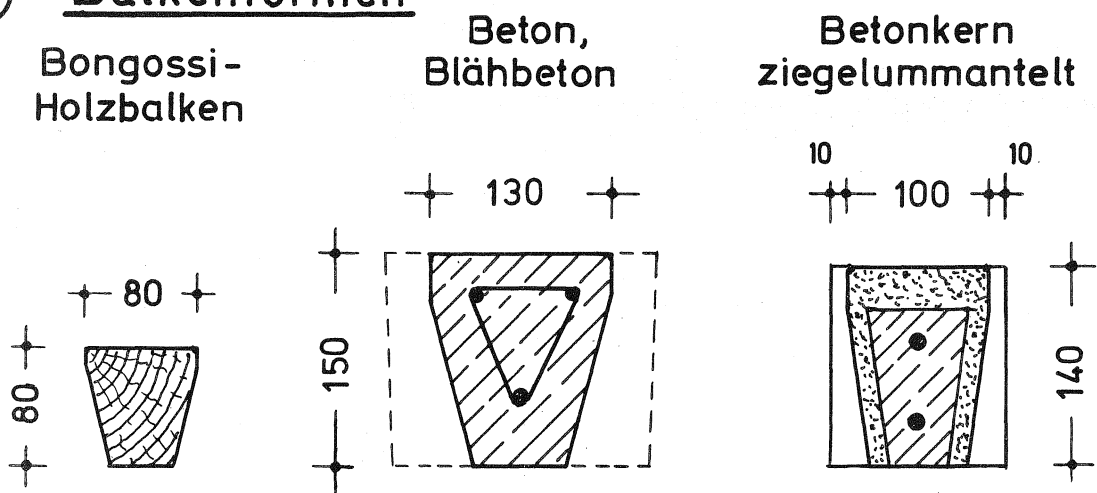
T -

**Körner-Trocknung**

LANDTECHNIK  
WEIHENSTEPHAN  
STREHLER, 14.1.72

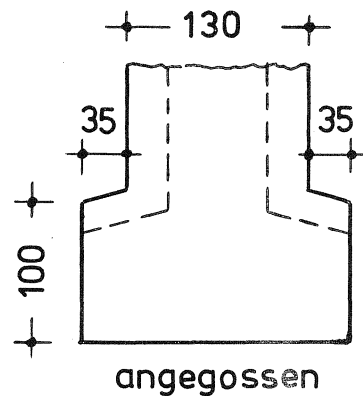


## ① Balkenformen



## ② Balken-Abstandhalter

1. Zwischenteile in Holz
2. in Beton einseitig oder beiderseitig angegossen



## ③ Abmessung u. Material nach Tierart

	Auftrittsbreite der Balken cm	Balken- abstand cm	Balken- material
Kälber	8 - 12	2 - 2,5	Bongossiholz
Jungvieh- Mastbullen	13	3,0 - 3,5	Bongossiholz Blähbeton od. Beton
Milchkühe (Teilspaltenboden)	13	3,5	Beton
Mastschweine	10 - 13	2,0 - 2,5	Blähbeton Ziegel, Beton

Boxberger

Abmessungen u. Material  
für Spaltenböden

LANDTECHNIK  
WEIHENSTEPHAN  
A.  
5.7.71

# Feldhäcksler

## Bauarten

# KTBL

KTBL-Arbeitsblatt

F-FU 102

Es gibt zwei Hauptgruppen von Feldhäckslern: **Exakthäcksler** und **Reißhäcksler**. Beide Bauarten haben ihre Vor- und Nachteile und ihre speziellen Einsatzbereiche.

### Exakthäcksler

Hierzu gehören Scheibenrad-, Trommel- und Anbau-Maishäcksler sowie die Häcksler-Ladewagen. Ein Exakthäcksler liefert in der Praxis folgende mittlere Häcksellängen (theoretische Schnittlänge jeweils noch kürzer):

- 1,0 bis 2,5 cm bei Silomais,
- 1,5 bis 3,0 cm bei Luzerne und Klee gras,
- 2,5 bis 4,0 cm bei Wiesengras,
- 8,0 bis 10,0 cm bei Belüftungsheu.

## 1. Scheibenrad-Feldhäcksler

Das Erntegut wird von Vorpreßwalzen zu einem festen, gepreßten Strang verdichtet und dem Schneidorgan – einem Messer- oder Scheibenrad – zugeführt. Dieses Scheibenrad ist eine etwa 10 bis 15 mm starke Stahlscheibe mit einem Durchmesser von 1080 bis 1200 mm, die mit 500 bis 700 U/min umläuft. Auf dieser Stahlscheibe sind Häckselmesser (maximal acht) und Wurfschaufeln angebracht.

Das **Verändern der Häcksellänge** ist durch folgende Maßnahmen möglich:

1. Veränderung der Einzugsgeschwindigkeit;
2. Veränderung der Scheibenrad-Drehzahl;
3. Veränderung der Messerzahl.

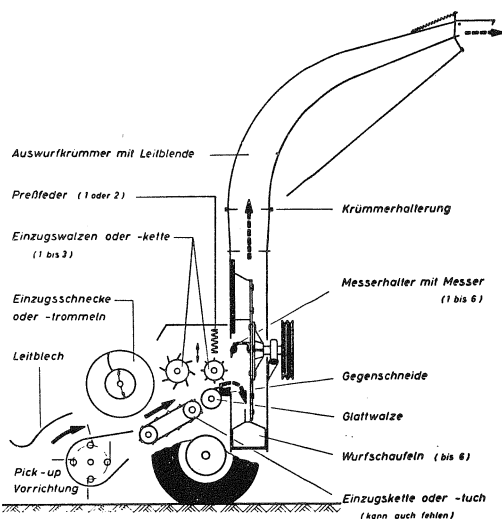


Abb. 1: Scheibenrad-Feldhäcksler

Exakt scharf geschliffene Messer sind Voraussetzung für einwandfreien Schnitt. Bei unscharfen Messern und schlechter Anstellung der Messer zur Gegenschneide erhöht sich außerdem die erforderliche Schnittkraft und damit der notwendige Leistungsbedarf.

Das große Schwungmoment der Scheibe ermöglicht es, daß solche Feldhäcksler oft auch mit kleineren Schleppern (50 PS) noch sicher arbeiten können.

Für das Aufnehmen von Schwadgütern ist der Scheibenradhäcksler mit einer Pick-up-Trommel ausgerüstet, für die Ernte von Silomais wird zweckmäßigerweise ein Maisvorsatz (Maisgebüß) verwendet.

Zur Einhaltung einer exakten Schnittlänge und eines minimalen Leistungsbedarfes ist es erforderlich, die Messer an Exakthäckslern etwa nach folgenden Erntemengen zu schleifen (im Häcksler eingebaute Schleifvorrichtungen wurden zum Teil verwendet):

- |                        |                                   |
|------------------------|-----------------------------------|
| angewelktes Wiesengras | 30 bis 50 t (3–5 ha Erntefläche), |
| Klee gras, Luzerne     | 45 bis 60 t (3–5 ha Erntefläche), |
| Silomais               | 100 t (2–3 ha Erntefläche).       |

Diese Werte gelten für alle Exakthäcksler.

## 2. Trommel-Feldhäcksler

Schneid- und Wurforgan dieser Feldhäcksler ist eine Messertrommel. Die Messer sind so ausgebildet, daß sie nicht nur das aufgenommene Gut schneiden, sondern es auch

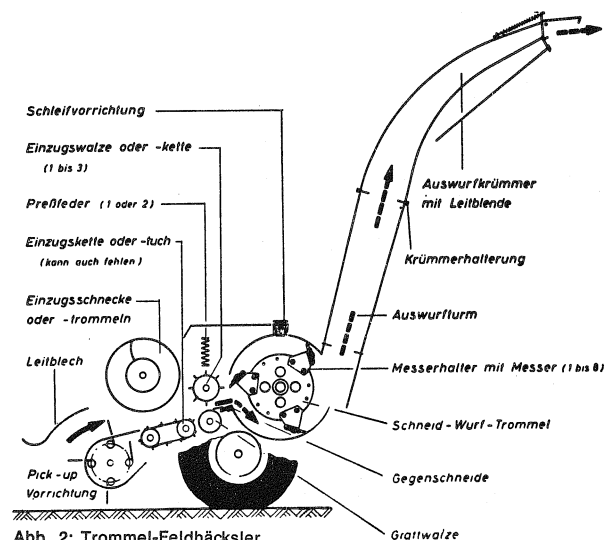


Abb. 2: Trommel-Feldhäcksler

auf den Wagen werfen. Auf der Trommel können bis zu neun Messer angebracht werden. Bei 1000 U/min der Trommel ergibt das 9000 Schnitte pro Minute. Das Erntegut wird dem Schneideorgan auf die gleiche Weise wie beim Scheibenradhäcksler, nämlich mit Hilfe von Vorpreßwalzen, zugeführt. Auch die Verstellung der Häcksel-länge erreicht man auf die gleiche Art und Weise wie beim Scheibenradhäcksler, nur darf beim Trommel-Feldhäcksler die Drehzahl der Trommel nicht geändert werden. Wegen der geringen Trommelmasse ist eine konstante hohe Drehzahl zum Schneiden und Werfen notwendig.

Neben der kompakteren Bauweise des Trommel-Feldhäckslers besteht sein großer Vorteil darin, daß sich die Messer durch eine eingebaute Schleifvorrichtung in kürzester Zeit nachschleifen lassen, ohne die Messer dafür ausbauen zu müssen. Geschwadertes Erntegut wird wie beim Scheibenrad-Feldhäcksler mit der Pick-up-Trommel aufgenommen, Silomais durch einen Maisvorsatz (Maisgebiß).

Für Direktschnitt aus dem stehenden Bestand werden von einzelnen Firmen Mähvorsätze für den Häcksler angeboten.

Die Zahl der hergestellten Trommel-Feldhäcksler hat sich auf Kosten der Scheibenrad-Feldhäcksler in den letzten Jahren beträchtlich erhöht.

### 3. Anbau-Maishäcksler

Anbau-Maishäcksler sind Trommel- oder Scheibenrad-Feldhäcksler, die ausschließlich zum Ernten von Silomais konstruiert sind. Sie werden an dem Dreipunktkraftheber des Schleppers angebaut. Das Gewicht der Häcksler beträgt rund 400 kg. Auf Wunsch ist die Verwendung eines zusätzlichen Stützrades möglich. Das Schlepperzugmaul bleibt frei für die Anhängung auch einachsiger Wagen. Eine ausreichend tragfähige Schlepperbereifung (nicht unter 11") ist notwendig. Schlepper unter 35 bis 40 PS sollten nicht eingesetzt werden. Auch die Verwendung von stärkeren Schleppern (über 65 PS) ist nicht ratsam, es sei denn, die höhere Motorleistung wird nur zur Erhöhung der Zugkraft, nicht aber zur Beschleunigung der Arbeit benutzt.

Die Anbau-Maishäcksler liefern exaktes, einwandfrei geschnittenes Häckselgut. Ihr konstruktiver Aufbau entspricht dem des Trommel- beziehungsweise des Scheibenrad-Feldhäckslers. Eine besonders leichte Ausführung arbeitet mit einem waagrecht liegenden Scheibenrad, dem die Maisstengel stehend von oben nach unten zugeführt werden. Gegenschneide und Vorpreßwalzen sind nicht vorhanden. Die erzielbare Häckselhöhe ist größer als bei den anderen Anbau-Maishäckslern.

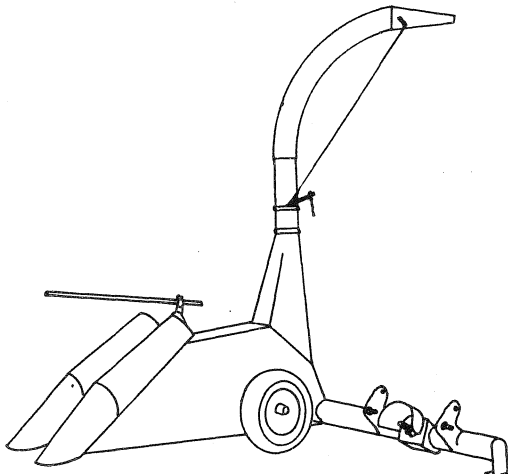


Abb. 3: Anbau-Maishäcksler

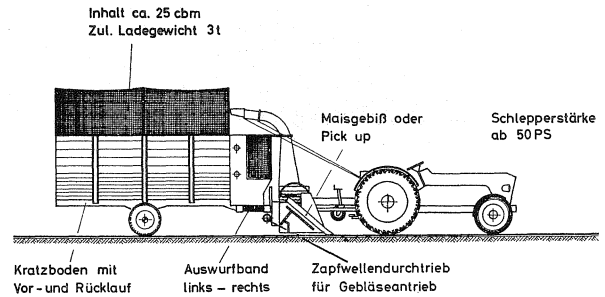


Abb. 4: Häcksler-Ladewagen

Die Verwendung einer Pack-up-Trommel oder das Häckseln von Schwadgütern ist auf Grund der geringen Schnittkastenbreite mit Anbau-Maishäckslern grundsätzlich nicht möglich.

### 4. Häckslerladewagen

Transportfahrzeug und Häcksler bilden eine Einheit. Sie sind fest miteinander verbunden. Als Häcksler werden sowohl Trommel- als auch Scheibenrad-Feldhäcksler verwendet. Sie sind in der Lage, Schwadgüter und Silomais (Maisgebiß) zu häckseln. Der Wagen ist mit Kratzboden und vorn liegenden Verteilerwalzen ausgerüstet. Eine dosierte Entleerung des Wageninhalts ist ebenso möglich wie Schnellentleerung.

Der Schlepper vor dem Wagen ist zugleich Häcksler-, Transport- und Abladeschlepper. Über einen Zapwellenschluß kann vom Wagen her das Silobefüllgebläse mit angetrieben werden. Eine Firma verwendet bei ihrem Häckslerladewagen gleichzeitig den Häcksler als Abladegerbläse.

### 5. Schlegel-Feldhäcksler

Schlegel-Feldhäcksler haben keine Pick-up-Vorrichtung, keine Vorpreßwalzen und auch keine feststehenden Häckselmesser. Das Erntegut wird entweder aus dem stehenden Bestand in einem Arbeitsgang gemäht, gehäckselt und auf den Wagen geladen, oder aber aus einem vorher ge-

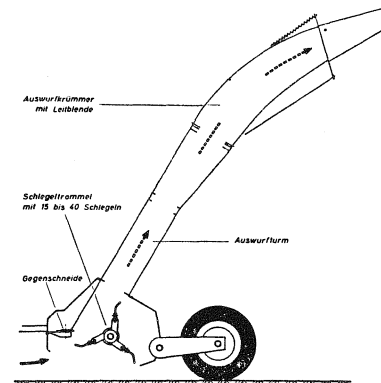


Abb. 5: Schlegel-Feldhäcksler

zogenen Mähswad aufgenommen. Das Schneidwerk ist gleichzeitig Mäh- und Förderorgan. Es besteht aus einer Schlegelwelle, die gegenläufig zur Fahrtrichtung umläuft. Kleine Schlegel-Feldhäcksler von 1,10 m Arbeitsbreite haben 16 bis 22, große von 1,30 bis 1,50 m Arbeitsbreite 26 bis 30 Schlegel. Die Umlaufgeschwindigkeit der

Trommel läßt sich durch Umstecken von Keilriemenscheiben in mehreren Stufen regeln (zwischen 1000 und 1700 U/min). Dadurch läßt sich die Häcksellänge etwas beeinflussen. Es ist aber keine genaue Einstellung der Häcksellängen und auch kein exaktes Häckseln möglich. Der Anteil an Überlängen ist groß, das Häcksel ist mehr zerrissen als zerschnitten. Die Qualität des Häckfels genügt den Anforderungen der mechanischen Silageentnahme mit der Silofräse nicht. Bei Bodenunebenheiten und losem Boden wird unter Umständen Erde mit aufgenommen.

Der Schlegel-Feldhäcksler ist einfach und robust in seiner Bauart. Er wird sowohl als seitlich angebaute als auch als gezogene Maschine geliefert.

Eine Sonderbauart stellt der sogenannte **Chopper** dar, bei dem das geschlegelte Gut nochmals von einem schneidenden Zusatzgebläse geschnitten wird. Exakte Häcksellängen, vergleichbar mit Trommel- oder Scheibenrad-Feldhäckslern, sind aber dadurch nicht zu erreichen.

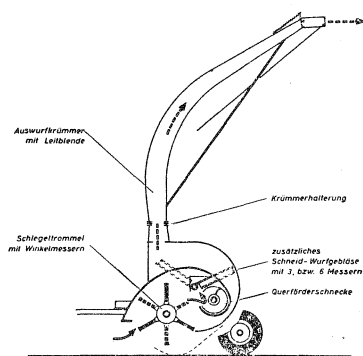


Abb. 6: Schlegel-Feldhäcksler „Chopper“

## 6. Anbau-Feldhäcksler

Grundsätzlich hat die Verbindung des Schleppers mit dem Häcksler keinen Einfluß auf den technischen Aufbau der Zufuhr- und Häckselorgane. Man unterscheidet zwischen gezogenen Feldhäckslern (auch Feldhäcksler-Ladewagen) und Seitenwagen-Feldhäckslern. Der Baugröße der einzelnen Häckselemente sind jedoch beim Anbauhäcksler, der vom Dreipunktkraftheber des Schleppers getragen wird, gewisse Grenzen gesetzt. Durch diese Gewichtsbeschränkung bleibt dieser Häcksler vornehmlich den Schleppern der mittleren Leistungsklasse vorbehalten. Schleppergetriebene Großfeldhäcksler werden in gezogener oder Seitenwagenbauart hergestellt.

Seitenwagen-Feldhäcksler laufen und arbeiten neben dem Schlepper, so daß der Wagen unmittelbar am Schlepper hängt; dieser kürzere Zug ergibt bessere Wendigkeit, kleineres Vorgewende und größere Hangsicherheit. Die Verwendung von einachsigen Wagen macht bei dieser Anhängung keine Schwierigkeiten.

Die Arbeitsverfahren und erzielbaren Leistungen mit Feldhäcksler lassen sich durch die Wahl der Schleppergröße und der Zuordnung von Schlepper und Häcksler sehr unterschiedlich gestalten. Mitbestimmend für die Zuordnung von Schlepper und Häcksler ist auch, ob beim Häckselbetrieb ein- oder zweiachsige Häckselgutwagen verwendet werden sollen, oder ob im Parallelbetrieb gearbeitet wird, bei dem der Feldhäcksler auf einen nebenherfahrenden Wagen das Häckselgut fördern muß.

Der notwendige Leistungsbedarf einer Feldhäckslerkette läßt sich im allgemeinen ohne Kenntnis des Arbeitsverfahrens und der sonstigen Verhältnisse schwer pauschal angeben. Es müssen dafür zumindest die Faktoren Erntegut, Fahrgeschwindigkeit, Feldhäckslerbauart, Boden- und Geländebedingungen sowie Witterungsbedingungen berücksichtigt werden.

Als Faustzahl kann gesagt werden, daß der Durchsatz von einer Tonne Trockenmasse je Stunde bei Exakthäckslern eine Antriebsleistung von 4,5 PS erfordert. Der Leistungsbedarf für Zugkraft (Häckler und Wagen) und Rollwiderstand des Schleppers kommt noch hinzu. Schlegel-Feldhäcksler unterscheiden sich im Leistungsbedarf von Exakthäckslern vor allem im Leerlauf. Der Leerlaufbedarf beträgt bei Exakthäckslern etwa 4–5 PS, bei Schlegelfeldhäckslern etwa 10–13 PS.

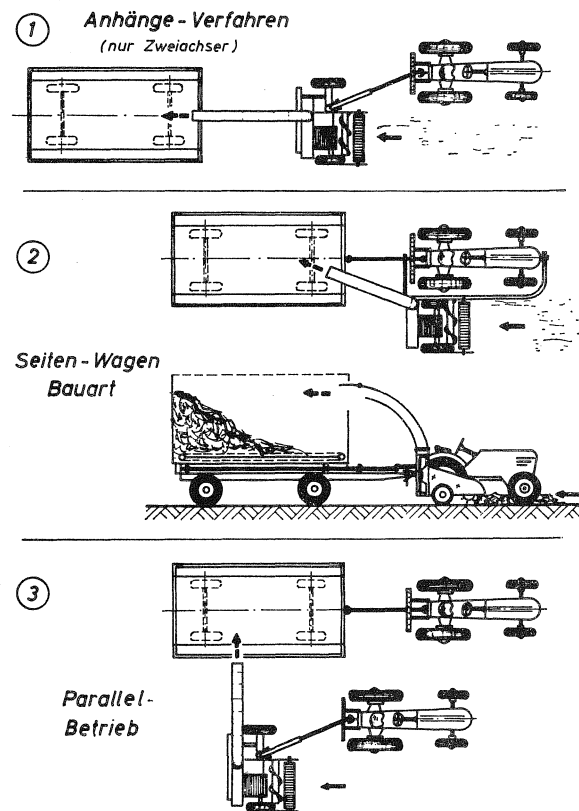
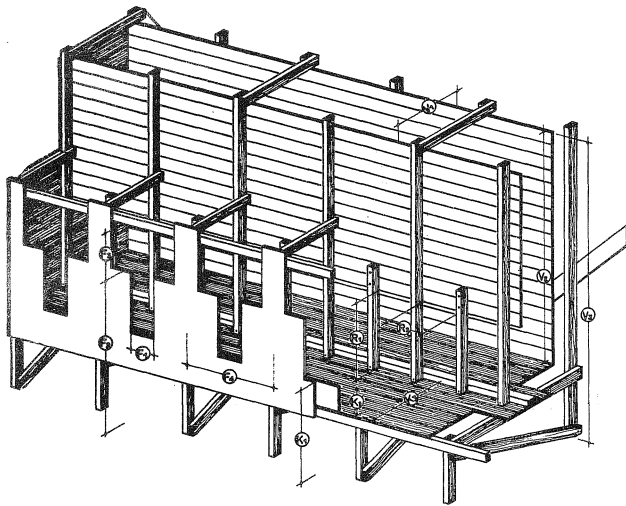


Abb. 7: Verschiedene Anordnung von Schlepper, Feldhäcksler und Wagen





	KÜHE	FÄRSEN MASTTIERE	JUNGTIERE	RELATION VON K1-K2-R1			
SPALTBREITE	F1 18	17	15				
HÖHE DES SPALTANSATZES	F2 125	120	115				
KOPFRAUMHÖHE	F3 35	35	25				
FRESSPLATZBREITE	F4 70-75	60-65	50				
HÖHE DER KRIPPENKANTE	K1 40-100	40-90	30-80	40-60	60-80	80-90	90-100
HÖHE DES KRIPPENRANDES	K2 10-40	10-40	10-30	40	20	15	10
KRIPPENBREITE	K3 50	45	45				
VORRATSSCHACHT BREITE	V1 50						
HÖHE DES VORRATSSCHACHTS	V2	JE NACH FUTTERVORRAT					
HÖHE DES RAUFENRITTERS	R1	40-90		40	50	70	90
ABSTAND DER RITTERSTÄBE	R2	~28					
GESAMTHÖHE DER RAUFE	V3	JE NACH BESCHICKUNGSGERÄT					

Abb. 1a: Isometrie der Raufe zur Vorratsfütterung im Laufstall

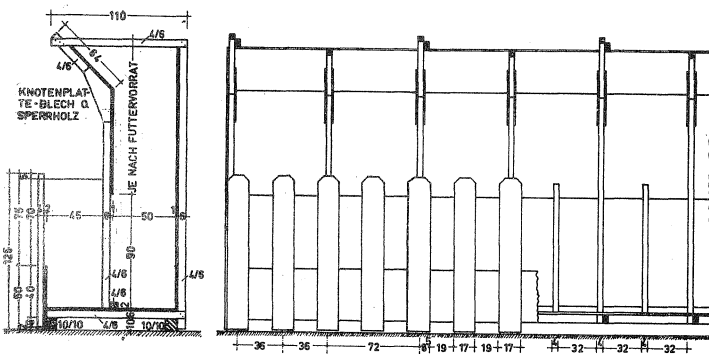
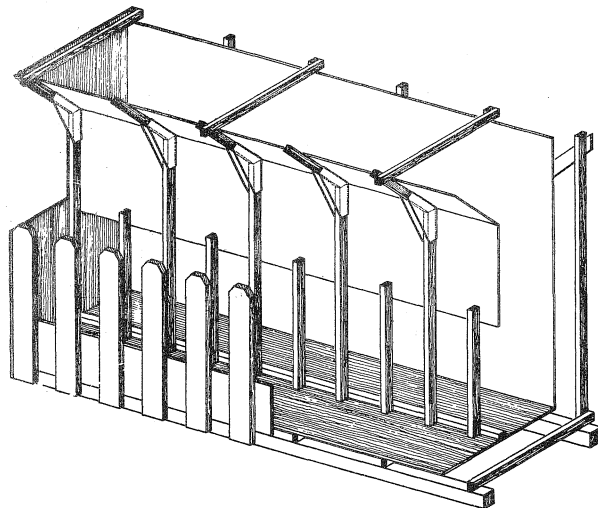


Abb. 2: Abwandlung der Vorratsraufen – Grundform für ein- oder zweiseitige Nutzung mit materialsparendem Freßgitter

- Der Vorratsschacht ermöglicht eine einmalige Vorgabe von Futter über einen längeren Zeitraum, ohne daß die Tiere den gesamten Futtervorrat durchwühlen können. Sie gelangen nur im unteren Teil des Vorratsschachtes durch ein Raufengitter an das Futter und können nur soviel entnehmen, wie sie jeweils auch verzehren.

Vorratsraufen können nicht nur als ortsgebundene Raufe, sondern auch als mobiler Raufenwagen und speziell für die Grünfütterung auch als Laderaufenwagen gebaut werden.

### 3. Konstruktionsbeispiele

#### 3.1 Ortsgebundene Raufen (Abb. 1 u. 2)

Ortsgebundene Raufen werden vorzugsweise für die Fütterung von Heu und Silage verwendet. Sie können direkt auf den Boden aufgesetzt werden, so daß sie verhältnismäßig einfach zu gestalten sind.

Die Abbildung 2 zeigt eine Bauform, welche, je nach baulicher Anlage, ein- oder zweiseitig genutzt werden kann. Die gesamte Raufe wird zweckmäßigerweise in Holz ausgeführt. Abweichend vom Grundmodell (Abb. 1) wurde mit dem Beispiel der Abbildung 2 eine besonders materialsparende Freßgitterform gewählt, die aus 17 cm breiten und 40 mm starken Hartholzriegeln besteht. Dadurch ergibt sich die doppelte Anzahl von Freßöffnungen auf gleicher Länge gegenüber den sonst vorgeschlagenen Freßgitterformen. Allerdings kann von den Tieren nur jeder zweite Spalt als Freßplatz genutzt werden. Bei freier Aufstellung im Laufhof ist eine zusätzliche Überdachung erforderlich.

#### 3.2 Raufenwagen (Abb. 3)

Bei größeren Entfernungen zwischen Futterlager und Stall empfiehlt sich der Einsatz von Raufenwagen, die für die Verfütterung von Heu, Silage und Grünfütterung geeignet sind. Diese mobilen Raufen werden am Futterplatz gefüllt, mit dem Schlepper in den Laufhof gezogen und dort zur Futterentnahme durch die Tiere abgestellt. Der Raufenwagen kann ein leicht rangierbares Einachsfahrzeug sein. Hierzu werden auf eine Fahrzeugachse zwei Träger 90 x 30 mm aufgeschraubt, auf denen wiederum der Krippen- und Schachtboden befestigt wird. Das Freßgitter ist in dem aufgeführten Beispiel aus wetterfest verleimten Tischlerplatten hergestellt. Es kann aber auch ein Freßgitter aus gebogenen Metallrohren verwendet werden. Wird der Raufenwagen auf einem offenen Laufhof eingesetzt, muß er ein Klappdach haben, welches sich zum Auffüllen des Wagens öffnen läßt.

#### 3.3 Laderaufenwagen (Abb. 4 u. 5)

Der Laderaufenwagen ist eine Sonderlösung des Raufenwagens für die Sommerstallfütterung mit Grünfütterung. Dafür werden Vorratsraufen auf vorhandene Ladewagen aufgebaut. Aus diesem Grund muß sich die gesamte Konstruktion der Raufe den jeweiligen Serienfabrikaten anpassen. Von entscheidender Bedeutung ist dabei die Plattformhöhe des Ladewagens über dem Boden.

Der Tieflader (Abb. 4) bietet wegen seiner niedrigen Plattform besonders günstige Voraussetzungen für einen Umbau zum Laderaufenwagen. Bei dem aufgeführten Beispiel wurde der Krippenboden in Verbreiterung der Wagenplattform an den serienmäßigen Aufbau angehängt. Das Freßgitter ist ebenfalls fest mit dem Aufbau verbunden. An einem kleineren Tieflader lassen sich 14 Freßplätze, an einem Großraumladewagen 20 Freßplätze unterbringen, so daß diese Laderaufenwagen für 28 beziehungsweise 40 Tiere ausreichen.

Beim Normalladewagen (Hochlader) (Abb. 5) bereitet bei einigen Fabrikaten die Höhe der Wagenplattform Schwierigkeiten. Diese Höhe sollte möglichst 95 cm nicht übersteigen, da sonst der Freßbereich der Tiere zu stark eingeengt wird. In dem gezeigten Beispiel dient die

serienmäßig vorhandene aufklappbare Bordwand als Futterkrippe. Der obere Rand dieser Bordwand ist mit einem Freßgitter verbunden, welches beim Schließen nach oben klappt.

#### 4. Bauliche Voraussetzungen für den Einsatz von Vorratsraufen

Die Größe des Freßplatzes wird durch die Fütterungseinrichtung und durch den Raumbedarf der fressenden Tiere bestimmt. Die Abmessungen der Vorratsraufe wiederum werden durch Tierzahl und Freßplatzbelegung festgelegt (Abb. 6). Vor der Vorratsraufe ist ein Raum von 3 m Tiefe vorzusehen. Von dieser Raumtiefe werden 2 m vom fressenden Tier beansprucht. Zusätzlich ist mindestens 1 m Raumtiefe erforderlich, der den Tieren ungehinderten Zugang zur Vorratsraufe bietet. An beiden Schmalseiten der Raufe muß ein Freiraum von etwa 2 m vorhanden sein, der es schwächeren Rindern ermöglicht, überlegenen Tieren auszuweichen.

Weitere Anforderungen an die Abmessungen des Freßplatzes werden durch die Mechanisierung der Futterbeschickung und des Futtertransports gestellt. So müssen beim Einsatz des Frontladers zum Füllen ortsgewandener Raufen entsprechend hohe Tore und genügend große Rangierflächen vorhanden sein. Die Raufen sind so aufzustellen, daß sie das Entmisten der Lauffläche nicht behindern. Beim Einsatz des Raufenwagens ist eine Durchfahrtsmöglichkeit am Futterplatz empfehlenswert. Mindestens aber sollten lange Wege innerhalb des Stalles vermieden werden und Tore von 3 m Weite gewählt werden, um das rückwärtige Hineinstoßen des Raufenwagens zu erleichtern.

Die klimatischen Bedingungen erfordern eine Überdachung des Freßplatzes, um Futter und Tier vor Niederschlägen zu schützen. In extremen Klimatalagen empfiehlt sich die Fütterung in geschlossenen Gebäuden, wobei allerdings auf eine Wärmedämmung des Raumes verzichtet werden kann.

#### 5. Der Einsatz von Raufen und Raufenwagen

Zur Silagefütterung eignen sich – je nach Entfernung zwischen Stall und Silo – feste Raufen und Raufenwagen. Ortsgebundene Raufen sind bei Entfernungen von weniger als 50 m zwischen Stall und Silo zu empfehlen. Hier ist es zweckmäßig, die Futterentnahmegerate gleichzeitig zum Transport der Silage in den Stall und zum Füllen der Raufe einzusetzen. So eignet sich in Verbindung mit dem Flachsilo der Frontlader, beim Hochsilo der Schienengreifer. Sind die Silos mehr als 50 m vom Stall entfernt, ist aus arbeitswirtschaftlichen Gründen der Raufenwagen zu bevorzugen. Zum Füllen eignen sich – je nach Siloform – Frontlader, Heckschwenkheber, Drehkran oder Schienengreifer.

Eine Vielfalt von Mechanisierungsketten ist auch bei der Heufütterung möglich. Zum Befüllen fester Raufen bei deckenlastiger Heulagerung empfiehlt sich Handarbeit, bei Flachlagerung und Transportwegen bis zu etwa 30 m die Verwendung des Schienengreifers. Bei größeren Entfernungen zwischen Lager und Stall ist der Raufenwagen günstiger.

Raufenwagen lassen sich auch vorteilhaft zur Sommerstallfütterung mit Grün- und Heugut einsetzen. Sie werden auf dem Feld mit dem Frontlader oder dem Feldhäcksler gefüllt und auf dem Laufhof abgestellt. Besonders gut hat sich der Aufbau von Raufen auf Ladewagen bewährt. Diese Laderaufenwagen sind bei Herden ab 20 Tiere arbeitswirtschaftlich besonders günstig, da jeglicher Futterumschlag auf dem Hof entfällt.

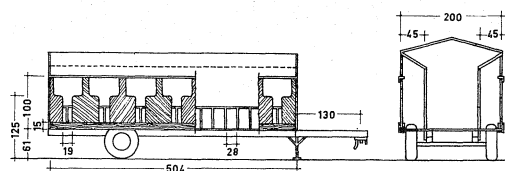


Abb. 3: Raufenwagen für die Fütterung von etwa 40 Tieren

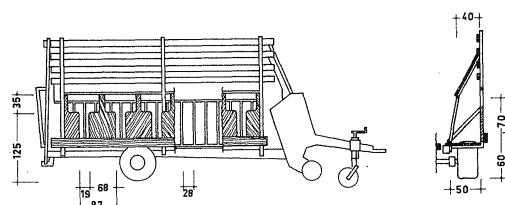


Abb. 4: Laderaufenwagen (Tiefflader)

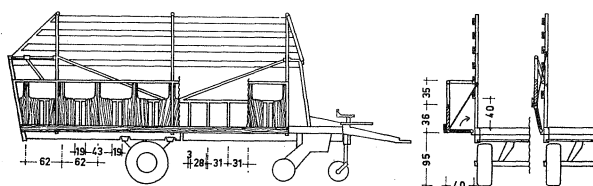


Abb. 5: Laderaufenwagen (Hochflader)

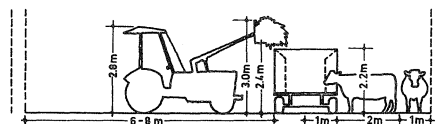
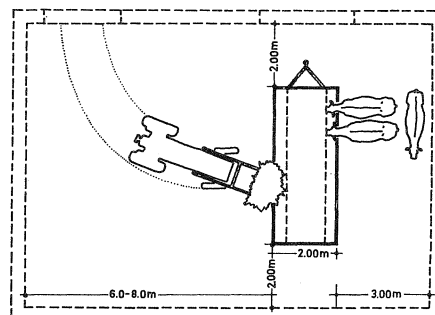


Abb. 6: Platzbedarf beim Füttern aus Vorratsraufen, die mit dem Schlepper-Frontlader beschickt werden

#### Literatur:

H. Schön: Voraussetzungen und Möglichkeiten einer Mechanisierung der Vorratsfütterung in Rinderlaufställen. KTBL-Berichte über Landtechnik Nr. 133.

KTBL-Leitsatz: Rindviehstall – Laufstall (R. 2.00)

KTBL-Musterblätter:

F. 3. 3: „Laufstall – Futterplätze“ (R. 2.40)

F. 3.24: „Versetzbare Laufhofkrippe“ (R. 2.44)

F. 5. 1: „Grundlagen Flachsilo“ (F. 1.21)

F. 5.14: „Leichtbedachung für Flachsilo“ (F. 1.23)

B. 5.15: „Überdachtes und verschiebbares Freßgitter für Flachsilos“ (F. 1.24)

Dieser Musterblattentwurf ersetzt folgende Musterblätter:

F. 3.18: „Heuraufen für Laufstall“ (R. 2.42)

F. 3.51: „Fütterungswagen für Laufställe“ (R. 2.41)

Zusammenstellung der angefertigten Diplomarbeiten

WS 1970/71 - WS 1971/72

- |                      |  |
|----------------------|--|
| 1. Mengetodt         | Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen bei der Bergung von Anwelksilage.  |
| 2. Bauer             | Erhebungen über die Laufstallhaltung von Milchvieh in Bayern.  |
| 3. Richter           | Literaturstudie über den Einfluß verschiedener Puls- und Vakuumverhältnisse auf Melkgeschwindigkeit und Eutergesundheit. |
| 4. Ponigl            | Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen in Freßboxenlaufställen.   |
| 5. Auernhammer       | Vergleich der Eigenmechanisierung mit einer überbetrieblichen Mechanisierung am Beispiel einiger Betriebe.               |
| 6. Karg              | Erforderliche Schlagkraft bei der Bergung von Anwelksilage.  |
| 7. Kadner            | Vor- und Nachteile einer Hochdruckballenbergung und -lagerung als Stapel oder ungestapelt.                               |
| 8. Berner            | Exaktfeldhäcksler mit Zusatzeinrichtungen (Recutter).  |
| 9. Sittard           | Bauliche und technische Modellkalkulation für einen Rindermastbetrieb.   |
| 10. Lorenz           | Technische Einrichtungen und bauliche Lösungen bei der Frühentwöhnung von Ferkeln.                                       |
| 11. F. Schmaunz      | Die Organisation der Zwischenlagerung und Ausbringung von Düngekalk in Bayern.   |
| 12. Hofmann.         | Mechanisierungsketten in der Grünland-Landschaftspflege.   |
| 13. A. Zacher        | Nachzerkleinerung von Mais und Rohfutter.  |
| 14. G. Schmelzer     | Einwagenverfahren des Hochdruckballen-Transportes.   |
| 15. A. Windpassinger | Chemische und thermische Behandlung von Halmfutter zur Verkürzung der Vorwelkzeit.                                       |
| 16. G. Hansen        | Einfluß der Saattechnik bei MB-Maschinen auf Keimung und Pflanzenwachstum.   |
| 17. H. Schamel       | Arbeitszeitstudien in Melkkarussellen.   |
| 18. Sarreiter        | Verbesserung der Einrichtung eines Sperrboxenstalles.  |

Zusammenstellung der Dissertationen

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. Rager, Karl Theodor  | Abwassertechnische und wasserwirtschaftliche Probleme der Massentierhaltung. (1970)   |
| 2. Zeisig, Hans-Dieter  | Die Trocknung des Hopfens mit erhöhten Heißlufttemperaturen unter Berücksichtigung ihrer Anwendung in der Darre und im Bandtrockner. (1970) |
| 3. Deininger, Friedrich | Baulich technische Einrichtungen und Kosten der hofeigenen Getreidelagerung und Futteraufbereitung. (1971)                                  |
| 4. Ordolf, Dieter       | Der Arbeitszeitbedarf beim Melken in Melkständen und die wichtigsten Einflußfaktoren.   |



Verzeichnis der Veröffentlichungen 1. 7. 1969 - 31. 3. 1972

- Wenner, H. L. : Die zukünftige Entwicklung der Agrarproduktion und ihre Auswirkung auf die Landtechnik.  
Bericht der LAV-Tagung 1971, Masch. Bau-Verlag Frankfurt 1971.
- Wenner, H. L. : Neuere landtechnische Entwicklungen in der Rindviehhaltung.  
Schön, H. : Bayer. Landw. Jahrbuch 48 (1971), Sonderheft 1, S. 88 - 106.
- Wenner, H. L. : Optimale Buchten - und Melkzeugzahl beim Fischgrätenmelkstand.  
Schön, H. : Der Tierzüchter 23 (1971), H. 2, S. 41 - 44.  
Pertzsch, C. L. :
- Wenner, H. L. : Einsatz der Technik in größeren Milchviehbeständen.  
Schön, H. : Landtechnik 25 (1970), H. 23/24, S. 724 - 727.
- Wenner H. L. : Rationelle Aufstallungsformen und Arbeitsverfahren für die Rindermast.  
Schön, H. : DLG Archiv 45 (1969), S. 35 - 49.
- Wenner, H. L. : Aufgaben der Landtechnik in Gegenwart und Zukunft.  
Isensee, E. : Landtechnik 24 (1969), H. 6, S. 150 - 155.  
Schön, H. :
- Wenner, H. L. : Grünfütterernte.  
Generalbericht VII CIGR-Kongreß Baden-Baden 1969, Band 8, S. 215 - 225.
- Wenner, H. L. : Vom Bauernhof zur landwirtschaftlichen Produktionsstätte.  
Elektrizität 21 (1971), Heft. 1
- Wenner H. L. : Carl Heinrich Dencker.  
Bonner Gelehrte - Beiträge zur Geschichte der Wissenschaften in Bonn, Bouvier-Röhrscheid, Bonn 1971.
- Wenner, H. L. : Der Einfluß der Witterung auf die Sauerstoffaufnahme von Silohochbehältern.  
Meiering, A. G. : Fortschritt-Berichte des VDI, Reihe 14, Nr. 12 1970.
- Wenner, H. L. : Mechanisierung der Hoftransporte.  
Lutz, D. : Landtechnische Forschung 19, Heft 2 (1971).  
Isensee, E. :
- Wenner, H. L. : Die bisherige und die zukünftige Entwicklung der Landtechnik in der BRD.  
Internationale Tagung der Maschinenringe, Berlin 1972, Manuskriptdruck KTBL.
- Boxberger, J. : Vorschläge zur technischen Ausrüstung bäuerlicher Familienbetriebe (Außenwirtschaft).  
Bayer. Landw. Jahrbuch 46 (1969), Sonderheft 2.
- Boxberger, J. : Mastbullen: angebunden, in Liegeboxen oder auf Vollspaltenboden.  
Teil I: Übersicht 20 (1969) 847 - 851, Teil II: Übersicht 20 (1969) 938 - 942,  
Teil III: Übersicht 21 (1970) 41 - 46.
- Boxberger, J. : Die Reduzierung des Arbeitsaufwandes als Ausgangspunkt bei der Planung, dargestellt an Beispielen der Rindviehhaltung.  
Beitrag zur CIGR-Tagung 1969 in Baden-Baden.
- Boxberger, J. : Der Schlepper für den Lohnunternehmer.  
Lohnunternehmen 25 (1970), 80 - 84.

- Boxberger, J.: Technische Entwicklungen im Rindviehlaufstall.  
Eichhorn, H.: Landtechnik 25 (1970), 538 - 542.  
Seufert, H.:
- Boxberger, J.: Mastbullen im Laufstall mit Tiefeinstreu.  
Übersicht 21 (1970), 674 - 679.
- Boxberger, J.: Flüssigmist; Entmistung, Lagerung, Ausbringung.  
Eichhorn, H.: Beton-Verlag, Düsseldorf 1970  
Seufert, H.:
- Boxberger, J.: Bullenmast im Vollspaltenbodenstall.  
Seufert, H.: Der Tierzüchter 22 (1970), 673 - 676
- Boxberger, J.: Kleine Schritte bei großen Schleppern.  
Lohnunternehmen 25 (1970), 318 - 321.
- Boxberger, J.: Entwicklungstendenzen bei landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden.  
Eichhorn, H.: Deutsche Bauernzeitung Nr. 49/1970.
- Boxberger, J.: Einrichtungen für das Füttern und für die Flüssigmistlagerung.  
Übersicht 21 (1970), 200 - 207.
- Boxberger, J.: Neues für die Silomaisernte.  
Übersicht 21 (1970), 986 - 989.
- Boxberger, J.: Haltungsverfahren für Kälbermast.  
Der Tierzüchter 23 (1971), 20 - 22.
- Boxberger, J.: Neues und Bewährtes bei Rindviehställen.  
Übersicht 22 (1971), 21 - 28.
- Boxberger, J.: Arbeitssparende Haltungsverfahren für Rindvieh.  
Manuskriptdruck Nr. 22, Kuratorium für Technik und Bauwesen, Frankfurt 1970.
- Boxberger, J.: Sperrboxen in der Erprobung.  
Bayer. Landw. Wochenblatt 160 (1971), Heft 14, S. 19.
- Boxberger, J.: Melkräume mit 2 x 4 Melkbuchten.  
Arbeitsblatt ALB-Bayern, Bauen auf dem Lande 22 (1971), Heft 2.
- Boxberger, J.: Kälber auf Vollspaltenboden.  
Frey, J.: Übersicht 22 (1971), S. 516 - 520.
- Boxberger, J.: Einrichtung und Betrieb von Mastkälberställen.  
Bernner, H.: Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft Frankfurt 1971.  
Eichhorn, H.:  
Groth, W.:
- Boxberger, J.: Wechselbeziehungen zwischen mechanisierten Fütterungsverfahren und Haltungssystemen  
in der Rindfleischproduktion.  
CIGR-Bericht Paris 1971, Thema II, S. 153 - 162.
- Boxberger, J.: Ausführungen und Anwendungsbereiche elektrisch angetriebener Entmistungsanlagen in  
größeren Stallungen.  
CIGR-Bericht Piacenza 1971.
- Boxberger, J.: Einstreulose Stallhaltung, Möglichkeiten und Grenzen.  
Betonlandbau 10 (1971), 83 - 88

- Boxberger, J.: Neuzeitliche Schweineställe und Tiergesundheit.  
Schweinezucht und Schweinemast 19 (1971), 332 - 334.
- Boxberger, J.: Weniger Handarbeit für die Milch.  
Landwirtschaftsspiegel LS 671 (1971) 68 - 70 und Mitt. d. Kraft GmbH, H. 3 (1972), 4 - 7.
- Boxberger, J.: Großvorführung am Schlüterhof.  
Übersicht 22 (1971), 936 - 940.
- Boxberger J.: Anlagen und Geräte für die mechanische Entmistung.  
KTBL-Musterblatt Frankfurt 1969.
- Boxberger, J.: Der Kurzstand-Anbindestall.  
Übersicht 23 (1972), 184 - 191.
- Eichhorn, H.: Bau, Klimatisierung und Einrichtung von Zucht- und Mastschweineställen.  
Bauen auf dem Lande 20 (1969), H. 7, S. 198 - 207.
- Eichhorn, H.: Haltungsgerechte Aufstallungen für Zucht- und Mastschweine.  
Bayer. Landw. Jahrbuch - Sonderheft 4 - (1969), S. 55 - 73.
- Eichhorn, H.: Liegeboxen, Faltschieberanlagen und Dunglagerstätten.  
Seufert, H.: Die Landtechn. Zeitschrift 20 (1969), H. 12, S. 758 - 764.
- Eichhorn, H.: Stallbau und Mechanisierung in der Rindviehhaltung.  
Feld und Wald 89 (1970), H. 1, S. 5; H. 2, S. 5; H. 3, S. 5 - 6; H. 4, S. 5 - 6.
- Eichhorn, H.: Flüssigmist.  
Boxberger, J.: Betonverlag, Düsseldorf 1970.  
Seufert, H.:
- Eichhorn, H.: Beweggründe zur Planung neuer Stallformen für Rindvieh.  
Schriften der Arbeitsgemeinschaft Technik und Bau in der Tierhaltung (KTBL) Nr. 22 (1970), S.
- Eichhorn, H.: Größere Mähdrescher, besserer Drusch, mehr Komfort,  
Landwirtschaftl. Wochenblatt für Westfalen und Lippe Nr. (1970), S.
- Eichhorn, H.: Technische Entwicklungen im Rindviehstall.  
Boxberger, J.: Landtechnik 25 (1970), Heft 17, S. 538 - 542.  
Seufert, H.:
- Eichhorn, H.: Der Stall als Mittel zum Zweck - technisch - bauliche Probleme.  
Bauen auf dem Lande 21 (1970), H. 12, S. 368 - 372.
- Eichhorn, H.: Entwicklungstendenzen bei landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden.  
Boxberger, J.: Deutsche Bauernzeitung (1970) Nr. 49, S. 18.
- Eichhorn, H.: Innenmechanisierung - die Existenzfrage des Veredelungsbetriebes.  
Informationsblätter DEGROR, Meran (1971).
- Estler, M.: Aktuelle Fragen bei der Körnermaisernte und -konservierung.  
Landtechnik 24 (1969), H. 15, S. 479 - 484.
- Estler, M.: Die Aussaat von Mais.  
Landtechnik 17 (1969) Nr. 18 S. 586 - 589.
- Estler, M.: Hohe Ernteleistungen bei der Silomaisernte.  
Landw. Zeitschrift Rheinland 136 (1969) Nr. 37, S. 2035 - 2041 und 38 S. 2094 ff.

- Estler, M. : Arbeitswirtschaftliche Forderungen und Stand der Technik bei der Minimal-Bodenbearbeitung. Schlüter-Schriftenreihe "Landtechnik von morgen" Folge 7/1969, S. 10 - 14.
- Estler, M. : Gerätekoppelung bei der Bodenbearbeitung: "Verfahren der Minimal-Bodenbearbeitung". AID-Schriftenreihe, H. 308 (1969).
- Estler, M. : Minimal-Bodenbearbeitung - Revolution der Feldbestellung? Landmaschinenmarkt 49 (1970), H. 5, S. 14 - 18.
- Estler, M. : Fünfundzwanzig Jahre Getreidebau. Landtechnik 25 (1970), H. 5, (Sonderheft z. 25-jähr. Verlagsjubiläum, S. 144 - 150).
- Estler, M. : Die Technik bei der Minimal-Bodenbearbeitung. Landmaschinen-Rundschau 22 (1970), H. 1, S. 6 - 9.
- Estler, M. : Rationelle Arbeitsverfahren von der Körnermaisernte bis zur Wintersaat. Landtechnik von morgen, Berichte der Schlüter-Informationstagung, H. 8 (1970), S. 10 - 14.
- Estler, M. : Getreideernte mit hoher Leistung und viel Komfort. DLZ 12 Jg. H. 7 (1970), S. 454 - 457.
- Estler, M. : Technik im Maisbau - viel Bewährtes, wenig Neues. Landtechnik 25 Jg. H. 15 (1970), S. 499 - 501.
- Estler, M. : Aktuelle Fragen der Körnermaisernte und der Folgearbeiten. Techn. Beilage des Ldw. Wochenblattes Westfalen-Lippe 127. Jg. H. 38, S. 42 - 49.
- Estler, M. : Technik bei Anbau, Ernte und Konservierung von Mais. u. a. KTBL-Flugschrift Nr. 19 (1970).
- Estler, M. : Minimal-Bodenbearbeitung. Traktor-aktuell/Österreich H. 2 (1971), S. 5 - 8.
- Estler, M. : Kombinierte Arbeitsverfahren für die Herbstbestellung. Landtechnik von morgen, H. 10 (1971), S. 15 - 19.
- Estler, M. : Technik und Arbeitswirtschaft bei der Minimal-Bodenbearbeitung. Wirtschaftliche Bodenbearbeitung (Howard) 1971, S. 45 - 50.
- Estler, M. : Kombinierte Arbeitsverfahren für die Bestellung. Landw. Wochenblatt Kurhessen-Waldeck 180 (1971), H. 36, S. 2252 - 2254.
- Estler, M. : Arbeitsverfahren und praktische Anwendung der Minimal-Bodenbearbeitung. Berichte über die Wintertagung 1971 der österr. Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik, Wien 1971 Eigenverlag, S. 209 - 234.
- Estler, M. : Was tun mit dem Stroh nach der Körnermaisernte? Praktische Landtechnik (Österreich) 24, (1971), H. 17, S. 5 - 8.
- Estler, M. : Suvremeni postupci u berbi, Konzervi ranju i iskoristavanjn Kukuza (Ernte, Konservierung und Verwertung von Körnermais). Agrotehnicar (Jugoslawische Zeitschrift für die Mechanisierung der Landwirtschaft) Zagreb, H. 226, 30.9.1971, S. 20 - 23.
- Estler, M. : Schlagkräftige Körnermaisernte - mit welchem Verfahren? Praktische Landtechnik (Österreich) 24 (1971), H. 19, S. 4 - 7.

- Estler, M.:           Arbeitsverfahren und praktische Anwendung der Minimal-Bodenbearbeitung.  
Der Förderungsdienst, Österr. BML u. F, Wien 19 (1971), H. 10, S. 334 - 343.
- Estler, M.:           Gerätekoppelung bei der Bodenbearbeitung (Teil "Minimal-Bodenbearbeitung").  
AID-Schriftenreihe, H. 308, 1971.
- Estler, M.:           Minimal-Bodenbearbeitung.  
AID-Schriftenreihe, H. 330, 1971.
- Estler, M.:           Minimal-Bestelltechnik.  
DLZ 23 (1972), H. 2, S. 58 - 61.
- Grimm, K.:           Flüssigmistverfahren im Blickpunkt strohsparender Aufstallungsformen.  
Langenegger, G.:    Betriebswirtschaft, Landwirtschaftl. Bauernblatt, S. 2687 - 2702, 12.7.69.
- Grimm, K.:           Lagerungssysteme und Pumpen für Flüssigmist.  
Langenegger, G.:    Landtechnik 24 (1969), H. 13, S.
- Grimm, K.:           Entwicklungsrichtung bei der Technik der Entmistung.  
Landtechnische Forschung 18 (1970), H. 2, S. 47 - 54.
- Grimm, K.:           Entmistung und Lagerung von Flüssigmist.  
Sonderheft Landtechnik H. 21 (1970), S. 645 - 649.
- Grimm, K.:           Stand der baulichen und technischen Ausführungen für die Flüssigmistverfahren.  
Langenegger, G.:    "Die Milchpraxis", H. 3 (1970), S. 1 - 8.
- Grimm, K.:           Gewinnung und Lagerung von Maiskolbensilage.  
Landtechnik von morgen, Motorenfabrik Schlüter, Folge 10, S. 11 - 14.
- Grimm, K.:           Großbehälteranlagen für Flüssigmist und Gärfutter.  
Schriftenreihe der Bauberatung Zement 1972.
- Grimm, K.:           Großbehälter für Silage und Flüssigmistanlagen.  
Langenegger, G.:    Neureuther Verlag, Bauen auf dem Lande, H. 1/71, S. 1 - 11.  
Maier, L.:
- Grimm, K.:           Maiskolben als Silage.  
Bayer. Landwirtschaftl. Wochenblatt Nr. 2 (1971), S. 12 - 14.
- Grimm, K.:           Der selbstfahrende Futterpflanzenparzellenhäcksler.  
Rödel, G.:           Landtechnische Forschung, H. 3/4 (1971), 19. Jg., S. 102 - 105.
- Hecht, H.:           Neuere Untersuchungsergebnisse über die mechanische Kraftfuttermahlvorlage bei Milchvieh  
im Melkstand.  
VII. CIGR-Kongreß Baden-Baden, Oktober 1969, Dokumentation 6, Sektion IV, Thema 1, S. 18-25.
- Hecht, H.:           Gemeinsame Vorlage von Kraft- und Grundfutter im Rindviehstall.  
Rödel, G.:           Landtechnik 25 (1970), H. 8, S. 226 - 228.
- Hecht, H.:           Die Kraftfuttermahlvorlage im Melkstand.  
Der Tierzüchter 22 (1970) Nr. 23, S. 748 - 751.
- Kreitmeier, J.:       Technik für die Stallbelüftung.  
Bauen auf dem Lande 1970, A. 9, S. 263.
- Kreitmeier J.:       KTBL-Arbeitsblatt  
Thorwarth, T.:       F. 5. 31 Dezember 1969.

- Kreitmeier, J.: Die fahrbare Mahl- und Mischanlage unter dem Rechenstift des Lohnunternehmers.  
Weidinger, A.: Lohnunternehmer 1970, H. 2, S. 42.
- Kreitmeier, J.: Beanspruchung von Ho fenaufleitdrähten.  
Zeisig, H. D.: Hopfenrundschau 1970, H. 23/24, S. 452.
- Kreitmeier, J.: Hopfenaufleitdrähte - ein Vorschlag für ihre Normung.  
Zeisig, H. D.: Hopfenrundschau 23. Jg., Nr. 5, vom 1.3.1972.
- Krinner, L.: Verfahren der losen Mineraldüngerkeite.  
Ernährungsdienst 26 (1970), H. 27, S. 14.
- Krinner, L.: Untersuchungen an Laufkrananlagen.  
Landtechnische Forschung 19 (1971), H. 3/4, S. 106 - 111.
- Krinner, L.: Welche Vorteile bringt die lose Mineraldüngerkeite?  
Mitteilungen der DLG 86 (1971), H. 41, S. 1050 - 1054.
- Krinner, L.: Arbeitsverfahren der losen Mineraldüngerkeite.  
DLG-Merkblätter, Herbst 1971.
- Krinner, L.: Entmisten und Lagerung bei Festmist.  
Schulz, H.: Landtechnik 25 (1970), H. 21, S. 657 - 665.  
Wißmüller, K.:
- Krinner, L.: Die lose Düngerkeite für den Lohnunternehmer.  
Lohnunternehmer 25 (1970), H. 1, S. 12 - 16.
- Krinner, L.: Lose Lagerung von Perlkalkstickstoff.  
Ernährungsdienst, Deutsche Getreidezeitung 25 (1970), H. 95, S. 8.
- Krinner, L.: Greiferanlagen zur Verbesserung des Futtertransportes auf dem Hof.  
Landmaschinenrundschau.
- Krinner, L.: Mobile Geräte zur Stallentmistung.  
Landw. Wochenblatt, Westfalen-Lippe.
- Krinner, L.: Erfahrungen mit Stallbodenbelägen.  
Schürzinger, H.: Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe 127 (1970), H. 34, S. 18 - 20.
- Krinner, L.: Erprobung von Anbindevorrichtungen.  
Schürzinger, H.: Landmaschinenrundschau 22 (1970), H. 10.
- Kromer, K.-H.: Forage Harvesting in Europe.  
Prairie Farmer, March 1969.
- Kromer, K.-H.: How to seal a bunker silo.  
Prairie Farmer, September 1969.
- Kromer, K.-H.: Lose Düngerkeite.  
Krinner, L.: Beratungsblätter der Landtechnik Weihenstephan, Nov. 1970.  
Wißmüller, K.:
- Kromer, K.-H.: Tendenzen im Exaktfeldhäckslerbau in den USA und in Deutschland.  
Grundl. Landtechnik Bd. 21 (1971) Nr. 4, S. 110 - 114.
- Kromer, K.-H.: Neuer Entwicklungen beim Hochdruckballen-Transport.  
Landtechnik 18, 1971, S. 472 - 475.

- Kromer, K. -H. : Variation of Tomato Reflectance.  
Heron, J. R. : Properties in Maturity Evaluation, ASAE-Paper No. 71 - 329.  
Zachariah, G. L. :
- Kromer, K. -H. : Mechanisierung der Futterwirtschaft in den USA.  
Grüne Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan Nr. 13/1971.
- Kromer, K. -H. : Feldgemüsebau-Mechanisierung in den USA.  
Grüne Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan 1972.
- Langenegger, G. : Lagerungssysteme und Pumpen für Flüssigmist.  
Grimm, K. : Landtechnik 24 (1969), H. 13.
- Langenegger, G. : Stand der baulichen und technischen Ausführungen für die Flüssigmistverfahren.  
Grimm, K. : Milch-Praxis 1970, H. 3.ä
- Langenegger, G. : Eine Meßmethode zur Bewertung von Gülle und Flüssigmist.  
Landtechnische Forschung 18 (1970), H. 2, S. 55 - 61.
- Langenegger, G. : Großbehälter für Silage und Flüssigmistlagerung.  
Grimm, K. : Bauen auf dem Lande 1971, H. 1  
Maier, L. :
- Pen, C. L. : Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen bei den Melkarbeiten.  
Schön, H. : Landtechnik 24. Jg. (1969), H. 9.
- Pen, C. L. : Steigerung der Arbeitsleistung beim Melken in Gruppenständen.  
KTBL-Berichte über Landtechnik Nr. 146 (1971).
- Pirkelmann H. : Neue Erkenntnisse und Entwicklungen beim Flachsilo.  
Schulz, H. : Bauen auf dem Lande 22 (1971), H. 1, S. 17 - 24.
- Pirkelmann, H. : Folien in der Landwirtschaft.  
Landtechnik 26 (1971), H. 3, S. 56 - 62.
- Pirkelmann, H. : Gärfutterbereitung in Foliensilos.  
Der Tierzüchter 23 (1971), H. 5, S. 139 - 142.
- Pirkelmann, H. : Leichtbauweisen für Flachsilos.  
Landwirtschaftl. Wochenblatt Westfalen-Lippe 128 (1971), H. 16, " 22 - 23.
- Pirkelmann, H. : Neue technische Entwicklungen in der Futterernte und -konservierung.  
Bauernblatt für Schleswig-Holstein 121 (1971) H. 15, S. 1310 - 1311.
- Pirkelmann, H. : Langgut billig silieren.  
Bildbericht vom Limburgerhof - BASF, April 1971.
- Pirkelmann, H. : Eine Hilfsschalung für Foliensilos.  
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe 128 (1971), H. 19, S. 23 - 24.
- Pirkelmann, H. : Bringt chemisches Vorwelken Fortschritte in der Hlammfütterernte?  
Mitteilungen der DLG 86 (1971), H. 21, S. 552 - 554.
- Pirkelmann, H. : Möglichkeiten der Gärfutterbereitung in Foliensilos und flexiblen Behältern.  
Chemie und Technik in der Landwirtschaft 22 (1971), H. 6, S. 130 - 132.
- Pirkelmann, H. : Gutes Futter aus der Folie.  
Bayer. Landwirtschaftl. Wochenblatt 161 (1971), H. 22, S. 12 - 13.

- Pirkelmann, H.: "Blattsilage im Foliensilo"  
Deutsche Zuckerrüben-Zeitung 7 (1971), H. 4, Seite 12
- Pirkelmann, H.: "Weniger Wende- und Wegezeiten"  
Grimm, A.: DLZ 22 (1971), H. 5, S. 283 - 284
- Pirkelmann, H.: "Hohe Leistungen und geringe Kosten"  
Grimm, A.: DLZ 22 (1971) H. 3, S. 152 - 154
- Pirkelmann, H.: "Bullenmast im Boxenlaufstall"  
Der Tierzüchter 22 (1970) H. 21 S. 671 - 673
- Pirkelmann, H.: "Neue Erkenntnisse beim Ladewagen"  
Wagner, M.: Landmaschinenrundschau 22 (1970) H. 3 S. 61 - 62
- Pirkelmann, H.: "Lohnen sich Dosiergeräte für das Einlagern von Ladewagengut?"  
Landmaschinenrundschau 22 (1970) H. 4 S. 90 - 94
- Pirkelmann, H.: "Untersuchungen über den Einfluß der Schneidenausbildungen bei einem Ladewagenschneid-  
werk mit feststehenden Messern auf Standzeit und Leistungsbedarf "  
Schulz, H.: Grundlagen der Landtechnik 19 (1969) Nr. 3 S. 93 - 95  
Wagner, M.:
- Schön, H.: "Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen bei den Melkarbeiten"  
Pen, C. L.: Landtechnik 24 (1969) H. 9
- Schön, H.: "Rationelle Aufstallungsformen und Arbeitsverfahren für die Rindermast"  
Wenner, H. L.: DLG Archiv Nr. 45 (1969)
- Schön, H.: "Technische und organisatorische Maßnahmen für hohe Melkleistungen"  
Bauernblatt für Schleswig-Holstein 102 (1970) Heft 18
- Schön, H.: "Mit weniger Arbeit mehr Kühe melken"  
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe 127 (1970) H. 45
- Schön, H.: "Voraussetzungen und Möglichkeiten einer Mechanisierung der Vorratsfütterung  
in Rinderställen"  
KTBL-Berichte über Landtechnik Nr. 133 (1970)
- Schön, H.: "Gerät die Landtechnik aus dem Gleichgewicht?"  
Wenner, H. L.: Bayer. Landw. Wochenblatt vom 19. Sept. 1970
- Schön, H.: "Geeignete Arbeitsverfahren der Tierhaltung in Kooperationen"  
Die Landarbeit 21 (1970) Heft 10
- Schön, H.: "Vergleich und Zuordnung verschiedener Stallsysteme bei der Bullenmast"  
Der Tierzüchter 21 (1970) H. 21
- Schön, H.: "Einsatz der Technik in größeren Milchviehbeständen"  
Wenner, H. L.: Landtechnik 25 (1970) Heft 23 /24
- Schön, H.: "Optimale Buchten- und Melkzeugzahl beim Fischgrätenmelkstand"  
Pertzsch, Ch.: Der Tierzüchter 23 (1971) Heft 2  
Wenner, H. L.:
- Schön, H.: "Mechanisierte Fütterungsverfahren für Rinder in Laufställen und ihre  
Auswirkungen auf das Tierverhalten und die Futteraufnahme."  
Der Tierzüchter 23 (1971) Heft 5



- Schön, H. :           Mechanisierungsplanung bei Schweineställen  
Thorwarth, T. :       in AVA Planungsmappe, Wiesbaden 1971
- Schön, H. :           Mechanisierungsplanung bei Rinderställen  
Boxberger, J. :       in AVA Planungsmappen, Wiesbaden 1972
- Schön, H. :           Neuere Landtechnische Entwicklungen in der Rindviehhaltung  
Wennner, H. L. :      Bayer. Landw. Jahrbuch 48 (1971) Heft 1
- Schön, H. :           Steigerung der Arbeitsleistung beim Melken durch die Wahl optimaler Melkstände  
Pen, C. L. :           und die Automatisierung einiger Arbeitsverrichtungen  
Journess III, Schön CIGR, Paris 1971
- Schön, H. :           Arbeitsverfahren der tierischen Veredelung im Vollerwerbsbetrieb  
DLG-Mitteilungen 86 (1971) Heft 44
- Schön, H. :           Einrichtungen zur Einzeltierfütterung in Rinderlaufställen  
Versbach, M. :       KTBL-Musterblatt R. 2. 46 (1971)
- Schön, H. :           Raufen und Raufenwagen zur Vorratsfütterung in Laufställen  
KTBL-Musterblatt R. 2 45 (1971)
- Schön, H. :           Zeit sparen bei der Melkarbeit  
Bayer. Landw. Wochenblatt Nr. 2 1972
- Schön, H. :           Mit wenig Arbeit mehr Kühe melken  
Praktische Landtechnik 25 (1972) H. 3
- Schön, H. :           Fütterungsverfahren bei der Laufstallhaltung  
Traktor aktuell 1972 H. 1
- Schulz, H. :           Was erwartet die Landwirtschaft von der Kunststoffindustrie?  
Bauen auf dem Lande Heft 2/1972
- Schulz, H. :           Neue Möglichkeiten für den Einsatz von GFK im landwirtschaftlichen Bauwesen  
Kunststoffe Heft 2/1972
- Schulz, H. :           Vollmechanische Futterrübenerte  
Landtechnik von morgen, Folge 10
- Schulz, H. :           Landtechnische Tendenzen im Futterrüben- und Silomaisbau  
Mitteilungen der DLG 86 (1971), H. 34 S. 878 - 880
- Schulz, H. :           Futterrüben oder Silomais?  
Claas-Report , Herbst 1971
- Schulz, H. :           Neue Erkenntnisse und Entwicklungen beim Flachsilo  
Pirkelmann, H. :      Bauen auf dem Lande 22 (1971), H. 1 S. 17 - 24
- Schulz, H. :           Wechselbeziehungen zwischen Technik und Bauen in der Landwirtschaft  
Schriftenreihe der ABTL - NRW, H. 10
- Schulz, H. :           Neue Aufgaben für Technik und Bauen  
Feld und Wald 89 (1970), H. 11 S. 11
- Schulz, H. :           Der Foliensilo  
Bauernblatt für Schleswig-Holstein 24 (1970) H. 8 S. 652

- Schulz, H. : Silobau auf der DLG-Ausstellung 1970  
Bauen auf dem Lande 21 (1970) Z. 6 S. 171
- Schulz, H. : Landwirtschaftliche Betriebsgebäude in Starrrahmenkonstruktion  
Fertigbau 7 (1970) H. 6 S. 12
- Schulz, H. : Neue Möglichkeiten für den Einsatz von Glasfaser  
Textilglas-Report 2 (1970) H. 3 S. 4
- Schulz, H. : Arbeitssparende Holzverbindungen  
Kartei für Rationalisierung in der Landwirtschaft
- Schulz, H. : Entmisten und Lagerung bei Festmist  
Krinner, L. : Landtechnik 25 (1970) H. 21 S. 657 - 665  
Wißmüller, K. :
- Schulz, H. : Flachsilo  
Schürzinger, H. : KTBL-Musterblatt
- Schulz, H. : Futterrübenanbau - zeitgemäß mechanisiert  
Schürzinger, H. : AID - Broschürenreihe
- Schulz, H. : Zehn Jahre Tätigkeit für die Landtechnik  
Landtechnik 24 (1969) H. 6 S. 168 - 173
- Schulz, H. : Neues vom Ladewagen  
Landtechnik 24 (1969) H. 8 S. 227 - 230
- Schulz, H. : Bauen mit Kunststoffen  
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe 126 (1969) H. 17 S. 40 - 42
- Schulz, H. : Bauweisen und Arbeitstechnik beim Flach-Silo  
Der Tierzüchter 21 (1969) H. 9 S. 271 - 273
- Schulz, H. : Der Ladewagen  
AID - Diaserie Nr. 1051
- Schulz, H. : Kunststofffolien und kunststoffbeschichtete Gewebe für die Landwirtschaft  
RKL-Schrift (Sept.-Nov. 1969) Nr. 0,5 S. 1 - 87
- Schulz, H. : Wechselbeziehungen zwischen Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen  
Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft für Bauwesen und Technik in der Landwirtschaft  
Nordrhein-Westfalen
- Schulz, H. : Das Festmistverfahren - nach wie vor interessant  
Grimm, K. : Mitteilungen der DLG 84 (1969) H. 3 S. 51 - 53
- Schulz, H. : Untersuchungen über den Einfluß der Schneidenausbildung bei einem Ladewagen-  
Pirkelmann, H. : schneidwerk mit feststehenden Messern auf Standzeit und Leistungsbedarf  
Wagner, M. : Grundlagen der Landtechnik 19 (1969) Nr. 3 S. 93 - 95
- Schurig, M. : Wie steht es um die Heuprikettierung ?  
Der Lohnunternehmer Heft 4, 1970
- Schurig, M. : Mähen und Werben von Halmfutter  
Der Landmaschinenmarkt Nr. 8 April 1970

- Schurig, M. : Technik bei Anbau, Ernte und Konservierung von Mais  
u. a. : KTBL-Flugschrift Nr. 19, 1970
- Schurig, M. : Gärfutterentnahme leichter und schneller  
Weidinger, A. : Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, 14. 5. 1970 Folge 20
- Schurig, M. : Geräte und Verfahren zur Silomaisernte  
Bayer. Landw. Wochenblatt Nr. 39, 1971
- Schurig, M. : Leistungsfähige Arbeitsverfahren für die Futterernte  
Mayr, R. : Landmaschinenmarkt Heft 8, 1972
- Schürzinger, H. : Neue Mechanisierungsmöglichkeiten lösen die arbeitswirtschaftlichen Probleme  
im Futterrübenbau  
Der Tierzüchter 22 (1970) H. 1 S. 19
- Schürzinger, H. : Einsilieren mit Teleskopgebläse  
Bayer. Landw. Wochenblatt 160 (1970) H. 10 S. 18
- Schürzinger, H. : Mit Bohlen und Rundhölzern - Einrichtung für Grünfütterung in Laufställen  
Bayer. Landw. Wochenblatt 160 (1970) H. 23 S. 15
- Schürzinger, H. : Folienmieten zur Einlagerung von Futterrüben  
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe 127 (1970) H. 43 S. 23
- Schürzinger, H. : Wir kaufen eine Futterrüben-Vollerntemaschine  
BP Landberater, Herbst 1971, S. 3 - 7
- Schürzinger, H. : Bunkerköpfroder für Futterrüben  
Deutsche Landwirtschaftliche Presse 94 (1971) H. 18, S. 9
- Schürzinger, H. : Mechanisierung der Futterrübenenernte  
Übersicht 22, (1971) H. 11 S. 860
- Seufert, H. : Liegeboxen, Faltschieberanlagen und Dunglagerstätten  
Eichhorn, H. : Die Landtechnische Zeitschrift 20 (1969) S. 758 - 764
- Seufert, H. : Bauliche und technische Bedingungen bei der Entmistung von einstreusparenden und  
einstreulosen Laufställen für die Bullenmast.  
Bericht für die CIGR-Tagung in Baden-Baden
- Seufert, H. : Flüssigmist (Entmistung, Lagerung und Ausbringung )  
Eichhorn, H. : Beton Verlag Düsseldorf 1970  
Boxberger, J. :
- Seufert, H. : Technische Entwicklung im Rindviehstall  
Eichhorn, H. : Landtechnik 25 (1970) Heft 17 S. 538 - 542  
Boxberger, J. :
- Seufert, H. ; Bullenmast im Vollspaltenbodenstall  
Boxberger, J. : Der Tierzüchter 1970, H. 21, S. 4 - 6
- Seufert, H. : Stallsysteme für große Tierbestände  
Eichhorn, H. : - Studien in vier Ländern Osteuropas - Beton Landbau 1971 Heft 1  
Boxberger, J. :
- Seufert, H. : Liegeboxenseitenabtrennungen  
KTBL-Musterblatt
- Seufert, H. : Flüssigmistverfahren - KTBL - Musterblatt

- Stanzel, H.: Zur Organisation und Technik der Maissaat  
Lohnunternehmen in Land- und Forstwirtschaft (1970) H. 3 S. 75 - 78
- Stanzel, H.: Mais braucht ein gut gemachtes Saatbett.  
Bayer. Landw. Wochenblatt, (1970) H. 14 S. 16 - 18
- Stanzel, H.: Aussaat einfacher und schneller - neue Einzelkornsäegeräte für unkalibriertes  
Maissaatgut  
Landw. Wochenblatt, Westfalen-Lippe (1971) H. 11, S. 19 - 20
- Stanzel, H.: Aktuelle Geräte für die Getreide- und Maissaat.  
Landmaschinen-Rundschau (1971) H. 3 S. 60 - 64
- Stanzel, H.: Zur Automation der Produktion mit elektronischen Geräten  
Mitteilungen der DLG 86 (1971) S. 971 - 972
- Strehler, A.: Zweckmäßige Trocknungsanlagen - wesentliche technische Hilfsmittel zur  
Steigerung der Rentabilität im Getreide- und Maisbau  
Lohnunternehmen, Heft 7, Juli 1969
- Strehler, A.: Neue Wege in der Rapsernte  
Lohnunternehmen, Heft 1 Januar 1970
- Strehler, A.: Die Trocknung von Körnermais  
Kellermann, C.: KTBL Flugschrift Nr. 19, Technik bei Anbau, Ernte und Konservierung von Mais
- Strehler, A.: Moderne Körnermaistrocknungsverfahren für die landwirtschaftliche Praxis  
Lohnunternehmen H. 5, Mai 1970
- Strehler, A.: Tendenzen im Trocknerbau  
DLZ Heft 7/ Juli 1970; Heft 8, Aug. 1970
- Strehler, A.: Mühlen, Mischer und große Trockner  
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe, Folge 26, Juni 1970
- Strehler, A.: Genauer säen, schneller ernten  
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe Folge 25, Juni 1970
- Strehler, A.: Was kostet das Trocknen von Körnermais ?  
Lohnunternehmen, H. 8 Aug. 1970
- Strehler, A.: Maistrocknung  
Faustzahlenheft der Guanowerke, Jan. 1970
- Strehler, A.: Die Trocknung von Körnermais am landwirtschaftlichen Betrieb  
Rundbrief des internat. Hybridmaisringes, Frühjahr 1971
- Strehler, A.: Konservierung von Getreide und Mais im landwirtschaftlichen Betrieb  
Wochenblatt Westfalen-Lippe, Folge 19, Mai 1971
- Strehler, A.: Die Getreidekonservierung auf dem Hof  
Bayer. Landw. Wochenblatt, Juni 1971
- Strehler, A.: Fördern und Lagern von Getreide auf dem landwirtschaftlichen Betrieb  
Landw. Wochenblatt Juli 1970
- Strehler, A.: Trockner und Mähdrescher in der Hand des Lohnunternehmers  
Lohnunternehmen Juni 1971

- Strehler, A. : Die Kosten der Getreide- und Maiskonservierung  
Landtechnik 13 Juli 1971
- Strehler, A. : Geeignete Warmlufttrockner für Getreide und Mais  
Badische Bauernzeitung, H. 28 Juli 1971
- Thorwarth, Th. : Die Beheizung von Liegeflächen in strohlosen Abferkel- und Aufzuchtställen  
- ein Versuch zur Bewertung verschiedener Lösungen -  
Beitrag zur CIGR-Tagung 1969 in Baden-Baden, Sektion IV Okt. 1969
- Thorwarth, Th. : Anlagen zur Lagerung und Aufbereitung von Futtergetreide  
Kreitmeier, J. : KTBL-Musterblatt F. 5. 31 Dez. 1969
- Thorwarth, Th. : Montagehilfen und Baukastensysteme bei Schweinestall-Einrichtungen  
Übersicht 21 (1970) 875 - 884
- Thorwarth, Th. : Aufstellungsformen und Fütterungsverfahren in der Schweinemast  
Blendl, H. M. : AID-DIA-Serie; Dez. 1970
- Weidinger, A. : Bauernhof im Wandel  
Beton-Landbau 6 (1969), H. 6 , 118 - 122
- Weidinger, A. : Für die nächste Ernte rüsten  
Lohnunternehmen 24 (1969), H. 11, 301- 302
- Weidinger, A. : Neue Maschinen für den Lohnunternehmer  
Lohnunternehmen 24 (1969)
- Weidinger, A. : Forst- und Holztechnik  
Lohnunternehmen 25 (1970), H. 8, 244 - 246
- Weidinger, A. : Vollmechanisierte Rinderfütterung  
Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 85 (1970),  
H. 47 , 1468 - 1472
- Weidinger, A. : Die fahrbare Mahl- und Mischanlage zu dem Rechenstift des Lohnunternehmens  
Lohnunternehmen 25 (1970) H. 2, 42 - 45
- Weidinger, A. : Läßt sich die Fütterung von Blattsilage mechanisieren?  
Deutsche Zuckerrübenzeitung 7, (1971) H. 4, 12
- Weidinger, A. : Automatisch füttern  
Traktor aktuell (Österreich) (1971) H. 4, 12 - 15
- Weidinger, A. : Mechanische Fütterungssysteme für Rinder  
Het Ingenieursblad (Belgien) 40 (1971) H. 23, 709 - 714
- Weidinger, A. : Die Innenwirtschaft ein Transportproblem  
Praktische Landtechnik (Österreich) 24 (1971), H. 22, 500 - 505
- Weidinger, A. : Erfahrungen eines verregneten Heusommers  
Manuskript für Hörfunksendung des Bayer. Rundfunks am 21. 6. 1971
- Wißmüller, K. : Frontladergegengewicht im Eigenbau  
DLZ 20 (1969) H. 4, 230 - 232

- Wißmüller, K.: Mit gutem Werkzeug gehts leichter - Vorschneiden von Silage im Flachsilo  
Bayer. Landw. Wochenblatt 159 (1969), H. 28 S. 24
- Wißmüller, K.: Selbstbauanleitung : Rundsilo in Daubenbauweise für Getreide und losen Mineraldünger  
Serie für Arbeitsgemeinschaft Holz
- Wißmüller, K.: Selbstbauanleitung : Liegeboxenabtrennungen  
Serie für Arbeitsgemeinschaft Holz
- Wißmüller, K.: Selbstbauanleitung : Kälberaufstallungen mit Holztrögen und Holzrosten  
Serie für Arbeitsgemeinschaft Holz
- Wißmüller, K.: Die lose Mineraldüngerkerette  
Grimm, A.: DLZ 20 (1969) H. 5, S. 294 - 295, H. 6, S. 380 - 388, und H. 7, S. 459 - 462
- Wißmüller, K.: Entmisten und Lagerung bei Festmist  
Schulz, H.: Landtechnik 25 (1970) H. 21 S. 657 - 665  
Krinner, L.:
- Wißmüller, K.: Den Silo wieder fit gemacht - Erfahrungen über Schutzanstriche für Gär-  
futterbehälter  
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe 127 (1970) H. 18 S. 24 - 26
- Wißmüller, K.: Schutzanstriche für Gärfutterbehälter  
BP Landberater, Sommer 1970
- Wißmüller, K.: Wir bauen einen Fischgrätenmelkstand mit Rohrklemmverbindern  
DLZ 21 (1970) H. 10 S. 626 - 631 u. H. 11
- Wißmüller, K.: Die Holzbetonmantelstein-Bauweise  
Schürzinger, H.: Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe 127 (1970) H. 21 S. 60
- Wißmüller, K.: Versetzbare Hilfsschalung für Foliensilos  
DLZ 22 (1971) H. 5 S. 261
- Zeisig, H.D.: Die Trocknung von Hopfen in den westeuropäischen Kleinbetrieben und  
Genossenschaften  
Mitteilungen des XXen Internationalen Hopfenkongresses 1970 S. 141 - 157
- Zeisig, H.D.: Beanspruchung von Hopfenaufleitdrähten  
Kreitmeier, J.: Hopfenrundschau 1970 H. 23 /24 Seite 452
- Zeisig, H.D.: Die Trocknung des Hopfens mit erhöhten Heißlufttemperaturen unter Berück-  
sichtigung ihrer Anwendung in der Darre und im Bandtrockner  
Diss. T.H. München 1970
- Zeisig, H.D.: Hopfenaufleitdrähte - ein Vorschlag für ihre Normung  
Kreitmeier, J.: Hopfenrundschau 23. Jg. Nr. 5, 1.3. 1972
- Zrno, J.: Überlegungen von einer Stallvergrößerung  
Landwirtsch. Wochenblatt, München 7.1. 1969
- Zrno, J.: Moderner Geflügelstallbau  
Praktische Landtechnik, Wien 11. 2. 1969
- Zrno, J.: Wärmedämmung, Feuchtigkeitsschutz, Klimaregelung in Wirtschaftsge-  
bäuden - ein Tagungsbericht  
Bauen auf dem Lande, H. 3 (1969)

- Zrno, J.: Baukostensenkung im landwirtschaftlichen Bauwesen  
- ein Tagungsbericht -  
Bauen auf dem Lande, Heft 6 (1969)
- Zrno, J.: Wettbewerbsfähigkeit durch Kostensenkung  
Deutsche Landw. Presse, H. 7 (1969)
- Zrno, J.: Baukostensparnis durch Holzbinder nach dem Gong-Nail-Componentsystem  
Bauen auf dem Lande, H. 9 (1969)
- Zrno, J.: Stalllüftungseinrichtungen und ihre Bedienungsfaktoren  
Bauen auf dem Lande, Heft 10 (1969)
- Zrno, J.: VII. C.I.G.R.-Kongreß 1969 in Baden-Baden - organisierte weltweite Zusammenarbeit  
Lohnunternehmen, H. 11 (1969)
- Zrno, J.: Einrichtungen für die Stalllüftung  
Allgäuer Bauernblatt, H. 2 (1970)
- Zrno, J.: Auch die Stalllüftungseinrichtung gehört zur Technik im Stall  
Allgäuer Bauernblatt, H. 2 (1971)
- Zrno, J.: Das Stallklima - einer der wichtigsten Faktoren für den Erfolg  
der Kälbermast  
Allgäuer Bauernblatt, Heft 4 (1971)
- Zrno, J.: Einfluß der Wärmedämmung raumumschließender Bauteile eines Stalles auf  
das Stallklima  
Allgäuer Bauernblatt, Heft 7 (1971)
- Zrno, J.: Nutztierhaltung in der CSSR  
Allgäuer Bauernblatt, Heft 23 (1971)
- Zrno, J.: Vorteile für Kunststoffe im Stall  
Allgäuer Bauernblatt, H. 24 (1971)
- Zrno, J.: Nutzung von Bergeräumen, Scheunen u. a. für gewinnbringende Hühnerhaltung  
Allgäuer Bauernblatt, H. 25 (1971)
- Zrno, J.: Richtige Frischluftzufuhr - der wichtigste Bestandteil jeder Stalllüftungsanlage  
Allgäuer Bauernblatt, H. 37 (1971)
- Zrno, J.: Größte Ursache der Erkrankungen in der Schweinehaltung ist falsche  
Stalllüftung  
Allgäuer Bauernblatt, H. 40 (1971)

Verzeichnis der wesentlichsten Vorträge

1. 7. 1969 - 31. 3. 1972

- Wenner, H. L. : Rationelle Aufstallungsformen und Arbeitsverfahren für die Rindermast.  
Herbsttagung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Münster, 18. Sept. 1969.
- Wenner, H. L. : Landtechnik heute und morgen.  
Landtechnische Unternehmertage, Rottach-Egern, 13. Febr. 1970.
- Wenner, H. L. : Füttern und Entmisten im Rindviehstall.  
Tagung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Wasserburg, 13. Febr. 1970.
- Wenner, H. L. : Einsatz der Technik in größeren Rindviehbeständen.  
Vortragstagung des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft und HEA, Offenburg, 23. Juni 1970.
- Wenner, H. L. : Neuere landtechnische Entwicklungen in der Rindviehhaltung.  
Hochschultagung Weihenstephan, 16. Okt. 1970.
- Wenner, H. L. : Vom Bauernhof zur technisierten Produktionsstätte.  
Tagung der Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung, Wiesbaden, 29. Okt. 1970
- Wenner, H. L. : Einsatz der Technik in größeren Rindviehbeständen,  
Fortbildungslehrgang für Gutsbeamte, Griesdorf, 16. Febr. 1971.
- Wenner, H. L. : Landtechnische Entwicklungen in der Innenwirtschaft.  
Landtechnische Unternehmertage, Rottach-Egern, 22. Febr. 1971.
- Wenner, H. L. : Die Stellung von Arbeitslehre und Arbeitswirtschaft im Agrarstudium.  
Arbeitstagung der Studiengesellschaft für Landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft, Freising, 6. Mai 1971.
- Wenner, H. L. : Arbeitswissenschaft und Arbeitslehre im Hochschulbereich aus landtechnischer Sicht.  
AID-Bundesberaterstagung, Kassel, 9. 9. 71.
- Wenner, H. L. : Die zukünftige Entwicklung der Agrarproduktion und ihre Auswirkung auf die Landtechnik.  
Tagung der Landmaschinen- und Ackerschleppervereinigung, Baden-Baden, 30. Sept. 1971.
- Wenner, H. L. : Die Weiterentwicklung der Landtechnik in Abhängigkeit agrarwirtschaftlicher Einflüsse.  
Landtechnische Unternehmertage, Rottach-Egern, 21. Jan. 1972.
- Wenner, H. L. : Die bisherige und die zukünftige Entwicklung der Landtechnik in der Bundesrepublik Deutschland.  
Internationale Tagung der Maschinenringe, Berlin, 2. Feb. 1972.
- Wenner H. L. : Stand und Aussichten leistungsfähiger Mechanisierungsverfahren der wichtigsten Produktionszweige.  
Landwirtschaftliches Unternehmerseminar auf dem Schlüterhof, Freising, 15. und 22. Febr. 1972.
- Wenner, H. L. : Landtechnische Entwicklungstendenz.  
Fortbildungslehrgang des Kuratoriums Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe, Ingolstadt, 18. Apr. 1972.
- Wenner, H. L. : Die Entwicklung der Mechanisierung der Landwirtschaft in der BRD.  
1. Verfahren der Futterkonservierung  
2. Verfahren der Rindviehhaltung in Laufställen.  
Tagung landwirtschaftlicher Beamter und Wissenschaftler in Tahirova/Türkei, 7. - 10. 3. 1972.
- Boxberger, J. : Mechanisierung der Innenwirtschaft und ihre baulichen Konsequenzen.  
Darmstadt, ALB-Hessen, 26. 6. 1969.
- Boxberger, J. : Arbeitssparende Haltungsverfahren für Rindvieh.  
Tierärztetagung Weihenstephan, 14. 10. 1969
- Boxberger, J. : Großherdenhaltung-Stallbau.  
Unternehmerseminar, Schlüterhof Freising, 16. 3. 1970.
- Boxberger, J. : Bauliche und technische Maßnahmen in Bullenmastbetrieben.  
Ehemaligenveranstaltung Mühldorf-Mößling, 25. 1. 1971.
- Boxberger, J. : Milchviehhaltung in Sperrboxen.  
Seminar Tierproduktion, 27. 10. 71.
- Boxberger, J. : Arbeitssparende Haltungsverfahren für Mastschweine.  
Tierärztetagung Weihenstephan, 5. 10. 71.
- Boxberger, J. : Bauliche und technische Maßnahmen in Bullenmastbetrieben.  
Mühldorf-Mößling, 25. 1. 71.
- Boxberger, J. : Strohlose Gruppenhaltung von Mastkälbern.  
Ottobeuren, 30. 9. 71
- Boxberger, J. : Untersuchung an einem Sperrboxenstall.  
Tagung "Methodik angewandter Ethologie" in Freiburg/Breisgau, 19. 11. 71.



- Boxberger, J.: Die Entmistung als integraler Bestandteil von Stallsystemen. Südd. Baustoff-Forum, Würzburg, 14.1.72.
- Boxberger, J.: Aufstallungsformen in der Rindviehhaltung. Bezirksbauernkammer, Braunau/Österreich, 20.1.72.
- Boxberger, J.: Neuzeitliche Schweineställe. Friedberger Tierärzteschaft, 3.2.72
- Boxberger, J.: Futtermittelentnahme und Futtermittelvorlage in der Rindviehhaltung. ALB-Stuttgart, 22.2.72.
- Boxberger, J.: Aufstallungsformen für Zucht- und Mastschweine. Tierärztliche Kreisgruppe, Freising-Erding, 2.3.72.
- Boxberger, J.: Lehrauftrag der TU München über Vorlesungsreihe "Landwirtschaftliches Bauwesen"
- Eichhorn, H.: Bau und Technik in der Schweinehaltung. Gastvortrag TU Berlin, 20.5.69.
- Eichhorn, H.: Haltungsgerechte Aufstallungen für Zucht- und Mastschweine. Hochschultagung Weihenstephan in Würzburg, 20.6.1969.
- Eichhorn, H.: Haltungsverfahren bei Milch- und Mastvieh. Gastvortrag an der TU Berlin, 20.6.69.
- Eichhorn, H.: Bauliche Einrichtungen zur Lagerung von tierischen Abfällen. Industrieverband "Steine und Erden", München, 20.8.69.
- Eichhorn, H.: Sanierung von Altgebäuden für neuere Produktionsverfahren der Rindvieh- und Schweinehaltung. Gastvortrag an der TU München, 9.12.69.
- Eichhorn, H.: Arbeitsverfahren in der Mastschweinehaltung. DLG-Tagung, Würzburg, 28.1.70.
- Eichhorn, H.: Das landwirtschaftliche Bauwesen als Lehrfach an landwirtschaftlichen Fakultäten. MEG-Arbeitskreis "Forschung und Lehr", Frankfurt, 13.4.70.
- Eichhorn, H.: Haltungsverfahren bei Mastkälbern. DLG-Veranstaltung Völkenrode, 22.4.70.
- Eichhorn, H.: Auswirkungen der Landtechnik auf die landwirtschaftliche Innenwirtschaft. Gastvortrag an der Justus-Liebig-Universität, Gießen, 29.4.70.
- Eichhorn, H.: Planungselemente für Gebäude der Rindviehhaltung. Gastvortrag an der TU München, 30.6.70.
- Eichhorn, H.: Aktuelle Stallbaufragen bei Zucht- und Mastschweinen in größeren Einheiten. ALB-Bayern, München, 23.9.70.
- Eichhorn, H.: Haltungsgerechte Aufstallungen in Ferkelerzeugerbetrieben. Tagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung, Freising, 15.10.70.
- Eichhorn, H.: Tiergerechte Stalleinrichtungen für Milchvieh. Tierärztetagung in Ottobeuren, 7.11.70.
- Eichhorn, H.: Innenmechanisierung-die Existenzfrage des Veredlungsbetriebes. Internat. Fachtagung, Meran, 16.2.70.
- Eichhorn, H.: Bullenmast in größeren Beständen. Landwirtschaftliches Betriebsleiterseminar, Schlüterhof, Freising, 4. und 11.1970.
- Estler, M.: Rationelle Arbeitsverfahren von der KM-Ernte bis zur Wintersaat. Schlüter-Informationstagung, Freising, 14.10.69.
- Estler, M.: Leistungsfähige Arbeitsverfahren bei der Aussaat und Ernte von Mais. Vortragstagung des Deutschen Maiskomitees, Oldenburg, 28.10.69.
- Estler, M.: Rationelle Arbeitsverfahren von der Maissaat bis zur Körnermaisernte. Landesvorführung "Körnermaisernte" der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Wotersen, 30.10.69.
- Estler, M.: Leistungsfähige Arbeitsverfahren für die Maisbestellung. Fortbildungslehrgang für Gutsbeamte und -angestellte des Bayer. Landwirtschaftsministeriums, Schönbrunn, 14.1.70.
- Estler, M.: Maschinen und Geräte für den Maisbau und die Körnermaisernte. Techn. Fortbildungslehrgang für Maschinenringgeschäftsführer in Alsenz und Hildesheim, 3.7.70 und 15.7.70.
- Estler, M.: Kombinierte Arbeitsverfahren für die Herbstbestellung. Schlüter-Informationstagung, Freising, 20.10.70.
- Estler, M.: Verfahrenstechnik der Minimal-Bodenbearbeitung. Landtechnisches Seminar des Instituts für Landtechnik, Stuttgart-Hohenheim, 17.11.70.
- Estler, M.: Die Technik der Minimal-Bodenbearbeitung. Arbeitstagung Referenten der Landtechnik, Göttingen, 27.11.70.

- Estler, M.: Anbau, Ernte und Konservierung von Silo- und Körnermais.  
Futterwirtschaftl. Vortragstagung der DLG, Kaiserslautern, 15. 1. 71.
- Estler, M.: Leistungsstärkere Schlepper - Wunschbild oder echte Forderung?  
Vortragstagung der LWK Schleswig-Holstein in Rendsburg, 11. 2. 71.
- Estler, M.: Arbeitsverfahren und praktische Anwendung der Minimal-Bodenbearbeitung.  
Wintertagung der österr. Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik, Wien, 17. 2. 71.
- Estler, M.: Moderne Arbeitsverfahren bei der Ernte, Konservierung und Verwertung von Körnermais.  
Landtechn. Symposium bei der Internationalen Landwirtschaftsmesse, Novi Sad/Jugoslawien,  
20. 5. 71.
- Estler, M.: Leistungsstärkere Ackerschlepper und passende Gerätereihen.  
Fortbildungslehrgang für Wirtschaftsberater, Lingen/Ems, 21. 6. 71.
- Estler, M.: Aktuelle landtechnische Fragen bei der Minimal-Bodenbearbeitung.  
Fortbildungslehrgang für Lehrkräfte der DEULA-Schulen, Hildesheim, 13. 9. 71.
- Estler, M.: Moderne Arbeitsverfahren bei Anbau, Ernte und Konservierung von Körnermais.  
Symposium der jugosl. Gesellschaft für Landtechnik, Osijek/Jugoslawien, 30. 9. 71.
- Estler, M.: Minimal-Bodenbearbeitung.  
VDI-Tagung "Landtechnik" in Braunschweig, 20. 10. 71.
- Estler, M.: Technische und arbeitswirtschaftliche Aspekte bei der Minimal-Bodenbearbeitung.  
Landtechnisches Seminar des Instituts für Landtechnik, Göttingen, 26. 10. 71.
- Estler, M.: Bestellung und Pflanzenschutz im Maisbau.  
Vortragstagung der LWK Schleswig-Holstein in Rendsburg, 10. 2. 72.
- Estler, M.: Möglichkeiten und Grenzen der Frässaat.  
Schlüter-Unternehmerseminar, Freising, 16./23. 2. 72.
- Estler, M.: Landtechnik in der Außenwirtschaft - heute und morgen. Folgerungen für die Flurbereinigung.  
Fortbildungslehrgang für Flurbereinigungsbeamte, Berater-Seminar, Dachau, 4. 4. 72-
- Grimm, K.: Moderne Verfahren der Ernteaufbereitung und Konservierung von Mais und Getreide.  
Verein ehemaliger Landwirtschaftsschüler in Ulm, 15. 12. 70.
- Grimm, K.: Tendenzen der Stallentmistung.  
Probevorlesung an der Justus-Liebig-Universität in Gießen, 1. 6. 70.
- Grimm, K.: Der Faltschieber und seine Einsatzmöglichkeiten.  
Vortrag in der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in Futterkamp, 5. 10. 70.
- Grimm, K.: Mechanisierung von Festmist und Flüssigmistketten.  
Vortrag Baulehrgang für landwirtschaftliche Berater in Nittenau, 17. 12. 70.
- Grimm, K.: Arbeitskettens für die Zukunft.  
Vortrag Landmaschinenring in Dachau, 30. 1. 71.
- Grimm, K.: Transportprobleme im Großbetrieb.  
Schlütervortrag, Februar 1971.
- Grimm, K.: Moderne Verfahren der Körner- und Silomaisgewinnung und -verarbeitung.  
Vortrag Grüne Woche, Kassel, 5. 1. 72.
- Grimm, K.: Großbehälter für Silage und Flüssigmist.  
Vortrag Baulehrgang in Würzburg, 14. 1. 72.
- Grimm, K.: Fördern, Lagern und Ausbringen von Flüssigmist in Gutsbetrieben.  
Vortrag Schlüter, Freising, Unternehmerseminar, 17. 2. 72.
- Hupfauer, M.: Die Pflücke von Hopfen in den westeuropäischen Kleinbetrieben und Genossenschaften.  
20. Int. Hopfenkongreß, Brüssel, 4. - 7. 8. 1970.
- Hupfauer, M.: Geschichte der Elektrifizierung der Deutschen Landwirtschaft.  
Kongreß der intern. Landwirtschaftsmuseen in Budapest 1971.
- Hupfauer, M.: Geschichte des maschinellen Melkens.  
2. Intern. Kongreß, landwirtsch. Museen, 2. - 5. 9. 1969.
- Krinner, L.: Erste Erfahrungen mit verschiedenen Anhängungen und Bodenbelägen im Anbindestall.  
Jahresversammlung des LTV in Illertissen, 17. 12. 69.
- Krinner, L.: Modernisierung von Rinderställen.  
Verein Ehem. Landwirtschaftsschüler in Weiden, 21. 1. 1970.
- Krinner, L.: Einsatzmöglichkeiten und Leistungen von mobilen Geräten für die Entmistung.  
Jahresversammlung des LTV in Freising, 17. 11. 70.
- Krinner, L.: Preiswerte technische und bauliche Lösungen für die Milchviehhaltung.  
Speziallehrgang des Vereins ehem. Landwirtschaftsschüler in Rothenburg o. T. am  
11. 12. 1970 und in Gunzenhausen am 11. 2. 1970.
- Krinner, L.: Rationalisierung der Kalkstreuette durch verbesserte Geräte und Arbeitsverfahren.  
Bayer. Düngekalkgesellschaft, Regensburg am 15. 1. 71.
- Krinner, L.: Die lose Mineraldüngerette.  
Landwirtschaftl. Unternehmerseminar auf Gut Schlüterhof, Freising am 3. 3. 1971 und 10. 3. 71.

- Krinner, L. : Arbeitsverfahren der losen Mineraldüngerkeite.  
DLG-Ausschuß für Arbeitswirtschaft, Fachbereich Landtechnik in Saarbrücken  
am 26. 5. 1971
- Krinner, L. : Technik und Organisation der Kalkdüngung.  
Kuratorium Bayer. Maschinenringe, Fortbildungslehrgang für Geschäftsführer Südbayern  
in Schleyern am 29. 6. 1971
- Krinner, L. : Neue Baumaterialien im Stallbau, bei der Kraftfutterlagerung und bei Silobehältern.  
Seminar für Beraterfortbildung Dachau am 8. 7. 1971
- Krinner, L. : Lose Mineraldüngerkeite auch für mehlartige Düngersorten?  
Informationstagung auf Gut Schlüterhof in Freising am 5. 10. 1971
- Krinner, L. : Entwicklungstendenzen bei Neu- und Umbau von Rinderställen.  
Dienstbesprechung der betriebswirtschaftlichen Spezialberater (Bayern) in Schönbrunn  
am 13. 10. 1971
- Krinner, L. : Technisch-bauliche Untersuchungen an Greiferanlagen für die Ein- und Auslagerung  
verschiedener Futterarten.  
Informationstagung des LTV in Landshut am 11. 11. 1971
- Krinner, L. : Mechanisierung in der Innenwirtschaft der Rindviehhaltung.  
Landtechnisches Kolloquium 1971 des Österr. Kuratoriums für Landtechnik in Wien  
am 1. 12. 1971
- Krinner, L. : Können Foliensilos die Erstellung von massiven Behältern für die Gärfutterbereitung  
ersetzen?  
Arbeitsgemeinschaft "Landwirtschaftliche Woche" Kassel am 5. 1. 1972.
- Krinner, L. : Kostengünstige Lösungen und Neuentwicklungen auf dem Bausektor.  
Lehrgang für Gutsbeamte und Gutsangestellte des Bayer. Staatsministeriums für  
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Schönbrunn am 19. 1. 1972 und am 23. 3. 72  
in Triesdorf
- Krinner, L. : Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von speziellen Hofschleppern.  
Unternehmerseminar auf Gut Schlüterhof am 17. 2. und 24. 2. 1972
- Krinner, L. : Technisch-organisatorische Fragen zu Umschlag und Ausbringung von Düngerkalk.  
Diskussionstagung der Bayer. Düngekalkgesellschaft in Regensburg am 7. 3. 1972
- Kromer, K. -H. : Material low trough Gut - and Throw-Cylinder  
Agricultural Engineering Seminar , Madison, Wisc. USA am 27. 5. 1969
- Kromer, K. -H. : Mechanization of Forage Harvesting in Europe .  
Yanmar Seminar, Osaka, Japan am 13. 10. 1969
- Kromer, K. -H. : Landtechnik in den USA.  
Landw. Unternehmer-Seminar, Gut Schlüterhof, Freising am
- Kromer, K. -H. : Tendenzen im Feldhäckslerbau in den USA und in Deutschland.  
VDI-Tagung Landtechnik, Ulm am 6. 10. 1970
- Kromer, K. -H. : Neuere Entwicklung bei der Ballenlinie.  
Landw. Unternehmer-Seminar, Gut Schlüterhof, Freising am 3. und 10. 3. 1971
- Kromer, K. -H. : Variation of Tomato Reflectance Properties in Maturity Evaluation .  
1971 Annual ASAE -Meeting, Pullman, Wash, USA am 28. 6. 1971
- Kromer, K. -H. : Neuere Mechanisierungstendenzen im Feldgemüsebau der USA, insbesondere bei  
Tomaten  
XII. Konferenz der Mechanisierung der Landwirtschaft, Mezötur, Ungarn am 7. 4. 1972
- Langenegger, G. : Die Abhängigkeit der Pumpenleistung von der Konsistenz der Gülle- und Flüssig-  
mistgemische .  
Referenten für Landtechnik des KTBL am 3. 6. 1971 in Weihenstephan
- Pen, C. L. : Stand der technischen Entwicklung bei Abschaltautomaten.  
KTBL-Gespräch - Probleme der Melktechnik - am 6. 7. 1971 in Futterkamp bei Kiel
- Pen, C. L. : Entwicklung und Anwendung teilautomatisierter Melkzeuge.  
Schön, H. : VDI-Tagung Landtechnik in Braunschweig am 22. 10. 1971
- Pirkelmann, H. : Silobauformen und ihre Mechanisierung.  
Versammlung des Ehemaligenvereins in München am 27. 2. 1969
- Pirkelmann, H. : Abstimmung von Produktionsverfahren für einen rationellen Maschineneinsatz.  
1. Lehrgang für Geschäftsführer von Maschinenringen in Hildesheim am 8. 5. 1969.
- Pirkelmann, H. : Abstimmung von Produktionsverfahren für einen rationellen Maschineneinsatz.  
2. Lehrgang für Geschäftsführer von Maschinenringen in Hildesheim am 11. 9. 1969
- Pirkelmann, H. : Silobauformen unter der Sicht eines schwerpunktmäßig ausgerichteten Betriebes.  
Tagung des Ehemaligenvereins in Rothenburg o. d. T. am 23. 9. 1969
- Pirkelmann, H. : Haltung und Technik der Rindermast.  
Landw. Speziallehrgang des Ehemaligenvereins in Dinkelsbühl am 28. 11. 1969

- Pirkelman n, H. : Schüttgutkette für Getreide und losen Dünger.  
Tagung des Ehemaligenvereins in Eggenfelden am 3.12. 1969
- Pirkelmann, H. : Aktuelle Verfahren der Futterernte und Futterkonservierung mit überbetrieblichem Maschineneinsatz.  
Maschinenringversammlung in Bad Aibling am 5.12. 1969.
- Pirkelmann, H. : Futterkonservierung in Folienflachsilos.  
Jahresversammlung des LTV in Illertissen am 17.12. 1969
- Pirkelmann, H. : Zeitgemäße Silobauformen und die Mechanisierung von Befüllung und Entnahme.  
Vortragstagung des Vereins Ehem. Landwirtschaftsschüler Gerolzhofen am 20.1.70
- Pirkelmann, H. : Bisherige Erfahrungen mit der Verwendung von Propionsäure beim Silieren von Halmgütern.  
Arbeitsgespräch über Propionsäureanwendung der Landtechnik Weihenstephan in Freising am 16.2. 1970
- Pirkelmann, H. : Technische und arbeitswirtschaftliche Überlegungen für Maschinenkauf und -Einsatz im Maschinenring.  
Lehrgang des Bundesverbandes der MR für Geschäftsführer in Freising am 12.10.1970
- Pirkelmann, H. : Folien in der Landwirtschaft.  
1. Herdecker Landwirtschaftstagung der Fa. Dörken (Kunststoffe in Land- und Gartentechnik) in Herdecke/Ruhr am 28.10. 1970
- Pirkelmann, H. : Möglichkeiten für die Silierung von Anweilgut in Foliensilos.  
Verein Ehem. Landwirtschaftsschüler Traunstein in Hart/Traunstein am 4.11. 1970
- Pirkelmann, H. : Die Investitionsplanung im Einzelbetrieb und im Maschinenring.  
Lehrgang des Bundesverbandes der Maschinenringe für Geschäftsführer in Hildesheim am 10.11. 1970
- Pirkelmann, H. : Sind Verbesserungen der Halmfütterernte durch chemisches Vorwelken zu erwarten?  
Informationstagung des LTV in Freising am 17.11. 1970
- Pirkelmann, H. : Zeitgemäße Silobauformen und die Mechanisierung von Befüllung und Entnahme.  
Verein Ehem. Landwirtschaftsschüler Arnstein in Heugrumbach/Arnstein am 6.12. 1970
- Pirkelmann, H. : Anwendung chemischer Mittel zum Vorwelken von Halmfutter.  
Arbeitstagung der Referenten Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Göttingen am 26.11. 1970
- Pirkelmann, H. : Versuche zum chemischen Vorwelken von Halmfutter im stehenden Bestand.  
Seminar für Fachrichtung : Tierische und pflanzliche Produktion in Freising am 16.12.1970
- Pirkelmann, H. : Vollmechanisierung der Ladewagenkette.  
Mitgliederversammlung des Maschinenringes Starnberg in Hochstatt bei Starnberg am 27.1. 1971
- Pirkelmann, H. : Neue technische Entwicklungen in der Futterernte und -konservierung .  
Landwirtschaftskammer Kiel in Rendsburg am 11. 2. 1971
- Pirkelmann, H. : Futterkonservierung mit der Silopresse.  
Tagung des KTBL-Arbeitskreises der Referenten Landtechnik in Weihenstephan am 2.6. 1971
- Pirkelmann, H. : Silieren in Folien (Preßballen und Fahrsilo).  
Vorführung mit Maschinenring Schongau und Landmaschinenschule Landsberg in Riesen bei Steingaden am 3.6. 1971
- Pirkelmann, H. : Silieren in Folien (Fahrsilo).  
Vorführung mit Landwirtschaftsamt und Maschinenring Dinkelsbühl in Geroltingen bei Dinkelsbühl am 15.6. 1971
- Pirkelmann, H. : Anwendung chemischer Mittel beim Vorwelken ; Neue Verfahrenstechnik bei der Anlage von Foliensilos; Mobile Geräte für das Entmisten .  
Landtechnischer Fortbildungslehrgang für Wirtschaftsberater der Landwirtschaftskammer Weser-Ems in Holthausen b. Lingen am 24.6. 1971
- Pirkelmann, H. : Podiumsgespräch über Folienfahr- und Folienschlauchsilos.  
Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz in Miesau am 30.9. 1971
- Pirkelmann, H. : Futterkonservierung mit der Silopresse.  
Bayer. Landw. Min. : Arbeitstagung der Spezialberater für Landtechnik in Bayreuth am 28. 7. 1971
- Pirkelmann, H. : Erfahrungen mit Foliensilage.  
Dienstbesprechung der betriebswirtschaftlichen Spezialberater (Bayern) in Schönbrunn am 13.10. 1971
- Pirkelmann, H. : Erste Erfahrungen über den Einsatz der Silopresse beim Befüllen von Folienschlauchsilos.  
Informationstagung des LTV in Landshut am 11.11. 1971.
- Pirkelmann, H. : Neue technische Verfahren in der Futterernte.  
5. Fortbildungslehrgang für Maschinenringgeschäftsführer in Schönbrunn am 17.11. 1971 und in Rothaurach am 22. 11. 1971

- Pirkelmann, H. :  
Bereitung von Silage in Foliensilos.  
Ehemaligenverein Starnberg in Andechs am 23.11. 1971
- Pirkelmann, H. :  
Mechanisierung der Futterernte.  
Ehemaligenverein Riedenburg am 14.12. 1971.
- Pirkelmann, H. :  
Neuzeitliche Möglichkeiten zur Errichtung landwirtschaftlicher Gebäude und  
baulicher Anlagen.  
Ehemaligenverein Ebermannstadt, Heiligenstadt/Ofr. am 8.12. 1971
- Pirkelmann, H. :  
Neue technische Verfahren in der Futterernte.  
Maschinenring Mühldorf, Oberneukirchen, 15. 12. 1971
- Pirkelmann, H. :  
Desiccation, Wirkung und Aussichten .  
BASF, Grünlandkolloquium, Limburgerhof, 18.1. 1972
- Pirkelmann, H. :  
Neuentwicklungen in der Futterernte und -konservierung.  
Maschinenring Laufen, Taching am See, am 21.1. 1972
- Pirkelmann, H. :  
Neue Wege in der Futterernte.  
Maschinenring Rosenheim, Rosenheim am 2.2. 1972
- Pirkelmann, H. :  
Möglichkeiten der handwerklichen Selbsthilfe bei landwirtschaftlichen Bauvorhaben.  
Ehemaligenverein Weiden, Weiden am 10.2. 1972
- Pirkelmann, H. :  
Können Foliensilos die massiven Gärfutterbehälter ersetzen?  
Maschinenring Uffenheim, Buchheim am 11.2. 1972
- Pirkelmann, H. :  
Möglichkeiten der handwerklichen Selbsthilfe bei baulichen Anlagen im Großbetrieb.  
Landwirtschaftliches Unternehmerseminar auf Gut Schlüterhof am 17.2. 1972 und  
am 24.2. 1972.
- Pirkelmann, H. :  
Futtereinbringung - Lagerung - Konservierung.  
ALB-Stuttgart, Stuttgart am 22. 2. 1972.
- Pirkelmann, H. :  
Neuzeitliche Möglichkeiten zur Errichtung landwirtschaftlicher Gebäude und baulicher  
Anlagen.  
Ehemaligenverein Weißenhorn, Weißenhorn am 29.2. 1972.
- Schön, H. :  
Die Vorratsfütterung in Rinderlaufställen.  
23. Mai 1969 in Holthausen b. Lingen, LK Oldenburg
- Schön, H. :  
Mechanisierte Fütterungsverfahren für Rinder in Laufställen und ihre Auswirkungen  
auf das Tierverhalten.  
6. Oktober 1969 in Baden-Baden, CIGR-Kongreß
- Schön, H. :  
Rationelle Aufstallungsformen und Arbeitsverfahren für die Rindermast  
Lüneburg am 9. 12. 1969, Bauförderung Echem
- Schön, H. :  
Das Zusammenwirken von Technik und Gebäude in der Innenwirtschaft.  
Mainz am 10.12. 1969, ALB Rheinland/Pfalz
- Schön, H. :  
Technische Einrichtungen für hohe Melkleistungen .  
Rendsburg am 12.2. 1970, Landtechnische Vortragstagung
- Schön, H. :  
Technische Lösungen im Rindviehstall bei verschiedenen Bestandesgrößen.  
Stuttgart am 18.2. 1970, Tierärztliche Vereinigung Stuttgart
- Schön, H. :  
Geeignete Arbeitsverfahren der Tierhaltung in Kooperationen  
Freising am 5.5. 1970, Studiengesellschaft für landw. Arbeitswirtschaft
- Schön, H. :  
Boxenlaufstall, ja oder nein?  
Kammer, 1. 7. 1970, Ehemaligen Verein
- Schön, H. :  
Bauliche Fragen der Rinderaufstallung .  
Marktleuten am 3.2. 1971 und 4.2. 1971 Rehau, Ehem. Verein
- Schön, H. :  
Die Technik der Milchgewinnung .  
Oldenburg am 1.12. 1970, Landwirtschaftskammer Oldenburg
- Schön, H. :  
Mechanisierung der Milchviehhaltung in Großbeständen.  
Freising, am 4. und 9. März 1971, Unternehmerseminar
- Schön, H. :  
Arbeitsverfahren und Arbeitslösungen für die Innenwirtschaft im Vollerwerbsbetrieb.  
Saarbrücken am 27.4. 1971, Deutscher Landarbeitstag
- Schön, H. :  
Stand der Entwicklung teilautomatisierter Melkzeuge.  
Futterkamp am 6.7. 1971, KTBL-Vortragsveranstaltung
- Schön, H. :  
Neuere Entwicklungen bei der Mechanisierung des Fütterns und des Melkens.  
24.6. 1971. Holthausen bei Lingen, Landwirtschaftskammer Oldenburg
- Schön, H. :  
Mobile und stationäre Technik in landw. Betriebsgebäuden.  
Holthausen bei Lingen am 24.6. 1971, Landwirtschaftskammer Oldenburg
- Schön, H. :  
Organisation leistungsfähiger Silomaisernteverfahren.  
Freising am 5. 10. 1971, Schlütertagung
- Schön, H. :  
Entwicklung und Anwendung teilautomatisierter Melkzeuge.  
Pen, C.L. :  
Braunschweig am 22. 10. 1971, VDI-Tagung

- Schön, H. : Möglichkeiten zur Steigerung der Arbeitsleistung beim maschinellen Milchentzug. Göttingen am 19.10. 1971, landtechn. Seminar
- Schön, H. : Neuzeitliche Ausrüstung der Melkanlagen . Oldenburg, 1.2. 1972, DLG-Vortragstagung
- Schön, H. : Technische und arbeitswirtschaftliche Konsequenzen moderner Melkverfahren Stuttgart-Hohenheim am 22. 2. 1972 , ALB- Baden-Württemberg
- Schön, H. : Die Mechanisierung der Grünfütter- und Silagebergung. Tahirova-Türkei am 7. 3. 1972, Deutsch-türkisches Seminar
- Schön, H. : Bau und Mechanisierung von Anbindeställen. Tahirova/Türkei am 8. 3. 1970 , Deutsch-türkisches Seminar
- Schulz, H. : Arbeitswirtschaft und Maschinenring. Bericht über die Ergebnisse des Arbeitskreises II 3. Bundestagung der Bundesarbeitsgemeinschaft der Maschinenringe in Stuttgart am 9. und 10. 1. 1969
- Schulz, H. : Die verschiedenen Silofolien und ihre zweckmäßige Verwendung. Folientagung des LTV der DLG und des AKL in Weihenstephan am 28.1. 1969
- Schulz, H. : Anwendung von Kunststoffen in der Landwirtschaft. Landtechnische Vorlesung in Vertretung von Prof. Hupfauer in Weihenstephan am 28.1.69
- Schulz, H. : Bauliche und technische Möglichkeiten zur Erzeugung hochwertiger Qualitätssilage in Flachsilos. Tagung des Ehemaligenvereins in Scheinfeld am 4.2. 1969
- Schulz, H. : Aktuelle Möglichkeiten und Probleme der Kunststoffanwendung im landwirtschaftlichen Bauwesen. Tagung der ALB-Hessen in Gießen am 5.2. 1969
- Schulz, H. : Ergebnisse des Arbeitskreises II der 3. Bundestagung der Maschinenringe. Versammlung des Maschinenrings Ast b. Landshut am 25.2. 1969
- Schulz, H. : Ergebnisse des Arbeitskreises II der 3. Bundestagung der Maschinenringe. Arbeitskreis Landtechnik im Landesverband Bayer. Raiffeisen-Maschinenringe in München am 26. 2. 1969
- Schulz, H. : Neue Entwicklungen und Erkenntnisse beim Flachsilobau. Tagung der Referenten für Landtechnik und landw. Bauwesen in Mainz am 27. 3. 1969
- Schulz, H. : Bau und Betrieb von Flach- und Tiefsilos. Baulehrgang am Seminar für Beraterfortbildung in Dachau am 23.4. 1969
- Schulz, H. : Ladewagen. Landtechnische Vorlesung in Vertretung von Prof. Brenner in Weihenstephan am 22.5. 1969
- Schulz, H. : Technische Probleme an Ladewagen und Fördergeräten. Seminar für Maschinenfachberater der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in Rendsburg am 28.5. 1969
- Schulz, H. : Der Flachsilo. Landtechnische Vorlesung in Vertretung von Prof. Dr. Brenner in Weihenstephan am 12. 6. 1969
- Schulz, H. : Arbeiten des LTV und der LA II. Kurzbericht vor Prof. Pielen in Weihenstephan am 24. 7. 1969
- Schulz, H. : Kunststoffe in der Landwirtschaft. Arbeitskreis Landw. Bauen des Bundesverbandes der deutschen Zementindustrie in Freising am 19.9. 1969
- Schulz, H. : Ladewagen. Koreferat zum Thema Grünfütterernte beim CIGR-Kongreß in Baden-Baden am 9.10.69
- Schulz, H. : Die Wechselbeziehungen zwischen Technik und Bauen in der Landwirtschaft - dargestellt am Beispiel der Rindviehhaltung. Tagung der ABTL- Nordrhein-Westfalen in Köln am 14. 10. 1969
- Schulz, H. : Technisch-bauliche Fragen der arbeitsteiligen Rindviehhaltung. Tagung der Bayer. Arbeitsgemeinschaft landwirtsch. Bauwesen und Landmaschinentechnik in Ebersberg am 20.11. 1969
- Schulz, H. : Kostengünstige Verfahren der Futterernte und Futterkonservierung. Tagung der Bayer. Arbeitsgemeinschaft Tierernährung in Marktheidenfeld am 9.12. 1969
- Schulz, H. : Kunststoffanwendung in der Landwirtschaft. Tagung des Bundesverbandes der Deutschen Zementindustrie in Köln am 11.12. 1969
- Schulz, H. : Die Forschungsarbeiten des LTV. Jahresversammlung des LTV in Illertissen am 17.12. 1969.
- Schulz, H. : Kunststoffanwendung im landwirtschaftlichen Bauwesen. Seminar am Institut für Landtechnik in Göttingen am 3.2. 1970

- Schulz, H. : Der Foliensilo als technisches Hilfsmittel bei der Futterkonservierung.  
Landwirtschaftskammer Kiel in Rendsburg am 12. 2. 1970
- Schulz, H. : Futterkonservierung in Hoch- und Flachsilos im Großbetrieb.  
Landwirtschaftliches Unternehmerseminar auf Gut Schlüterhof in Freising am 26. 2. 1970
- Schulz, H. : Futterkonservierung in Hoch- und Flachsilos im Großbetrieb.  
Landwirtschaftliches Unternehmerseminar auf Gut Schlüterhof in Freising am 5. 3. 1970
- Schulz, H. : Flach- und Tiefsilo.  
Baulehrgang am Seminar für Beraterfortbildung in Dachau am 15. 4. 1970
- Schulz, H. : Die Wechselbeziehungen zwischen Technik und Bauen in der Landwirtschaft.  
Vortragstagung der ALB- Baden-Württemberg in Stuttgart am 24. 4. 1970
- Schulz, H. : Bauweisen und Baustoffe für den Silobau .  
Fachtagung der ALB Rheinland-Pfalz/Saarland in St. Wendel am 7. 7. 1970
- Schulz, H. : Vollmechanisierte Futterrübenenernte.  
Tagung auf Gut Schlüterhof in Freising am 20. 10. 1970
- Schulz, H. : Stall- und Hallenbau für die Pferdehaltung in Selbsthilfe.  
Reit- und Fahrverein Moosburg am 6. 3. 1971.
- Schulz, H. : Technik der Silagebereitung und Fütterung bei der Pferdehaltung.  
Reit- und Fahrverein Moosburg am 3. 4. 1971
- Schulz, H. : Bauweisen und Baustoffe für den Silobau .  
Tagung der ALB Rheinland-Pfalz/Saarland in Straßenhaus am 20. 4. 1971
- Schulz, H. : Bauliche Probleme in der Pferdehaltung.  
Mitgliederversammlung der Haflingerzuchtgenossenschaft in Wolfratshausen am 23. 4. 1971
- Schulz, H. : Neuere Baumaterialien im Stallbau, bei der Kraftfutterlagerung und bei Silobehältern.  
Baulehrgang am Seminar für Beraterfortbildung, Dachau am 5. 5. 1971 und 23. 6. 1971
- Schulz, H. : Landtechnische Tendenzen im Futterrüben- und Silomaisanbau.  
8. Deutscher Landarbeitstag in Saarbrücken am 27. 5. 1971
- Schulz, H. : Ladewagen.  
Landtechnische Vorlesung in Weihenstephan am 3. 6. 1971
- Schulz, H. : Konstruktion, Aufbau und Zielsetzung des LTV.  
Vorstandssitzung der ALB- Baden-Württemberg, Weihenstephan am 26. 7. 1971
- Schulz, H. : Gärfutterbereitung mit der Silopresse.  
Kurzvortrag auf der 14. Schlüttertagung am 5. 10. 1971
- Schulz, H. : Vollmechanische Gärfutterbereitung in Folienschlauchsilos.  
VDI-Tagung in Braunschweig am 21. 10. 1971.
- Schulz, H. : Die Starrahmenbauweise, eine interessante Entwicklung auf dem Holzbausektor.  
Arbeitstagung der niederbayerischen Kreisbaumeister in Rottenburg am 25. 10. 1971
- Schulz, H. : Was erwartet die Landwirtschaft von der Kunststoffindustrie?  
Gründungstagung der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft (GKL) in Geisenheim am 29. 10. 1971
- Schulz, H. : Bericht über eigene aktuelle Arbeiten und Neuentwicklungen auf dem technischen und baulichen Sektor.  
Informationstagung des LTV in Landshut am 11. 11. 1971
- Schulz, H. : Die Starrahmenbauweise - eine erprobte Methode zur Erstellung von Hallenbauten in Eigenarbeit".  
Vortragstagung des Rationalisierungskuratoriums für Landwirtschaft am 7. 3. 1972 in Kiel und am 9. 3. in Würzburg.
- Schulz, H. : Die Silowurst.  
Vortragstagung des Rationalisierungskuratoriums für Landwirtschaft am 7. 3. 1972 in Kiel und am 9. 3. 1972 in Würzburg
- Schurig, M. : Weiterentwicklung an Feldhäckseln für die Silomaisernte.  
Schlüttertagung 20. Oktober 1970.
- Schurig, M. : Neuere Verfahren der Futterernte.  
Kreismaschinenring Aalen/Württ. 26. 1. 1971
- Schurig, M. : Mähen und Werben von Halmgut.  
Unternehmerseminar auf dem Schlüterhof, 3. und 10. 3. 1971
- Schurig, M. : Einlagerung von Silofutter.  
Unternehmerseminar auf dem Schlüterhof, März 1970
- Schurig, M. : Die landtechnische Entwicklung in der BRD während der letzten 20 Jahre.  
Deutsche Stiftung für Entwicklungsländer, Feldafing, 3. 5. 1971
- Schurig, M. : Moderne Verfahren der Futtererntetechnik.  
Fortbildungslehrgang von Maschinenringleitern in Hildesheim und Alzey Juni und Juli 1970.

- Schurig, M. : Einfluß der Häcksellänge auf den Gärungsablauf.  
Tagung der Landtechnikreferenten am 2.6. 1971, Weißenstephan
- Schurig, M. : Neuere Arbeitsverfahren bei der Futterkonservierung.  
Kreismaschinenring Friedberg, 25. 1. 1972
- Schurig, M. : Verfahren und Geräte zur Einlagerung, Konservierung und Fütterung von Mais.  
Rendsburg, 8.2. 1972
- Schürzinger, H. : Kurzbericht über die Englandexkursion vom 25.5. - 3.6. 1969 anlässlich einer  
Vorlesung für Landtechnik in Weißenstephan am 10.7. 1969
- Schürzinger, H. : Voraussetzungen für eine Futterrübenenernte mit Bunkerköpfern und ihre Funktion.  
Fortbildungslehrgang der Referenten für Landtechnik an den Regierungen und  
Ingenieurschulen in Landsberg/Lech am 21.7. 1969.
- Schürzinger, H. : Einfluß von Anbautechnik und Wuchsformen auf die Funktion von Futterrübenvollerntern.  
Jahresversammlung des LTV in Illertissen am 17.12. 1969.
- Schürzinger, H. : Möglichkeiten der Mechanisierung bei Futterrübenanbau und-ernte.  
Arbeitsgemeinschaft der Maschinenringe für den Lkr. Ansbach am 29.1. 1970
- Schürzinger, H. : Möglichkeiten der vollmechanischen Futterrübensaat und -Pflege.  
Frühjahrstagung auf Gut Schlüterhof am 21.4. 1970
- Schürzinger, H. : Futterrübenenernte mit Vollernter.  
Vortrag anlässlich einer Vorlesung an der TUM in Weißenstephan am 2.6. 1970.
- Stanzel, H. : Fortschrittliche Maissaat .  
Informationstagung der Fa. Schlüter, Freising am 21. 4. 1970
- Stanzel, H. : Anbau, Pflege und Düngung von Körnermais.  
Landw. Maschinenbank Dolling am 16. 2. 1971
- Stanzel, H. : Maschinenteknik und Verfahren bei der Produktion von Körnermais, Silomais  
und Kolbenschrot .  
Maschinen- und Betriebshilfsring Arnstein/Ufr. am 25. 2. 1972
- Strehler, A. : Ernte, Trocknung und Lagerung von Körnermais am landw. Betrieb.  
Lw.-Amt Dachau, 7. 10. 1969
- Strehler, A. : Trocknung von Körnermais.  
Verein ehem. Landw. Schüler Lauingen am 3.3. 70
- Strehler, A. : Moderne Trocknungsverfahren im Großbetrieb.  
Schlüter- Unternehmerseminar am 25.2. und 4. 3. 1970
- Strehler, A. : Trocknung von Körnermais.  
Referenten Landtechnik Kempen/Ndrn. am 22. 9. 1970
- Strehler, A. : Trocknung von Körnermais und seine inner- u. außerbetriebliche Verwertung.  
Podiumsdiskussion Dt. Maiskomitee und. Bayer. Staatsministerium f. ELuF,  
Gern/Nb. am 30.9. 1970
- Strehler, A. : Die Trocknung von Körnerfrüchten, Hackfrüchten und Gras.  
Landmaschinenring Landsberg/Lech am 16. 10. 70
- Strehler, A. : Neuere Entwicklungen zu leistungsfähigen Körnertrocknungsanlagen.  
Landw. Unternehmerseminar Schlüterhof- Freising am 16. und 23.2. 1972
- Thorwarth, Th. : Futterlagerung und Futteraufbereitung für Mastschweine.  
Bau-Vortragstagung in Burgkunstadt am 13.2. 1969
- Thorwarth, Th. : Neuzeitliche Aufstallungen für Zucht- und Mastschweinehaltung.  
Vortrag in Waldkraiburg Fa. Dickow am 21.2. 1970
- Weidinger, A. : Fütterungs- und Entmistungstechnik im Rinderstall.  
Vortragsveranstaltung des Vereines ehemaliger Landwirtschaftsschüler, Traunstein,  
14.1. 1969
- Weidinger, A. : Die Mechanisierung der Innenwirtschaft - ein unlösbares Problem für den Familien-  
betrieb.  
Verein Ehem. Landwirtschaftsschüler in Scheinfeld, 20.2. 1969.
- Weidinger, A. : Silobau und Fütterungstechnik.  
Vortragsveranstaltung des Bayer. Bauernverbandes des Landwirtschaftsamtes Naila  
am 1.3. 1969
- Weidinger, A. : Technik der Futterzuteilung im Milchviehstall unter besonderer Berücksichtigung der  
Kraffuterverabreichung.  
Vortragsveranstaltung der Bayer. Arbeitsgemeinschaft für Tierernährung in Nürn-  
berg am 8. 10. 1969.
- Weidinger, A. : Fütterungstechnik und moderne Aufstallungsformen in Milch- und Mastviehställen.  
Vortragsveranstaltung des Vereins ehemaliger Landwirtschaftsschüler in Dinkelsbühl  
am 10.12. 1969



- Weidinger, A. : Silagebereitung und Silagefütterung.  
Unternehmerseminar am Schlüterhof im März 1970
- Weidinger, A. : Technik bei Hochbehältern für Silage und Gülle.  
Beraterseminar Dachau, 15. 4. 1970
- Weidinger, A. : Entwicklungstendenzen in der Rauhfutterernte.  
Tagung der Länderreferenten Landtechnik in Göttingen, 26. 11. 1970
- Weidinger, A. : Mechanische Fütterungseinrichtungen für Rinder und Schweine.  
Eröffnung der landwirtschaftlichen Bauausstellung im Bauzentrum zu Klagenfurt, 12. 1. 71.
- Weidinger, A. : Technische Fütterungseinrichtungen und moderne Aufstallungsformen bei Milch-  
und Mastrindern.  
Vortragsveranstaltung der Bayer. Arbeitsgemeinschaft für Tierernährung in Regensburg  
am 28. 1. 1971
- Weidinger, A. : Futterberge- und Konservierungsverfahren.  
Jahresversammlung des Maschinenringes Neumarkt /Opf. am 1. 2. 1971.
- Weidinger, A. : Mechanische Fütterungssysteme für Rinder.  
Internationales Symposium für Technik in der Innenwirtschaft, Vortragsveranstaltung  
in Gent, Merlebeke. 5. 2. 1971
- Weidinger, A. : Silomaisernte und Mechanisierungs der Fütterung.  
Jahreshauptversammlung des Maschinenringes Pfarrkirchen, 17. 2. 1971.
- Weidinger, A. : Mechanisierung der Futterernte und Fütterung.  
Jahresversammlung des Vereins ehemaliger Landwirtschaftsschüler in Roding
- Weidinger, A. : Leistungsfähige Futterbergeverfahren.  
Unternehmerseminar am Schlüterhof am 2. und 9. 3. 1971.
- Weidinger, A. : Mögliche Entwicklungen im Transportwesen in Hof und Stall.  
Tagung der Referenten für Landtechnik in Weihestephan am 2. 6. 1971.
- Weidinger, A. : Neue Techniken der Bodenbearbeitung, Düngung und des Pflanzenschutzes.  
Jahreshauptversammlung des Maschinenringes, Buchhofen am 9. 12. 1971
- Weidinger, A. : Stand und Entwicklungen der Verfahren der Futterbergung bei Silomais und Grassilage.  
Jahresversammlung des Maschinenringes, Ravensburg, 11. 1. 1972.
- Weidinger, A. : Neue Verfahren der Silageernte und Fütterung.  
Jahresversammlung des Maschinenringes, Ried-Ost (Oberösterreich), 28. 1. 1972
- Weidinger, A. : Neue Verfahren der Futterernte und Konservierung,  
Jahresversammlung des Maschinenringes Ried-West(Oberösterreich), 28. 1. 1972
- Wißmüller, K. : Beispiele für Selbsthilfe im landw. Bauwesen .  
Jahresversammlung des LTV in Illertissen am 17. 12. 1969
- Wißmüller, K. : Starrrahmengebäude für die Landwirtschaft.  
Baukurs Landwirtschaftsamt Eggenfelden am 5. 7. 1971 und am 8. 7. 1971
- Wißmüller, K. : Eigenbau in der Landwirtschaft.  
Vortrag am 18. 1. 1972 beim Maschinenring in Landsberg
- Zeisig, H. D. : Die Trocknung des Hopfens in der Bundesrepublik Deutschland und die Möglichkeiten  
ihrer Weiterentwicklung aufgrund neuerer Erkenntnisse.  
XX Internationaler Hopfenkongress, Brüssel, 5. 8. 1970
- Zeisig, H. D. : Hopfenkonditionierung, Grundlagen und Technik.  
Vortragstagung der Fa. G. B. S. in Niederlauterbach am 24. 2. 1971
- Zeisig, H. D. : Lüftung und Klimatisierung von Großstallungen.  
Landwirtsch. Unternehmerseminar 1971, Gut Schlüterhof, Freising
- Zrno, J. : Lüftung intensiv belegter Bullenmastställe bei extremem Sommer- und Winterklima.  
Beitrag zur Arbeitstagung der II. Sektion der C. I. G. R. in Piacenza (Italien)  
Sept. 1971



Bisher sind folgende Titel in der Grünen Schriftenreihe erschienen:

I. Tätigkeitsberichte

- |       |             |
|-------|-------------|
| Nr. 1 | 1956 - 1963 |
| Nr. 2 | 1964 - 1967 |
| Nr. 3 | 1968 - 1969 |
| Nr. 4 | 1970 - 1972 |

II. Forschungsberichte

- |        |   |
|--------|---|
| Nr. -  | Kinematische und experimentelle Untersuchungen an Schlepperfrontladern (Dr. K. Meink) 1964  |
| Nr. -  | Schneid- und Wurfvorgänge in Trommelfeldhäckslern. (Dr. K. Grimm) 1965  |
| Nr. 4  | Ein Amerikabericht. (Dr. M. Schurig) 1966   |
| Nr. 5  | Die Kosten der Grasanwelksilage bei verschiedenen Ernte-, Konservierungs- und Fütterungsverfahren (Dr. A. Grimm) 1967                                       |
| Nr. 6  | Entwicklung und Stand der Körnermaisernte unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes von Mähdreschern (Dr. M. Estler) 1967                             |
| Nr. 7  | Technische und funktionelle Untersuchungen an ausgewählten mechanischen Fütterungsanlagen für Rinder (Dr. A. Weidinger) 1967                                |
| Nr. 8  | Vergleichende Untersuchungen über die Flüssigentmischung in Rinderlaufställen (Dr. A. Forster) 1967   |
| Nr. 9  | Untersuchungen an Trommelfeldhäckslern unter besonderer Berücksichtigung der Materialförderung in und nach Schneid-Wurf-Trommeln (Dr. K. Kromer) 1967       |
| Nr. 10 | Umbau von Milchviehställen (Dr. D. Hannusch) 1967   |
| Nr. 11 | Vorschläge zur technischen Ausrüstung bäuerlicher Familienbetriebe (Außenwirtschaft). (Dr. J. Boxberger) 1969   |
| Nr. 12 | Die Trocknung des Hopfens mit erhöhten Heißlufttemperaturen unter Berücksichtigung ihrer Anwendung in der Darre und im Bandtrockner (Dr. H. D. Zeisig) 1970 |
| Nr. 13 | Mechanisierung der Futterwirtschaft in den USA (Dr. K. H. Kromer) 1971  |

