



Jahrestagung 1973



*Man*

Berichte über die  
Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan  
10. u. 11. Okt. 1973

Manuskripte der Vorträge

Herausgegeben von der Landtechnik Weihenstephan  
Institut für Landtechnik  
Bayer. Landesanstalt für Landtechnik  
Landtechnischer Verein in Bayern e.V. (LTV)  
805 Freising-Weihenstephan

1973



Laufställe für Milchvieh - Ergebnisse einer Erhebung. H.Schön	5
Methodik zur Erstellung von Planzeiten - Beispiel Bullenmast H.Auernhammer, H.Schön u. B.v.Henneberg	18
Ein stochastisches Simulationsmodell für arbeitswirtschaftliche Untersuchungen von Melkverfahren. — C.L. Pen	27
Oberflächenbelüftung von Flüssigmist zur Geruchseinschränkung. H.D. Zeisig	41
Meßergebnisse über Wärmeströme und Druckverhalten bei Bodenbelägen für Milchvieh. — J.Boxberger, H.Stanzel, W.Hillebrand u.G.Langenegger	54
Ergebnisse der Bewitterungsversuche mit Kunststoff-Folien. G. Englert	64
Versuche zur Sicherung von Futtererntemaschinen vor Metallfremdkörpern. H. Stanzel	72
Energiebilanz verschiedener Grünfütteretrocknungsanlagen. A. Strehler	77
Leistungsbedarf von Maschinen für die Minimal-Bestelltechnik. M. Estler, E.Zeltner	90
Untersuchungsergebnisse über die Mechanisierung im Einlegegurken-Anbau. H.J. Labowsky	100
Verbesserte Geräte und Verfahren zur Beschickung von Gärfutter- Hochsilos. — M. Schurig	109
Verbesserte Geräte und Verfahren zur Entleerung von Gärfuttersilos. H. Pirkelmann	118
Stand der Entwicklung bei Grünfütteretrocknungsanlagen. H.L. Wenner, A. Strehler u. W. Richter	130
Höhere Mechanisierungsstufen der Milchviehhaltung durch weiterent- wickelte Melktechnik. — H. Schön, C.L. Pen u. W. Weber	144
Neuere Entwicklungen der landwirtschaftlichen Bautechnik. H. Schulz	155
Mechanisierungsprobleme bei der Landschaftspflege. K.H. Kromer	162
Kurzstand - Aufstallungen. J. Boxberger	174
Aus den Arbeiten der Landtechnik Weihenstephan: Diplomarbeiten und Dissertationen.	182
Veröffentlichungen.	183
Vorträge.	195



## Walter Gustav Brenner

Am 8.12.1973 starb Prof.Dr.Ing. Dr.agr. h.c. W.G.Brenner. Von 1955 bis 1969 leitete er das Institut und die Bayer. Landesanstalt für Landtechnik der landwirtschaftlichen Fakultät in Weihenstephan. Unter seiner Leitung wurden die beiden Institutionen auf Grund intensiver und umfangreicher Arbeiten weit über die Grenzen Deutschlands hinaus bekannt. Er widmete sich in dieser Zeit der Aufgabe, zahlreiche jüngere Kräfte an die Landtechnik heranzuführen und sie für ihre vielgestaltigen Probleme zu begeistern. - Rationelle Futterernteverfahren mit verbesserter Siliertechnik, neue (Trommel)-Feldhäcksler, Möglichkeiten zur Technisierung der Kartoffelernte auf Schotterböden sowie die Mechanisierung der Silomais- und Körnermaisernte standen im Mittelpunkt seiner Weihenstephaner landtechnischen Arbeiten.

Der im Alter von 74 Jahren Verstorbene begann seine Tätigkeit für die Landtechnik an der Technischen Hochschule Stuttgart und promovierte dort im Jahre 1927 zum Dr.Ing.. Der Start als Konstrukteur der Landtechnik begann mit Getreidereinigungsanlagen. Der erste große Wurf war der "Steigsichter" und damit die Entwicklung neuer kombinierter Getreidereinigungsanlagen, die größte Verbreitung erlangen sollten. Die zweite Phase "Mähdrescherentwicklung" führte ab 1936 über verschiedenste Typen u.a. zum "Claas Super" (1948). Dazwischen lag schon 1932 die erste fahrbare zapfwellenbetriebene automatische Sammel- und Ladepresse für Heu und Stroh, wie sie heute ebenfalls zu Tausenden in der Landwirtschaft zu finden sind.

Im Jahre 1949 wurde er als Professor an die Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft nach Braunschweig-Völkenrode berufen. Er baute das Institut für Landmaschinenforschung der FAL auf und war von 1951 bis 1952 ihr Präsident.

Wegen seiner großen Verdienste für die Landwirtschaft wurde Prof. Brenner die Würde und Rechte eines Ehrendoktors der Landwirtschaft von der landwirtschaftlichen Fakultät der Rhein.-Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn verliehen. Er war Träger des großen Bundesverdienstkreuzes und des Bayer. Verdienstordens.

Die Landtechnik Weihenstephan wird Prof. Brenner stets voller Dankbarkeit ein treues und ehrendes Gedenken bewahren.



## V o r w o r t

Die LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN veranstaltete erstmals 1973 am 10. und 11. Oktober eine Landtechnische Jahrestagung. Die wissenschaftlichen Mitarbeiter des Instituts für Landtechnik, der Bayer.Landesanstalt für Landtechnik und des Landtechnischen Vereins in Bayern e.V. berichteten über wichtige Forschungsergebnisse. Der Themenkreis berührte in erster Linie landtechnische Probleme der Innenwirtschaft, jedoch wurden auch landtechnische Fragen aus dem Bereich der pflanzlichen Produktion behandelt. Dabei standen am ersten Tag vornehmlich Themen mit betont wissenschaftlichem Charakter im Vordergrund, während am zweiten Tag mehr über praxisorientierte Forschungsarbeiten referiert wurde. Die mit diesem Heft vorgelegte Sammlung der Vortragsmanuskripte unserer landtechnischen Jahrestagung gibt somit einen guten Überblick über wichtige Teilergebnisse der von der Landtechnik Weihenstephan durchgeführten und laufenden Arbeiten.

Diese landtechnische Tagung sollte, zumindest was ihren praxisbezogenen Teil betrifft, an die bisher mit großem Erfolg durchgeführten jährlichen Tagungen des Landtechnischen Vereins anknüpfen und einen weitergehenden Überblick auch über die Forschungsarbeiten des Institutes und der Landesanstalt bieten. Es ist beabsichtigt, derartige landtechnische Tagungen in Weihenstephan zukünftig jährlich stattfinden zu lassen. Denn es besteht auch im bayerischen Raum großes Interesse daran, von Jahr zu Jahr ein intensives Fachgespräch mit wissenschaftlichen Instituten, der Industrie, der Spezialberatung und besonders auch der landwirtschaftlichen Praxis herbeizuführen, um gegenseitige Erfahrungen, Arbeitsrichtungen und Methodiken abzustimmen. Die Information über neue Erkenntnisse und eine tiefgreifende Diskussion in einem größeren Fachkreis soll fachliche Kontakte erweitern und vertiefen.

An dieser Stelle möchte ich allen denjenigen danken, die durch Beiträge und Hinweise sowie durch Förderung und Unterstützung zum Gelingen unserer Arbeiten beigetragen haben. Meine Mitarbeiter und mich würde es besonders freuen, wenn wir durch dieses Heft einen Beitrag zur Klärung wichtiger landtechnischer Probleme leisten konnten.



Freising-Weihenstephan 1.12.1973

Prof. Dr. H. L. Wenner



## Laufställe für Milchvieh - Ergebnisse einer Erhebung

von Dr. H. Schön, Dipl.-Ing.agr. E. Kauer und Dipl.-Ing.agr.  
H.Billenstein \*)

### 1. Einleitung

Wissenschaft, Beratung und einige fortschrittliche Praktiker versuchen seit längerer Zeit die vielfältigen Probleme der Milcherzeugung durch die Laufstallhaltung zu lösen. Obwohl in vielen Untersuchungen die arbeitswirtschaftliche Überlegenheit dieses Stallsystemes nachgewiesen werden konnte, fand der Laufstall bisher nur zögernd Eingang in die Praxis. So bewirtschaften von 5000 Betrieben des Landeskontrollverbandes in Bayern mit mehr als 20 Kühen lediglich 247 Betriebe einen Laufstall, das sind ca. 5 %.

Der folgende Bericht, dem eine Vollerhebung aller bayerischen Laufstallbetriebe durch den Landeskontrollverband zugrunde liegt, soll Aufschluß über die Entwicklung der Laufstallhaltung, über bauliche und technische Tendenzen sowie Anhaltspunkte zur objektiven und subjektiven Beurteilung dieser Stallform durch die Praxis geben.

### 2. Stand der Laufstallhaltung

2.1 Die Entwicklung der Laufstallhaltung wurde stark von der technischen Vervollkommnung dieses Stallsystems beeinflusst (Abb. 1). So wurden in den 50iger Jahren ausschließlich Laufställe mit Tiefeinstreu errichtet. Wegen des hohen Strohbedarfes konnte sich diese Stallform allerdings nur in einigen Ackerbaubetrieben einführen. Erst mit der Entwicklung strohsparender oder strohloser Laufstallformen setzt ab 1964 eine steigende Verbreitung auch in Grünlandbetrieben ein. Zuerst waren es vorwiegend Liegeboxenställe mit Laufhöfen; ab 1966 setzte sich aber immer mehr der geschlossene Liegeboxenstall mit einer jährlichen Zuwachsrate von 30 - 40 Ställen durch. Freiboxenställe konnten dagegen erst in den letzten Jahren eine gewisse Bedeutung erlangen. 1970 waren die einzelnen Laufstallformen wie folgt verteilt: (Abb. 2).

2.2 Regionale Verbreitung - Die Verbreitung der Laufställe ist aber regional sehr unterschiedlich (Abb. 3). Die überwiegende Zahl dieser Ställe befindet sich nämlich im agrarstrukturell begünstigten südlichen Teil Bayerns. Hier sind mehr als 40 % aller Betriebe größer als 15 ha. Anbauverhältnisse und Niederschläge üben dagegen keinen nachweisbaren Einfluß auf die Verbreitung der Laufstallhaltung aus. Lediglich die Laufstallform ist vom Klima abhängig (Abb. 4). So geht mit zunehmenden Frosttagen der Anteil der Laufställe mit offenem Laufhof zugunsten geschlosse-

---

\*) in Zusammenarbeit mit Dr. Schuhmann, Landeskontrollverband in Bayern e.V.

Entwicklung der Laufstallhaltung im LKV-Bayern  
( 1950 - 1970 )

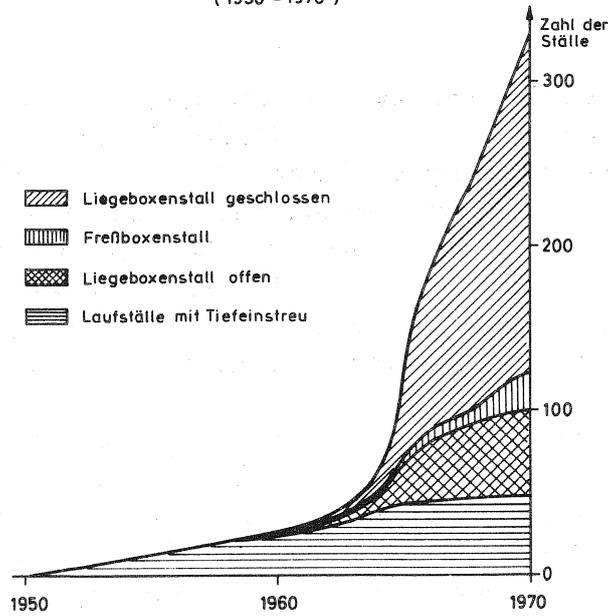


Abb. 1

Verbreitung und Anteil der verschiedenen Laufstallformen  
( Landeskontrollverband Bayern ; Stand 1971 / 72 )

Laufstallform	Zahl	%	davon in %		
			Neubau	Umbau	Ergänzungsbau
Laufstall mit Tiefeinstreu	48	15 %	35 %	65 %	-
Liegeboxenstall m. Laufhof	51	15 %	33 %	67 %	-
Liegeboxenstall geschlossen	203	62 %	49 %	49 %	2 %
Freifoxenstall	24	8 %	41 %	49 %	7 %
	326	100 %			

Abb. 2

ner Laufställe zurück. Auch der Anteil der Kaltställe geht von 37,5 % in wärmeren Gegenden auf 10,6 % bei 140 Frosttagen in extremen Gebieten mit 160 Frosttagen sogar auf 0 % zurück.

- 2.3 Herdengröße der Laufstallbetriebe - Für die Beurteilung der Laufstallhaltung ist die Herdengröße von besonderer Bedeutung, da durch die Degression des Arbeitszeit- und Kapitalbedarfes diese Haltungsform erst ab 30, besser 40 Kühe sinnvoll erscheint. Die durchschnittliche Herdengröße der Laufstallbetriebe ist mit 30,6 Kühe zwar wesentlich günstiger als die durchschnittliche Herdengröße Bayerns; die geforderte Mindestgröße von 30 Kühen wird aber nur von 36 % der Betriebe überschritten. 26 % der Laufstallbetriebe haben sogar Herden unter 20 Kühe.

Die meisten Laufstallbetriebe wollen aber ihre Herden aufstocken und zwar im Durchschnitt um 6,3 Kühe. Allerdings ergeben sich dabei erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Laufstallformen (Abb. 5).

Landwirte mit Liegeboxenställen und getrennten Laufhof sind nur bei Herden bis zu 40 Kühe zu einer weiteren Aufstockung bereit. In geschlossenen Liegeboxenställen nimmt dagegen die Aufstockungsrate bei größeren Herden zu und ist im entscheidenden Bereich von derzeit 30 - 40 Kühe besonders hoch. Eine Sonderstellung nimmt der Freiboxenstall ein. Hier ist bei sehr kleinen Herden eine besonders hohe Aufstockungsrate zu verzeichnen; diese fällt dann aber bei Herden über 50 Kühe auf 0 ab.

### 3. Stand und Entwicklung der Mechanisierung

Der arbeitswirtschaftliche Erfolg der Laufstallhaltung wird weniger durch die Stallform, sondern vorrangig durch die Mechanisierung bestimmt; im besonderen durch die Melkarbeiten, die bekanntlich 2/3 der gesamten Stallarbeiten beanspruchen.

- 3.1 Melkarbeiten - In 80 % der neuerrichteten Laufställe werden heute Fischgrätenmelkstände eingebaut. Für die Arbeitsleistung ist aber nicht nur die Melkstandform sondern in noch größerem Umfang die Zahl der Melkzeuge/Arbeitskraft ausschlaggebend (Abb. 6).

In kleinen Herden unter 20 Kühe werden überwiegend lediglich 1 - 2 Melkzeuge/AK eingesetzt. Damit sind gegenüber dem Anbindestall keine arbeitswirtschaftlichen Verbesserungen möglich und die mangelnde Arbeitsproduktivität hemmt häufig eine weitere Herdenaufstockung. Erst in Herden über 30 Kühe werden 4 und mehr Melkzeuge eingesetzt, welche im Laufstall eine bessere Arbeitsleistung gegenüber dem Anbindestall ermöglichen.

### Milchvieh - Laufställe in Bayern

( LKV ; Stand 1970 )

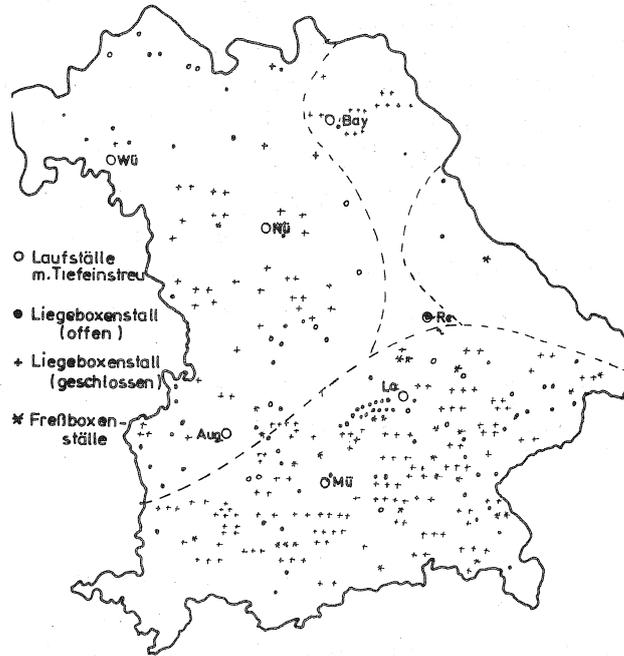


Abb. 3

### Ausbreitung der verschiedenen Laufstallformen bei unterschiedlicher Zahl jährlicher Frosttage

( LKV Bayern )

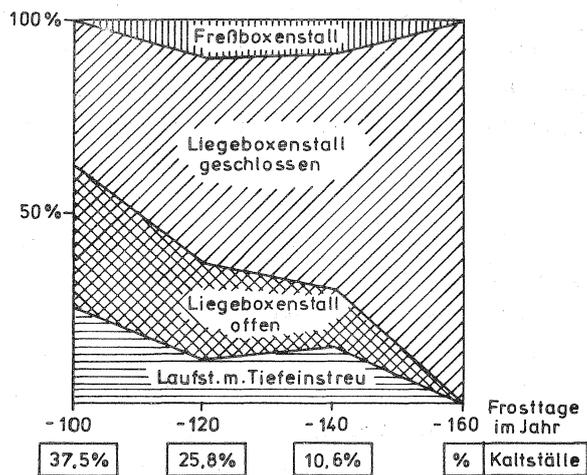


Abb. 4

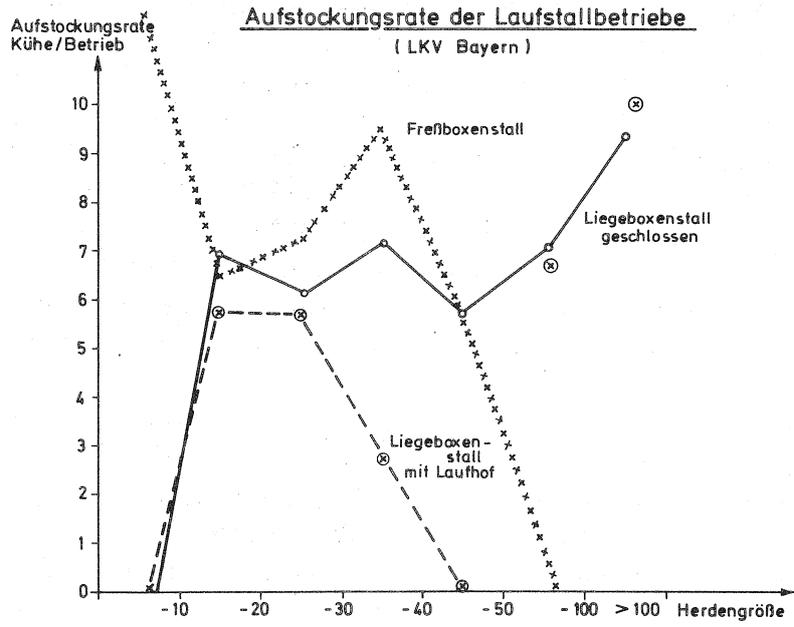


Abb. 5

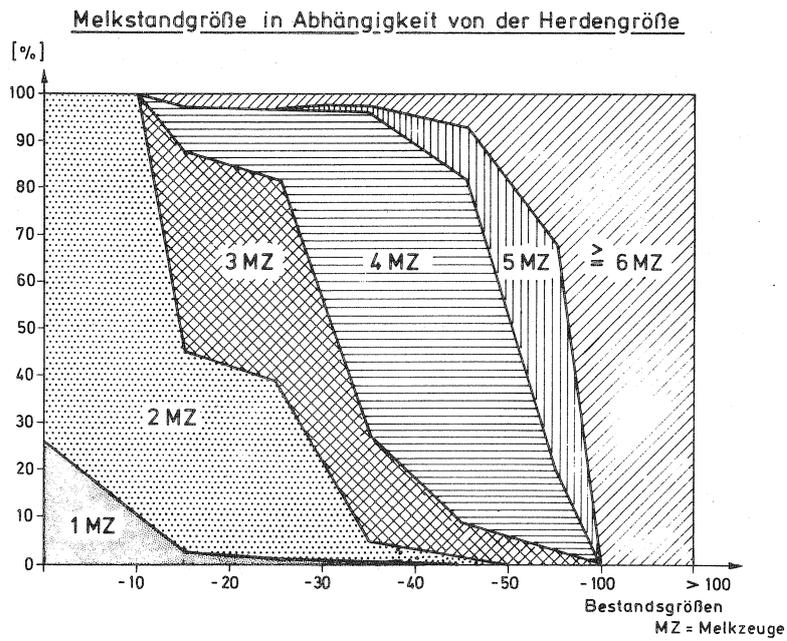


Abb. 6

- 3.2 Entmisten - Die Mechanisierung der Entmistungsarbeiten wird dagegen weniger von der Herdengröße, sondern vorrangig von der Laufstallform bestimmt (Abb. 7). In den in früheren Jahren bevorzugten offenen Laufställen mußte zur Reinigung der umfangreichen Laufflächen zwangsläufig der Schlepper eingesetzt werden. Mit dem Bau geschlossener Laufställe erlangten Spaltenboden und ab 1966 auch der Faltschieber immer größere Bedeutung. In den folgenden Jahren schien der Faltschieber den Spaltenboden völlig zu verdrängen. Wegen funktioneller Mängel, die dieses Entmistungssystem teilweise zeigte, wurde der Spaltenboden in jüngster Zeit aber wieder vermehrt eingebaut.
- 3.3 Die Mechanisierung der Fütterungsarbeiten setzt eine vereinfachte Futterration voraus. Etwa die Hälfte aller Laufstallbetriebe sind deshalb zur überwiegenden Silagefütterung übergegangen. Dabei werden zu 45 % Flachsilos und zu 55 % Hochsilos verwendet. Die Silageentnahme erfolgt zu etwa 50 % mit der Hand; bei Flachsilos setzen etwa 25 % der Betriebe den Frontlader und ebenfalls 25 % die Selbstfütterung ein. Bei Hochsilos wird in 27 % der Betriebe mit dem Greifer und lediglich in 18 % der Betriebe mit der Fräse entnommen. Die Mechanisierung der Futtervorlage wird vom Stallsystem beeinflusst (Abb. 8).

So überwiegt im offenen Boxenlaufstall in 95 % aller Betriebe die Herdenfütterung, davon in annähernd 50 % durch die Selbstfütterung. Im geschlossenen Boxenlaufstall wird die Herdenfütterung nur mehr in 2/3 aller Betriebe eingesetzt; im Freßboxenlaufstall herrscht eindeutig die Einzeltierfütterung vor. Mechanisierte Fütterungsverfahren konnten in keinen der Laufstallformen größere Bedeutung erlangen; wo sie in Form stationärer Futterverteilanlagen vorhanden ist, wird sie häufig kritisiert.

Wesentlich für die Beurteilung der Laufstallhaltung ist ihre praktische Bewährung. Objektive und subjektive Kriterien sollen diese Frage beantworten.

#### 4. Objektive Beurteilungskriterien

- 4.1 Zu den meßbaren Beurteilungskriterien gehört der Arbeitszeitbedarf bei der Laufstallhaltung. In Abb. 9 wurden die Zeitangaben der Landwirte bei den einzelnen Stallsystemen in Abhängigkeit von der Herdengröße aufgezeichnet. Dabei war es oft schwierig, den Zeitaufwand für die Milchviehhaltung von den übrigen Stallarbeiten zu trennen, so daß nur etwa 1/3 aller Angaben ausgewertet werden konnten. Trotzdem zeigen sich eindeutige Tendenzen, weniger zwischen den einzelnen Stallsystemen als vielmehr in Abhängigkeit von der Herdengröße.

Die Entwicklung v. verschiedenen Entmistungs-  
verfahren in Laufställen  
( 1960 bis 1970 ; LKV Bayern )

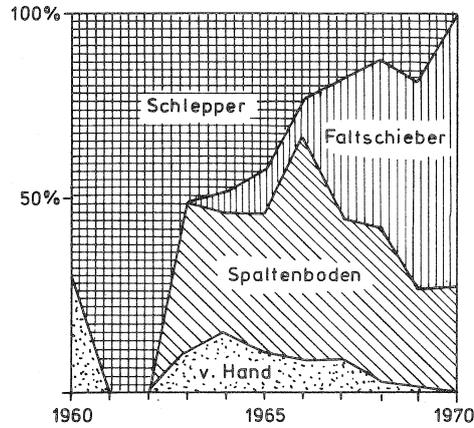


Abb. 7

Mechanisierung der Silagefütterung  
in Laufställen  
(LKV Bayern 1971/72)

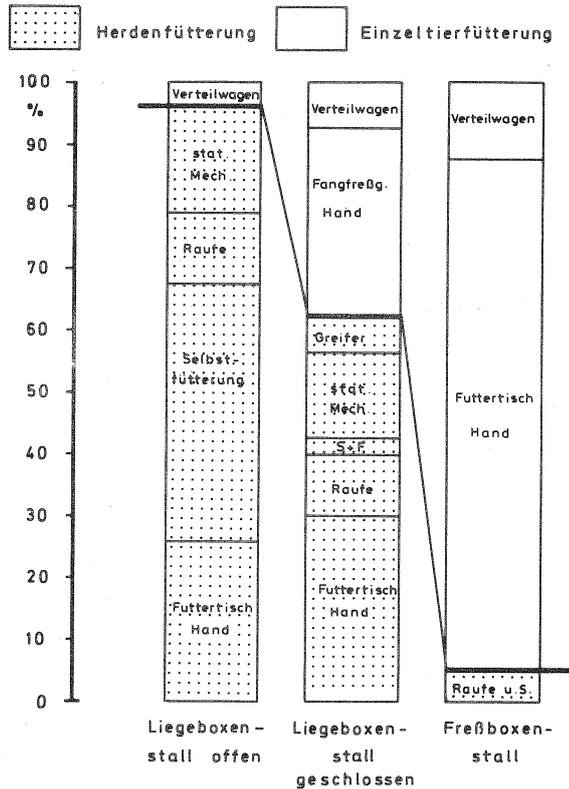


Abb. 8

Bei kleineren Herden unter 20 Kühe liegt der Arbeitszeitaufwand mit 80 - 90 AKh in Höhe des Anbindestalles. Herden mit 30 Kühe erfordern dagegen nur mehr etwa 50 Stunden/Kuh und Jahr; darüber hinaus ist auch bei größeren Herden im Durchschnitt kein geringerer Arbeitszeitaufwand mehr festzustellen.

- 4.2 Ein weiteres wichtiges Beurteilungskriterium für ein Haltungssystem ist die erzielte tierische Leistung. Ihre Ermittlung stößt aber auf erhebliche methodische Schwierigkeiten. Deshalb wurden hier nicht Laufstall- und Anbindestall nebeneinander verglichen, sondern das Leistungsverhalten der einzelnen Herden 3 Jahre vor der Umstellung im alten Anbindestall, im Jahr der Umstellung und die folgenden 3 Jahre im Laufstall untersucht (Abb. 10).

Im Durchschnitt konnten die untersuchten Betriebe im genannten Zeitraum ihre Milchleistung von 3750 kg/Kuh und Jahr auf 4000 kg Milch/Kuh und Jahr steigern. Lediglich in der Umstellungsphase kommt es zu einem geringfügigen Rückschlag im Leistungsanstieg, der aber in den folgenden Jahren im Laufstall wieder aufgeholt wird. Werden diese Ergebnisse durch den annähernd linear verlaufenden "züchterischen Fortschritt" korregiert, kann der spezifische Umstellungseffekt mit einer zweijährigen Leistungseinbuße von etwa 2,5 % quantifiziert werden. Abweichend davon reagieren jüngere Kühe kaum auf die Umstellung, während ältere Tiere einen korrigierten Leistungsrückgang von 5 % verzeichnen.

Für den Landtechniker ist schließlich die tierische Leistung bei den unterschiedlichen Laufstallsystemen von besonderem Interesse. Setzt man das Jahr der Umstellung mit 0 kg und weist lediglich die positiven und negativen Abweichungen auf, so ergibt sich folgendes Bild (Abb. 11).

Die größten Leistungseinbußen von durchschnittlich 250 kg Milch/Jahr sind während der Umstellungsphase im Tierlaufstall aufgetreten. Ebenfalls größere Leistungseinbußen von 200 kg Milch/Kuh und Jahr verzeichnet der Liegeboxenstall mit offenem Laufhof. Allerdings steigt nach erfolgter Umstellung die Leistung wieder sehr schnell an. Ähnliches gilt für den Freiboxenstall. Beim geschlossenen Liegeboxenstall sind dagegen kaum nennenswerte Leistungseinbußen zu verzeichnen. Keine nennenswerten Unterschiede im Leistungsverhalten während der Umstellung zeigt auch der relative Vergleich von Kalt- und Warmställen (Abb. 12). In beiden Bauformen wurde kurze Zeit nach der Umstellung das Leistungsniveau des Anbindestalles übertroffen. Allerdings muß einschränkend vermerkt werden, daß naturgemäß keine Aussagen über einen eventuell höheren Futterverbrauch gemacht werden

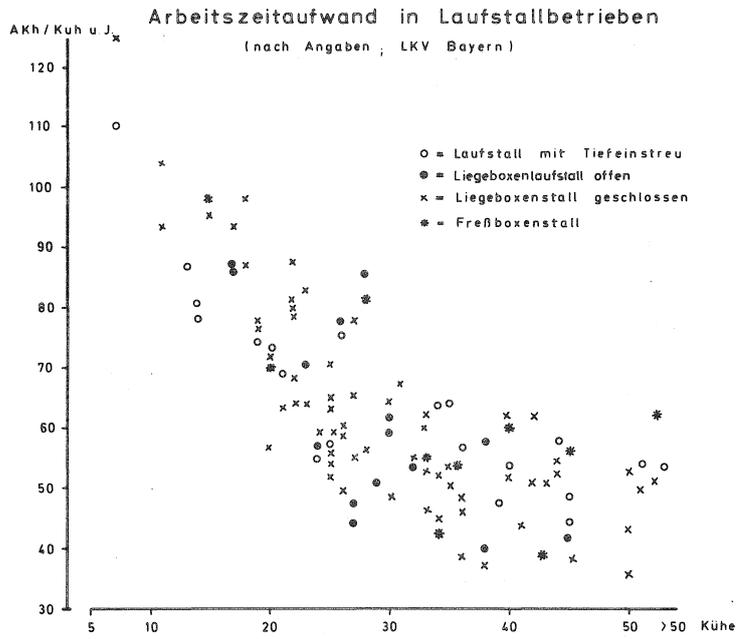


Abb. 9

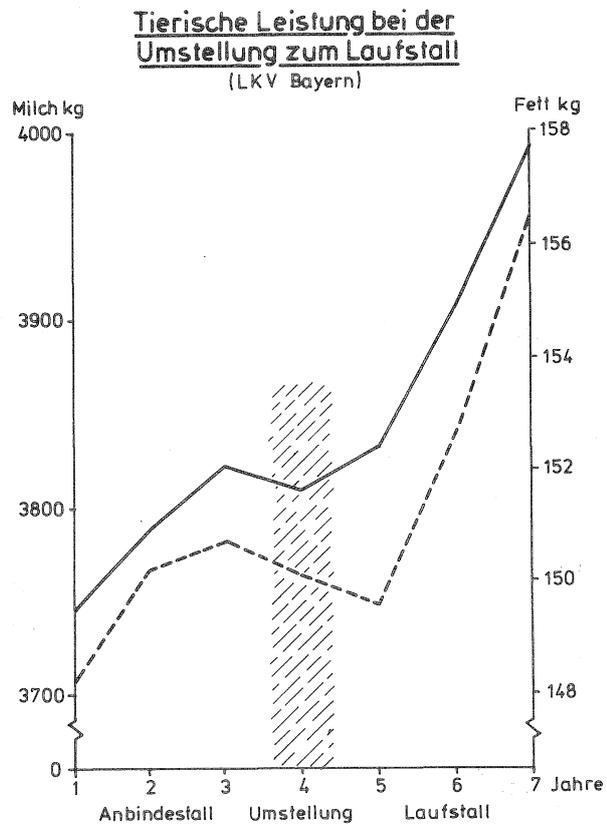


Abb. 10

Milchleistung während der Umstellungsphase  
bei verschiedenen Laufstallsystemen  
(Umstellungsjahr = 0)

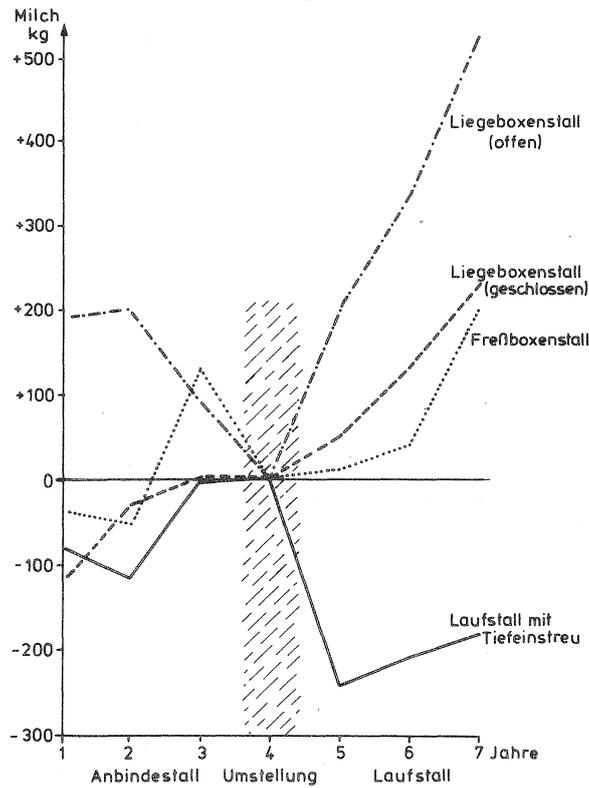


Abb. 11

Milchleistung während der Umstellungsphase  
bei Kalt- und Warmställen  
(Umstellungsjahr = 0)

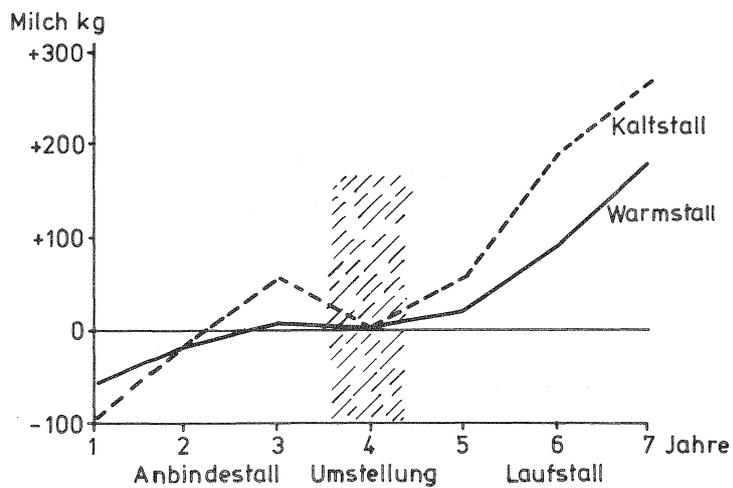


Abb. 12

können.

### 5. Subjektive Beurteilungskriterien

Wie schätzen die Landwirte selbst ihren Laufstall ein? Bei der Frage nach den wichtigsten Vor- und Nachteilen ihres Laufstalles ohne vorgegebene Antworten nannten

5 Landwirte ( = 1,5 % ) nur Nachteile,

91 Landwirte ( = 28 % ) nur Vorteile.

Im einzelnen wurden folgende Vor- und Nachteile genannt:  
(Abb. 13).

An erster Stelle wurde mit 62,8 % arbeitswirtschaftliche Vorteile genannt. Zusätzlich nannten 35 % aller Betriebe besondere arbeitswirtschaftliche Vorteile beim Melken. Nachteile wurden in diesem Punkt nur von wenigen Betrieben gesehen. Im einzelnen sind es das Reinigen des Melkstandes, das Entmisten offener Laufhöfe im Winter und das Aussondern rindernder Kühe. Wesentlich mehr arbeitswirtschaftliche Nachteile wurden bei Freßboxenställen durch das Nachtreiben und Einfangen der Tiere genannt.

An zweiter Stelle der Antworten stehen Gesundheit und Wohlbefinden der Tiere mit 46 % positiven aber auch 34 % negativen Punkten. Den meist subjektiv empfundenen Vorteilen stehen konkret geschilderte Nachteile gegenüber, wie Unruhe im Stall, hohe Verschmutzung - mit 30 % vor allen in Freßboxenställen - und Fuß- und Klauenerkrankungen in strohlosen Stallformen. Bei der Zucht überwiegen mit 35 % wieder eindeutig die Vorteile. Hier wurden vor allem leichte Brunstkontrolle mit 20 % und leichtes Abkalben mit 10 % genannt. Als Nachteile nannten einige wenige Betriebe die mangelnde Übersicht und das Abkalben in der Herde.

Sehr entgegengesetzt ist die Beurteilung von Fütterung und Leistung. Positiv wurde von 19 % der Betriebe die freie Futteraufnahme genannt, allerdings meist in Verbindung mit Einzelfreßplätzen. Trotz dieser positiven Voraussetzung gaben nur 1 % der Betriebe an, daß sie die Milchleistung durch das neue Stallsystem verbessern konnten. Bei den Nachteilen dominiert das gegenseitige Aussaugen der Euter, der erhöhte Futtermittelverbrauch und das gegenseitige Abdrängen der Tiere beim Fressen.

Überraschend wenig Landwirte äußerten sich zu den Baukosten. Lediglich 42 Betriebe glaubten ihren Stall kostengünstig erstellt zu haben, davon 20 % aller Betriebe mit Laufhöfen aber nur 4 % der Betriebe mit Freßboxenställen. Aus letztgenannten Betrieben rühren auch die Klagen über hohe Baukosten, verursacht vor allem durch das zusätzliche Melkstandgebäude.

Insgesamt sind aber fast alle Betriebe mit ihrem Laufstall zufrieden, da nur 4 % aller befragten Landwirte keinen Laufstall mehr errichten würden. Als häufigster Grund dafür wurden erhebliche Schwierigkeiten bei Klauen- und Fußkrankheiten genannt.

Die Laufstallhaltung von Milchvieh hat in der Praxis ein positives Echo gefunden. Vor allem die arbeitswirtschaftlichen Vorteile dieses Stallsystemes werden allgemein anerkannt. Auch in der tierischen Leistung konnte keine Beeinträchtigung durch diese Stallform nachgewiesen werden. Trotzdem sollten einige Mängel des Laufstalles vermehrt Beachtung finden wie:

- Problem der Fütterungstechnik
- Problem des Tierverhaltens
- gesundheitliche Schwierigkeiten.

Besonders bemerkenswert aber ist es, daß ein weiterer wesentlicher Vorteil dieser Stallform - nämlich die Chance zum billigen Bauen - in der Praxis nicht anerkannt und auch nicht genutzt wird. Hier dürfte der Hauptansatz für künftige Verbesserungsmaßnahmen der Laufstallhaltung von Milchvieh sein.

### Beurteilung der Laufstallhaltung durch die Landwirte

( ohne vorgegebene Antworten )

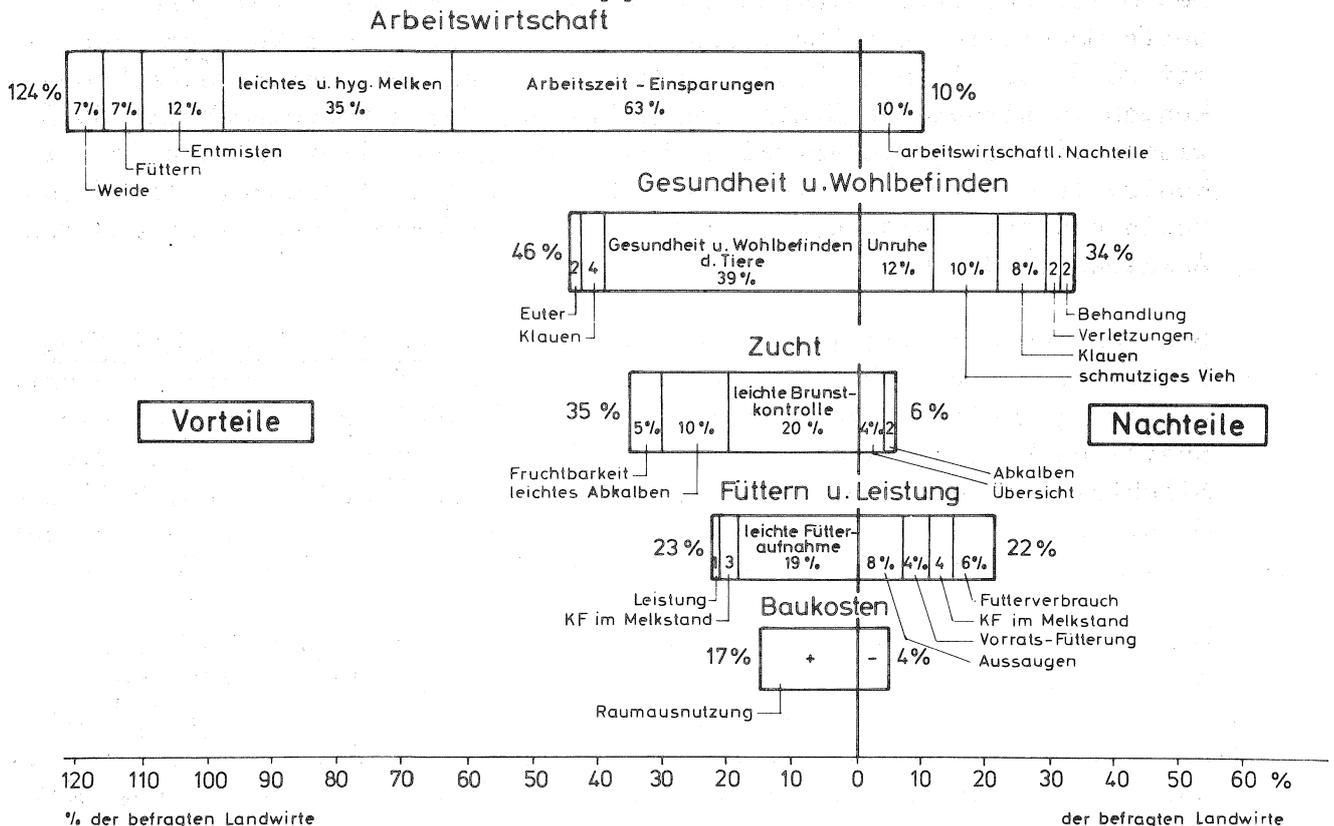


Abb. 13

Literatur

- Billenstein, H.: Die Leistungsauswirkungen bei der Umstellung vom Anbindestall auf Laufstall bei Milchvieh in Bayern.  
Dipl.Arbeit TU München-Weihenstephan 1973
- Hansen, L.R.,  
Barr, G.R. und  
Wilkert D.A.: Enviromental influenees on produktion in 100 dairy herds  
J. dairy sci. 49, 729
- Heller, D.: Anbindestall oder Laufstall für Milchkühe -  
Ergebnisse aus den Futterprüfbetrieben  
Betriebsw. Mitteilungen der Landwirtschafts-  
Kammer Schleswig-Holstein 1972
- Kauer, E.: Die Laufstallhaltung von Milchvieh in Bayern -  
Auswertung einer Umfrage.  
Dipl.Arbeit TU München-Weihenstephan 1973
- Lenschow, J.,  
Kaiser, R. und  
Heinrich K.H.: Zehnjährige vergleichende Untersuchungen  
über die Haltung von Milchkühen im offenen  
Laufstall und im geschlossenen Anbindestall.  
Archiv f. Tierzucht 7, 155
- Schön, H. und  
Semmler K.O.: Laufstallhaltung von Milchvieh in Hessen und  
Nordrhein-Westfalen.  
Mitteilungen der DLG 1969 Heft 13

## Methodik zur Erstellung von Planzeiten - Beispiel Bullenmast

von H. Auernhammer, H. Schön und B.v.Henneberg

Die Arbeit in der Landwirtschaft ist nicht nur gekennzeichnet durch eine Vielzahl verschiedener Arbeitsabläufe, sie weist insbesondere bedingt durch Einflüsse der Witterung u.a. eine sehr große Streubreite bei den einzelnen Arbeiten auf. Arbeitszeitbedarfswerte sind deshalb nicht nur sehr schwierig zu erstellen, sie beschreiben auch meistens nicht die Gesamtstreuung sondern geben einen kleinen Bereich dieser Streuung wieder. Die Notwendigkeit ihrer Erstellung kann aber nicht angezweifelt werden, da sie allein die Analyse landtechnischer Arbeitsverfahren zulassen, d.h. die Antwort auf die Frage geben: Was wird eigentlich getan? Ihre Anwendung in der Modellkalkulation läßt außerdem Entscheidungen über die Überlegenheit und Grenzen konkurrierender Arbeitsverfahren zu und schließlich kann mit ihrer Hilfe die Planung von Arbeitsabläufen betriebsspezifischer Art durchgeführt werden. Nicht zuletzt werden sie benötigt für betriebswirtschaftliche Entscheidungen und Kostenrechnungen. Eine exakte Erstellung dieser Arbeitszeitbedarfswerte, die sowohl die große Streubreite beschreiben als auch eine allgemeingültige Aussage nach statistischer Absicherung zulassen ist deshalb unumgänglich. Eine gangbare Methode soll im folgenden aufgezeigt werden und baut in ihren Grundzügen auf die Untersuchungen von HAMMER auf. Die für unsere Untersuchungen notwendigen Mittel wurden dankenswerterweise vom KTBL zur Verfügung gestellt. Bisher wurden Arbeitszeitbedarfswerte verwendet, die entweder einen gesamten Arbeitsablauf mit einem Wert beschrieben ( als Beispiel sind die Arbeitszeitbedarfswerte des KTBL-Taschenbuches zu nennen) oder es wurden Arbeitsabläufe in mehrere Klassen oder Bereiche aufgeteilt und dafür je ein Wert errechnet. Abb. 1 zeigt dieses Vorgehen am Beispiel -Futtertisch fegen- mit den dafür notwendigen Standards.

Diese Zahlen hatten mehr oder weniger zufälligen Charakter. Sie waren richtig, wenn sie nur für die gleichen Bereiche wiederverwendet wurden, für die sie erstellt wurden. Eine lineare Ausdehnung und damit Bestimmung anderer, nicht ermittelter Bereiche konnte aber zu falschen Ergebnissen führen. Im Endeffekt stellten sie somit eine Verallgemeinerung der tatsächlich herrschenden Verhältnisse dar.

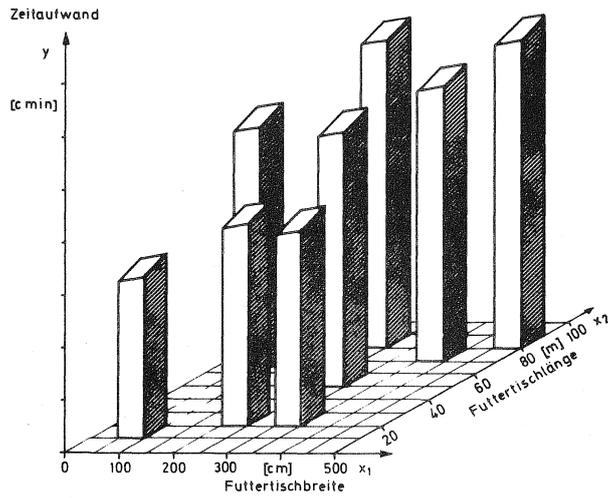
Ein erster Schritt zu einer exakten Analyse der in der gesamten Landwirtschaft vorkommenden Arbeiten ist die Aufgliederung in Arbeitsabschnitte verschiedener Feinheit. Dabei kommt sehr schnell die Tatsache zum Vorschein, daß eine große Zahl gleicher, nach einheitlichem Rhythmus ablaufender Arbeitsvorgänge in den verschiedenen Bereichen anzutreffen ist. Diese Abschnitte müssen in ihrem ganzheitlichen Ablauf erhalten bleiben. Sie können dann als Bausteine für komplexere Arbeitsabläufe dienen. Ihre Bezeichnung ist entsprechend der elementaren Aufgabe als universell verwendbare Einheiten "Arbeitselemente". Die Arbeitszeitbedarfswerte für diese Arbeitselemente werden in Anlehnung an REFA

"Planzeiten" genannt.

Zur Erstellung dieser Planzeiten bieten sich zwei Möglichkeiten an, nämlich der Arbeitsversuch und die Arbeitsbeobachtung. Im Arbeitsversuch werden unter exakten, labormäßigen Bedingungen Arbeitsabläufe nachvollzogen und die Einflußfaktoren auf den Zeitbedarf systematisch untersucht. Alle zufälligen Einflüsse sind eliminiert, eine ganze Reihe von Wiederholungen dient der Absicherung der Ergebnisse. Die gesamte Versuchsdurchführung ist demnach arbeitsaufwendig und teuer. Zudem bleibt die Frage nach einer korrekten, der durchschnittlich in der Praxis üblichen Leistung der Versuchspersonen offen und ebenso kann die Frage nach dem in der Praxis üblichen Arbeitsablauf nur schwer beantwortet werden. Auf eine Information über mögliche und notwendige Nebenzeiten, insbesondere Störzeiten muß vollständig verzichtet werden. Derartige Meßergebnisse zeichnen sich außerdem durch eine geringe Streubreite aus. Deshalb bietet sich die Arbeitsbeobachtung als die sinnvollere Methode an, wobei in einer Vielzahl von Betrieben bei jeweils unterschiedlichen Arbeitspersonen der gesamte Arbeitsablauf in einer sogenannten Vollzeiterhebung gemessen wird, d.h. Messung des Arbeitsablaufes von Arbeitsbeginn bis Arbeitsende. Häufig auftretende Arbeitselemente erreichen durch eine Vielzahl an Wiederholungen die geforderte höhere Genauigkeit, während selten vorkommende Arbeiten mit einer geringeren Genauigkeit zu erwarten sind. Alle Daten spiegeln aber den echten Zeitbedarf unter praktischen Bedingungen wieder, wobei die tatsächlich auftretende Streuung der Zeitwerte festgelegt wird.

Grundsätzlich sind zwei Arten von Planzeiten zu erwarten, nämlich Planzeitwerte und Planzeitfunktionen. Planzeitwerte sind lediglich von zufälligen oder nicht quantifizierbaren Einflüssen geprägt. Als Beispiel sei das häufig auftretende Arbeitselement "Auf den Schlepper steigen und diesen starten" genannt. Der zurückzulegende Weg ist bei fast allen Schleppern annähernd konstant, erforderliche Drehungen und Verrenkungen sind fabrikatspezifisch, lediglich die Außentemperatur würde ab einem gewissen Niedrigstwert einen Einfluß ausüben. Empirische Messungen ergeben in solchen Fällen bei Variationskoeffizienten um 60 % fast ausschließlich positiv schiefe Verteilungsformen der Zeitmeßwerte, d.h. der am häufigsten auftretende Zeitmeßwert ist kleiner als der Median und dieser wiederum kleiner als der arithmetische Mittelwert (Abb. 2). Erklärbar ist die Ausbildung dieser typischen Verteilungsform durch die Tatsache, daß ein bestimmter Zeitwert für einen vorgegebenen Arbeitsablauf nie unterschritten werden kann. Für eine große Zahl geübter Arbeitskräfte wird sich ein häufigster Wert bilden, aber eine nicht unbedenkliche Zahl an Arbeitskräften wird wesentlich mehr Zeit zur Durchführung des geforderten Arbeitsablaufes benötigen. Bisher führte eine Transformation der Meßwerte in deren Logarithmen fast immer zu einer echten Normalverteilung und damit zu einer einfachen statistischen Absicherung durch Tests. Der repräsentative Wert für derartige Arbeitsabschnitte ist dann aber das geometrische Mittel,

Arbeitszeitbedarfszahlen als Standards



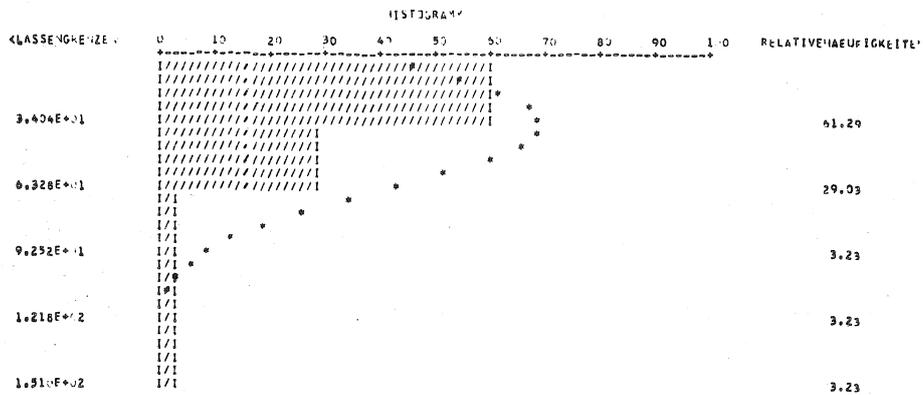
Beispiel: Die verschiedenen Standards für das Arbeitselement Futterschicht fegen

Abb. 1

Auf Schlepper steigen und diesen starten

KENNGRÖSSEN DER ZEITFUNKTION

ARITH. MITTELWERT	VARIANZ	STAND. ABW.	GROSSTWERT	KLEINSTWERT	SPANNWEITE	VAR-KOEFFIZIENT
35,913	730,354	27,214	151,000	6,800	140,200	78,96



KENNGRÖSSEN DER ZEITFUNKTION

ALLE KENNGRÖSSEN SIND ENTLÖGARITHMIERT

GEOM. MITTEL	VARIANZ	STREIFAKTOR	GROSSTWERT	KLEINSTWERT	SPANNWEITE	VAR-KOEFFIZIENT
29,163	1,193	1,876	151,000	6,800	31,438	18,96

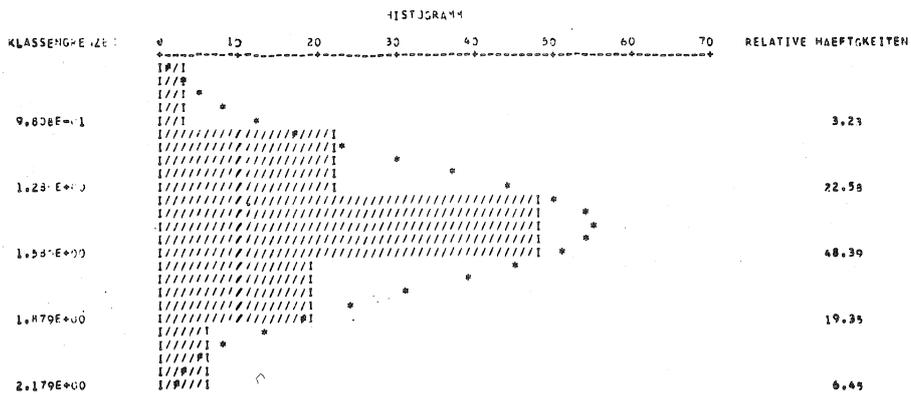


Abb. 2

d.h. ein numerisch größerer Wert als der am häufigsten auftretende. Planzeitwerte sind vor allem Rüstzeiten und andere Nebenzeiten, während Hauptzeiten fast ausschließlich funktionalen Charakter besitzen und deshalb als Planzeitfunktionen auftreten. Haupteinflußgrößen sind die Entfernung, zu bewegende Mengen und Gewichte und Stückzahlen. Für die breite Anwendung von Planzeitfunktionen ist es sinnvoll, nur die wesentlichsten Einflußfaktoren in die Funktionen aufzunehmen. Dies ist möglich durch die Verrechnung aller Informationen in einer abbauenden multiplen Regression. Für die anfangs gezeigten Standards des Arbeitselementes "Futtertisch fegen" würde eine einzige Planzeitfunktion den erforderlichen Zeitbedarf exakt wiedergeben. (Abb. 3). Die so erstellten Planzeiten und Ergebnisse der Ist-Analyse aus der Vollzeiterhebung können nun als Grundlage für Sollvorstellungen dienen und modellmäßig dargestellt werden. Ihre Vergleichbarkeit mit Ergebnissen aus Arbeitsversuchen ist aber nicht immer gegeben. Im folgenden soll der Weg der Modellkalkulation aufgezeigt werden. Es liegen die Bedingungen des Modells aus Abb. 4 zugrunde, dies sind:

Bullen füttern in 2-reihigem Vollspaltenbodenstall mit zentraler Futterachse, Fütterungswagen, Kraftfuttergabe von Hand oder kombiniert mit Grundfutter im Fütterungswagen, Silomaislagerung im Flachsilo mit Frontladerentnahme (Hochsilo mit Oberfräse), Arbeitsbeginn und Arbeitsende an der Stalltüre.

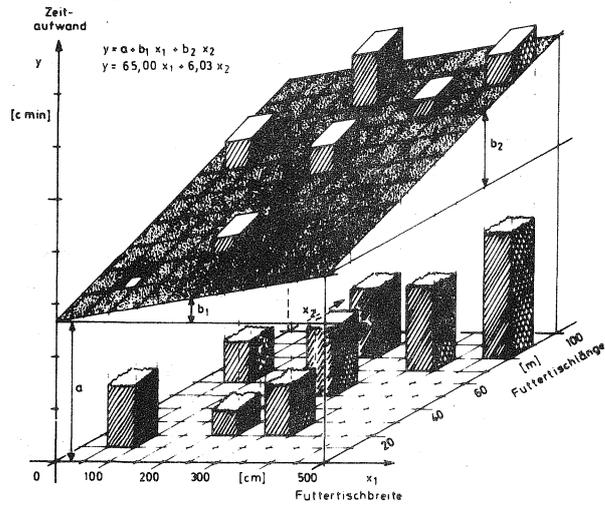
Für einen Betrieb dieser Aufstallungsart und Arbeitsorganisation Flachsilo + Frontlader, sowie Kraftfuttermenge von Hand bei 280 Bullen wurde die Ist-Analyse durchgeführt. Das EDV-Protokoll (Abb.5) zeigt das Auswertungsergebnis für die täglichen Arbeiten, aus welchem zwei wesentliche Merkmale dieses Betriebes abzulesen sind:

1. Der hohe Zeitaufwand für das Kraftfutterzuteilen von Hand (Arbeitselemente 51, 53, 116, 117) mit insgesamt 23 % am Gesamtarbeitsaufwand für die täglichen Arbeiten und ferner
2. der noch höhere Arbeitsaufwand für das Entnehmen der Silage aus dem Fahrsilo mit der einfachen und billigen Lösung des Frontladers. Bedingt durch die starke Verschmutzung der Rangierfläche wird tägliches kehren des Vorplatzes erforderlich. Die Arbeitselemente 15, 44, 70, 71, 72, 91, 108 verursachen somit zusammen 35 % des Gesamtarbeitsaufwandes. Kraftfutterzuteilung und Befüllung des Fütterungswagens nehmen damit 58 % des Gesamtarbeitsaufwandes ein.

Aus dieser Analyse können 3 Fragestellungen abgeleitet werden:

1. Kann mit den erstellten Planzeiten aus der Gesamtheit des Datenmaterials Bullenmast der Zeitbedarf entsprechend der Ist-Analyse errechnet werden?
2. Wie würde sich der Übergang von der Kraftfutterzuteilung von Hand auf automatische Dosierung mit dem FW auswirken und

Planzeit als Funktion veränderlicher Faktoren



**Beispiel:** Ermittlung von Planzeiten für fegen Feutertisch durch Planzeitwerte (Mittelwert aus Klassenbildung) und Planzeitfunktion (Regressionsebene oder Regressionshyperebene)

Abb. 3

Modell: Bullen füttern im Vollspaltenbodenstall

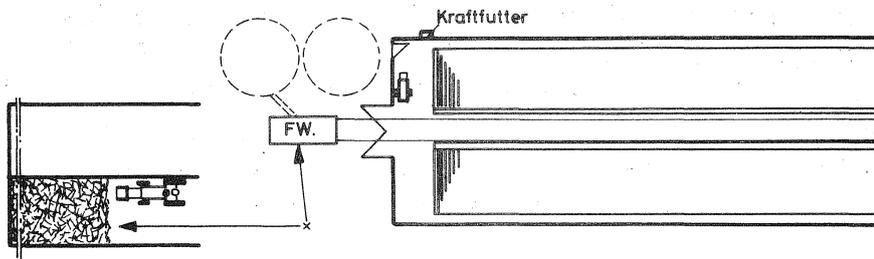


Abb. 4

3. Wie groß kann die Zeiteinsparung durch den Einsatz von Hochsilos mit Fräsenentnahme und damit Fortfall der Verschmutzung der Rangierfläche sein?

Bei der Beantwortung dieser Fragen sollen allein die arbeitswirtschaftlichen Kriterien Beachtung finden. Zu diesem Zweck werden alle Bedingungen des Modells mit Ausnahme der Bestandsgröße konstant gehalten.

Die logische Verknüpfung der benötigten Planzeiten und die mögliche Zusammenfassung gleicher Formelteile führt zu den benötigten Formeln in Abb. 6. Alle 3 Formeln besitzen ein Absolutglied und einen von der veränderlichen Bestandsgröße beeinflussten Wert. In Formel 1 und 2 ist zusätzlich ein Glied für die Befüllung des Fütterungswagens mit dem Frontlader enthalten.

In Abb. 7 sind die Ergebnisse aus der Berechnung dargestellt. Es ist der Arbeitszeitbedarf in Stunden/Bulle und Mastperiode über der Bestandsgröße aufgetragen. Alle 3 Varianten zeigen den zu erwartenden degressiven Arbeitsaufwand mit wachsender Bestandsgröße. Der sprunghafte Anstieg bei etwa 290 Bullen ist durch das begrenzte Fassungsvermögen des Fütterungswagens bedingt.

Variante 1 als das Verfahren der Ist-Situation gibt Auskunft über die Genauigkeit der Methode, die gefundene Abweichung beträgt 4 %.

Variante 2 mit automatischer Kraftfutterdosierung senkt den Arbeitsaufwand um etwa 42 % bei der angegebenen Bestandsgröße.

Durch die Variante 3 könnten weitere 23 % der Gesamtarbeitszeit eingespart werden, so daß mit diesem Arbeitsverfahren nur noch 35 % des Gesamtarbeitszeitbedarfes der Ist-Situation notwendig wären. Zu diesen Arbeitszeitbedarfswerten sind für langzyklische Arbeiten entsprechend von Teilzeitanalysen deren Zeitwerte zuzuschlagen. Außerdem mußten Störzeiten bei eingesetzten Maschinen hinzugefügt werden und ebenso Verlustzeiten organisatorischer Art Berücksichtigung finden. Zu deren Erfassung sind aber auch noch andere Methoden (z.B. Multimoment-Methode) auf ihre Brauchbarkeit zu überprüfen.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

1. Die Erstellung statistisch abgesicherter Planzeiten für alle landwirtschaftlichen Arbeiten ist dringend erforderlich. Die Methode der Arbeitsbeobachtung bringt praxisnahe und damit für die Praxis wiederverwendbare Kalkulationswerte. Außerdem werden durch diese Methode erforderliche Zuschlagszahlen erbracht.
2. Die Verknüpfung von Planzeiten zu Arbeitszeitformeln bringt gesicherte Ergebnisse von hoher Genauigkeit. Bei Einbeziehung der Streuung können exakte von - bis - Bereiche definiert werden.

ARBEITSAUFWAND JE ORT AUS DER SUMME DER ARBEITSELEMENTE (MITTEL UEBER DIE KARTENSTAPEL)  
 > ZEITWERTE MIT LG KORRIGIERT <

PIENDEL ERICH 8301 OSTERHAUN-KR. LANDSHUT 15./16.12.1971  
 FRSTE - VIERTE MESSEUNG MORGENS/ABENDS, MORGENS/ABENDS

ARBEITSAUFWAND JE ORT AUS DER SUMME DER ARBEITSELEMENTE (MITTEL UEBER DIE KARTENSTAPEL)	ZEITMESSWERTE MIT HAEUFIGKEIT > NSTAPEL SIND NICHT ENTHALTEN	MITTEL AUS 4 KARTENSTAPEL
NUMMER DES ARBEITSELEMENTES	ZEIT B E D A R F / MERKMAL (CMIN)	MERKMAL
MITTELWERT	PROZ. I AUFWANDI KODE	NAME DES ARBEITSELEMENTES
8	44,24   0,57   0,16   2**008	SCHALTER BETATIGEN
9	242,00   3,10   0,86   2**009	ANWEISUNGEN ERTEILEN
13	36,50   0,47   0,13   2**013	SCHLEPPKABEL AN FUTTERWAGEN UMSTECKEN
15	22,20   0,28   0,08   2**015	SCHLEPPER ABSTELLEN UND ABSTEIGEN
44	47,40   0,61   0,17   2**044	AUF SCHLEPPER STEIGEN UND DIESEN STARTEN
45	123,20   1,58   0,44   2**045	FUTTER IM TRUG NACHVERTEILEN
51	108,58   1,39   0,39   2**051	KRAFTFUTTERWAGEN AN AUSLAUF SCHIEBEN
53	85,21   1,09   0,30   2**053	FUTTERWAGEN FAHREN
58	96,23   1,23   0,34   2**058	GEHEN IM HOF- UDER STALLBEREICH
62	234,55   3,01   0,84   2**062	TRUG SAEUBERN
66	128,19   1,64   0,46   2**066	TUERE ODER TUR OEFFNEN
67	94,79   1,22   0,34   2**067	TUERE ODER TUR SCHLIESSEN
69	761,03   9,76   2,72   2**069	FUTTER MIT FUTTERWAGEN VERTEILEN
70	458,40   5,88   1,64   2**070	MIT LEERER FRONTLADERSCHAUFEL IN GUT FAHREN
71	249,00   3,19   0,89   2**071	MIT GEFUELLTER FRONTLADERSCHAUFEL AN ABKIPPSTELLE ANPASSEN
72	242,40   3,11   0,87   2**072	FRONTLADER ABKIPPEN UND LEER ZURUECKFAHREN
75	262,72   3,37   0,94   2**075	KRAFTFUTTERWAGEN AUS SILD AUSLAUF MIT KRAFTFUTTER FUELLEN
91	1475,10   18,91   5,27   2**091	VORPLATZ FEGEN (SAEUBERN)
100	210,54   2,70   0,75   2**100	KONTROLLE UDER KONTROLLGANG
105	913,00   11,71   3,26   2**105	FUTTERTISCH FEUEN
108	277,80   3,50   0,99   2**108	MIT FRONTLADER SILAGE LOSREISSEN UND ZURUECKFAHREN
115	557,99   7,15   1,99   2**115	WAGEN SCHLEPEN (LUFTBEREIT UND VERSCHIEDENE RAEDERZAHL)
116	1128,89   14,47   4,03   2**116	KRAFTFUTTER MIT EIMER SCHOEFFEN, TRAGEN UND VERTEILEN
SUMME	7790,95   100,00   27,86	GESAMTARBEITSAUFWAND PRO ORT UND PRU MERKMAL

ARBEITSAUFWAND PRO BEZUGSGRUESSL BETRAEFT IN 730, ARBEITSVORGAENGEN (FUTTERZEITEN) 3,39 AKH  
 ARBEITSAUFWAND AN DIESEM ARBEITSAUFWAND BETR 280, RULLEN 948,99 AKH

3. Die durch Arbeitsbeobachtung erhaltenen Ist-Analysen geben Hinweise auf Verbesserungsmöglichkeiten.
4. Modellkalkulationen mit Arbeitszeitformeln geben genaueste Hinweise auf die Auswirkung relevanter Einflußgrößen. Vergleiche werden durch Einsetzen neuer Formelteile sehr schnell möglich, ebenso können bei Heranziehung betriebsspezifischer Daten echte Planungsentscheidungen getroffen werden.
5. Arbeitszeitformeln können für alle wichtigen Arbeitsvorgänge erstellt werden und mit Hilfe der EDV ist dann eine schnelle und exakte Planungsarbeit möglich.

Arbeitszeitformel im Modell "Bullen füttern im Vollspaltenbodenstall"

(Tierzahl variabel, alle anderen Einflußgrößen konstant)

Variante 1: Kraftfuttergabe von Hand  
Flachsilo mit Frontladerentnahme  $T = 1793,4 + 19,1 x + (0,4 x + E) * 100,0$

Variante 2: Kraftfuttergabe mit FW  
Flachsilo mit Frontladerentnahme  $T = 1636,2 + 6,67 x + (0,4 x + E) * 100,0$

Variante 3: Kraftfuttergabe mit FW  
Hochsilo mit Fräsenentnahme  $T = 1004,5 + 6,67 x$

Zeitbedarf/Bulle und Mastperiode  $T_{BM} = \frac{T}{\text{Bullenzahl}} * \frac{\text{Mastdauer}}{6000}$

Abb. 6

Arbeitszeitbedarf im Modell „Bullenfütterung im Vollspaltenboden“

(Einflußgröße Tiere variabel, nur tägliche Arbeiten, 365 Masttage)

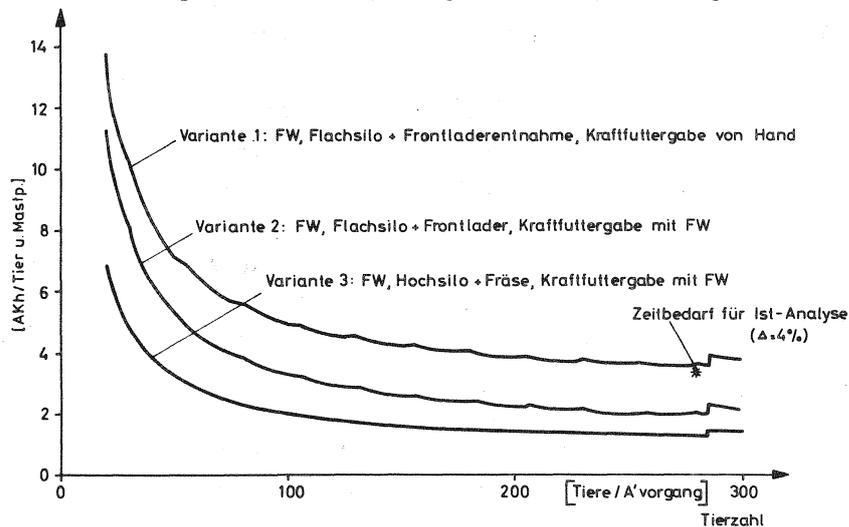


Abb. 7

Literatur

- Hammer, W.: Ganzheitliche und kausale Betrachtung als Grundlage für Arbeitszeitstudien in der Landwirtschaft.  
Landarbeit und Technik, Heft 35, Hamburg und Berlin 1968
- Hammer, W.,  
Wilking, E.: Vergleich verschiedener Methoden der Ermittlung von Arbeitszeitfunktionen.  
Landtechnische Forschung 19 (1971)  
Heft 516, S. 151 - 157
- Krause, V.: Anleitung für Zeitstudien in der Landwirtschaft.  
Landarbeit und Technik, Heft 35,  
Hamburg 1964, S. 45 - 84
- Lint, M.M. de: Grundsätze für die Berechnung von Gesamtarbeitszeiten für die Feldarbeit.  
Landtechnik 27 (1972) 20, S. 457 - 461
- Wermke, M.: Statistische bzw. multivariable Analyse mit Hilfe multipler Auswertungsverfahren.  
Inst.f. Grünlandwirtschaft, Futterbau, Futtermittelkonservierung, FAL-Braunschweig-Völkenrode, 1972
- REFA Methodenlehre des Arbeitsstudiums, Teil 2 - Datenermittlung, München 1972
- KTBL-Taschenbuch für Arbeits- und Betriebswirtschaft Frankfurt/Main 1969
- EDV-Programme  
PESK Programm zur Erstellung statistischer Kenngrößen  
JOHN/NOLLAU DRZ Darmstadt  
AUERNHAMMER/PEN/v.HENNEBERG  
Landtechnik Weihenstephan 1973
- ABMUR Abbauende multiple Regression  
GEBHARD DRZ Darmstadt  
AUERNHAMMER Landtechnik Weihenstephan 1973
- TEZA Teilzeitanalyse  
AUERNHAMMER/ GIEHL/ MANGSTL  
Landtechnik Weihenstephan 1973

## Ein stochastisches Simulationsmodell für arbeitswirtschaftliche Untersuchungen von Melkverfahren

von Dr. C.L. Pen

Ingenieur und Landwirt benötigen zur Verbesserung oder Neuentwicklung landtechnischer Arbeitsverfahren arbeitswirtschaftliche Aussagen, um mit ihrer Hilfe den voraussichtlichen Erfolg geplanter Maßnahmen abzuschätzen.

Dies kann durch Simulation des Arbeitsablaufes erfolgen, deren Aussage bei deterministischen Vorgehen allerdings in vielen Fällen nur eingeschränkt gilt. Bei allen Arbeitssystemen mit biologischen Komponenten treten nämlich erhebliche, meist zufallsbedingte Streuungen auf, die in der Praxis zu abweichenden Ergebnissen führen. In diesem Beitrag wird am Beispiel der Melkarbeiten ein stochastisches Simulationsmodell vorgestellt, welches diese Zufallsvarianten berücksichtigt und wegen seines hohen Grades an Wirklichkeitsnähe die selben Versuche und Messungen wie an wirklichen Systemen erlaubt.

### 1. Einleitung

Die Simulation setzt arbeitswirtschaftliche Analysen an bestehenden Systemen voraus, bei denen der gesamte Arbeitsablauf in Zeitelemente, die durch Zeitmeßpunkte abgetrennt und definiert sind, zerlegt wird. Diese Zeitelemente sind austauschbar und können in verschiedenen Arbeitsmodellen frei kombiniert werden (4). Dafür wurden bisher deterministische Modelle angewandt, in die die Zeitelemente als ein - möglichst repräsentatives - Datum eingingen, obwohl bei landwirtschaftlichen Arbeitsverfahren in der Realität große Streuungen auftreten. Auch der Arbeitsablauf ist bei diesen Modellen vorgegeben, während in der Praxis zufällige oder ablaufbedingte Änderungen laufend vorkommen. Für verfeinerte arbeitswirtschaftliche Untersuchungen von Systemen mit stark variierenden Bedingungen, wie sie vor allem bei Arbeiten am lebenden Tier gegeben sind, empfiehlt sich deshalb ein stochastisches Modell.

Ein solches Modell setzt die Beschreibung der Systemstruktur voraus, wobei logische Schalter eine dynamische Ablaufänderung ermöglichen. Weiterhin gehen in dieses Modell Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die einzelnen Zeitelemente ein.

### 2. Darstellung der Systemstruktur durch einen Graph

Nach der Graphentheorie läßt sich die Struktur komplexer Systeme durch Knotenpunkte darstellen, die durch gerichtete Kanten verbunden sind. Diese Knotenpunkte beschreiben Zeitelemente, bzw. Ereignisse eines Arbeitsvorganges; die gerichteten Kanten stellen

Beziehungen zwischen den Elementen her. Die Eingangspfeile eines Knotenpunktes symbolisieren gleichzeitig den Zustand vor der Ausführung der im Knoten genannten Tätigkeit. Knoten mit mehreren Ausgängen sind logische Schalter, welche den weiteren Ablauf des Arbeitsprozesses dynamisch steuern. Der Arbeitsablauf in einem Melkkarussell, das hier als Beispiel für die verschiedenen Melkverfahren steht, läßt sich demnach wie folgt beschreiben (Bild 1).

Eine Kuh  $K_1$  wird in den Melkstand eingetrieben (E), gefüttert (F), angerüstet (AR) und es wird das Melkzeug angesetzt (AN). Ist im Melkstand noch keine andere Kuh mit der Milchabgabe fertig (Schalter 1 "nein"), der Melkstand gefüllt (Schalter 2 "ja") und keine Kuh fertig gemolken (Schalter 3 "nein") muß der Melker warten (W). Ist dagegen eine andere Kuh bereits mit der Milchabgabe fertig (Schalter 1 "ja"), kommt es zu Blindmelkzeiten (B). Der Melker wird gehen, diese ausmelken (AM) und ihr die Melkzeuge abnehmen (AB).

Steht die Kuh beim Ausgang des Karussellmelkstandes (Schalter 4 "ja") wird sie ausgelassen (AUS und - soweit noch Kühe zu melken sind (Schalter 5 "nein" und Schalter 6 "nein") ein neues Tier eingetrieben (E).

Durch Darstellungen dieser Art können nicht nur alle anderen Melkverfahren, sondern auch alle in der Praxis vorkommenden Arbeitsabläufe genau und eindeutig beschrieben werden.

### 3. Darstellung der Zeitelemente nach einer empirisch ermittelten Verteilung

In einem zweiten Schritt erfolgt die quantitative Beschreibung der im Graph dargestellten Zeitelemente nach ihrer Verteilung. Da diese das Simulationsergebnis wesentlich beeinflusst, müssen die einzelnen Zeitelemente einmal hinsichtlich ihres Mittelwertes und Streumaßes untersucht werden (Tafel 1).

#### 3.1 Form der Verteilung

Die Zeitelemente für das Melken weisen aber nicht nur unterschiedliche Durchschnittswerte und Streuungen auf, sondern auch jeweils typische Formen ihrer Verteilung. Dabei muß bei den Arbeitszeitelementen - im Gegensatz zu den bisherigen Unterstellungen (2,37) - eine Normalverteilung weitgehend ausgeschlossen werden, häufig auch eine Übereinstimmung mit einer anderen theoretischen Wahrscheinlichkeitsverteilung (z.B. Binominal-, Poisson- oder Gleichverteilung) (5).

Als Beispiel ist in Bild 2 die Verteilung des Arbeitszeitelementes "Ausmelken" dargestellt. Lediglich Werte für Prozeßzeiten

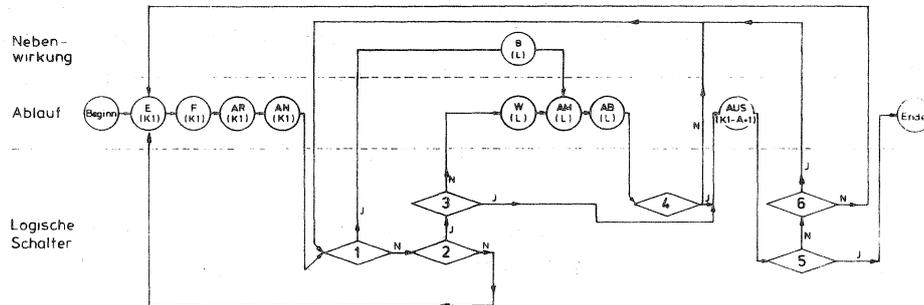


Abb. 1: Systemdarstellung der Melkarbeiten im Karussellmelkstand.

Beispiele für die Verteilung empirisch ermittelter Zeitelemente

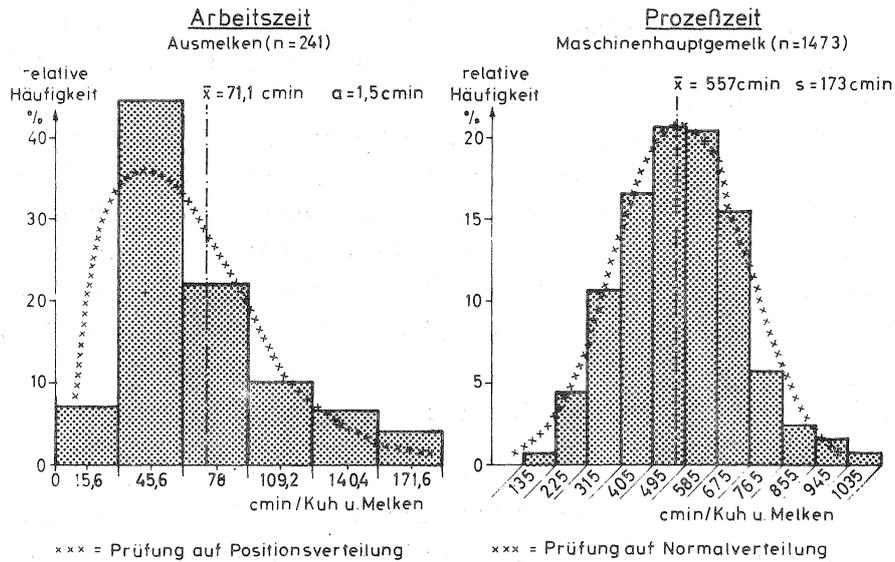


Abb. 2

(z.B. Milchabgabe") scheinen aus einer normalverteilten Grundgesamtheit zu stammen (Bild 2). Es empfiehlt sich deshalb, für alle Zeitelemente die jeweils typische Verteilform gesondert zu ermitteln.

### 3.2 Darstellung der Verteilform

Für die Simulation werden diese Verteilformen durch die Klassifizierung nach STURGER (16) festgelegt. Je nach Stichprobenumfang (n) wird die Klassenzahl (k) nach folgender Formel berechnet:

$$(1) \quad k = 1 + 3,32 \cdot 10g n$$

Die Klassenbreite (b) ist dann der Quotient aus der Differenz (R) des größten und kleinsten Meßwertes und der Klassenzahl (k)

$$(2) \quad b = \frac{R}{k}$$

Damit kann die Form der jeweiligen Verteilung einzelner Zeitelemente durch die relative Klassen- bzw. Summenhäufigkeit festgelegt werden. Die Verteilung der einzelnen Arbeitszeitelemente für das Melken ist in Tafel 2 aufgeführt.

### 3.3 Simulation der Verteilung

Diese empirisch ermittelte Verteilung geht in das Simulationsmodell ein. Eine aus der Monte-Carlo-Methode (8) entwickelte Technik (Bild 3) erzeugt daraus mit Hilfe gleichverteilter Zufallszahlen von 1 - 100 (Zg) Zeitwerte (Z).

Von einer Klasse mit größerer Häufigkeit (RH) ist zu erwarten, daß diese auch eine größere Anzahl Zeitwerte liefert als eine Klasse mit kleineren RH Werten. Somit können aus einer beschränkten, durch Arbeitszeitstudien gewonnenen Zahl von Meßwerten beliebig viele Zeitwerte für die Simulation erzeugt werden. Diese simulierten Zeitwerte sind in Bild 4 der empirisch ermittelten Verteilung gegenübergestellt.

## 4. Durchführung und Anwendung der Simulation

Mit beiden - dem Graph und den einzelnen als Verteilung dargestellten Zeitelementen - kann die arbeitswirtschaftliche Simulation durchgeführt werden. Dafür muß bei komplizierten Modellen eine EDV-Anlage genutzt werden, wobei sich als Algorithmus eine Kombination aus FORTRAN und der Simulationssprache GPSS auf Fortranbasis anbietet.

Die vielfältigen Möglichkeiten einer stochastischen Simulation sollen abschließend an einigen Beispielen bei modernen Melkverfahren aufgezeigt werden.

### 4.1 Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes

Für die Planung neuer Arbeitsverfahren sind exakte arbeitswirtschaft-

Simulation der Zufallszahlen nach einer vorgegebenen, diskreten Verteilung

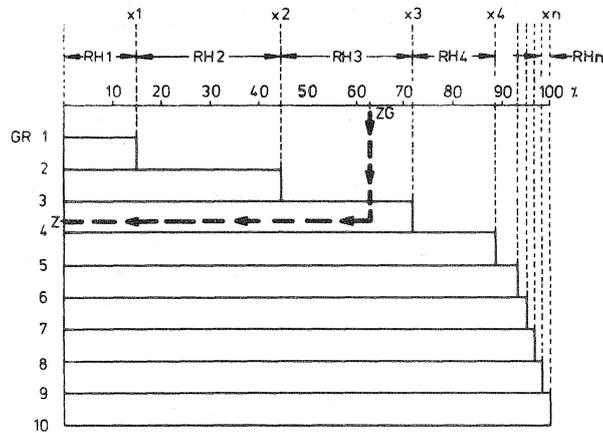


Abb. 3

Vergleich einer empirischen und simulierten Verteilung

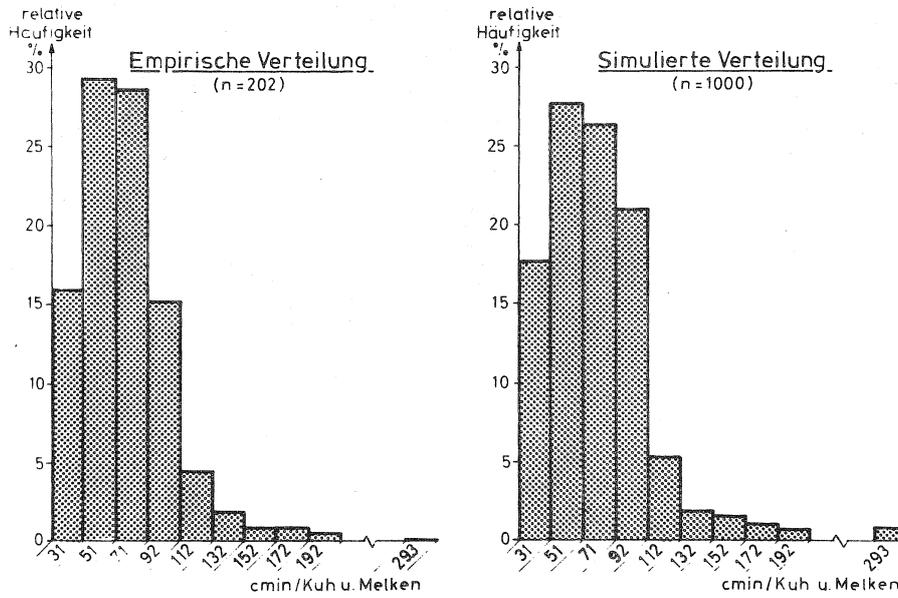


Abb. 4

liche Kennzahlen unerlässlich. Diese sollten aber nicht nur als repräsentative Mittelwerte angestrebt werden, sondern auch einzukalkulierende Abweichungen bei günstigen und ungünstigen Bedingungen nennen. In Bild 5 ist der durch 100 Simulationsläufe ermittelte Arbeitszeitbedarf für das Melken in einem 14er Karussellmelkstand in Form einer Häufigkeitsverteilung dargestellt. Als arbeitswirtschaftliche Kennzahl ist dabei neben dem Mittelwert mit 0,69 min/Kuh und Melken auch die Standardabweichung mit 0,11 min/Kuh und Melken von Interesse.

#### 4.2 Einfluß verschiedener Maschinenkapazitäten auf Arbeitsleistung und Arbeitsqualität

Die Planung optimaler Maschinenkapazitäten ist bei Melkverfahren nicht nur wegen der erhöhten Kapitalaufwendungen, sondern auch im Hinblick auf die Arbeitsleitung und Arbeitsqualität wichtig. Eine differenzierte Simulation kann hier Entscheidungshilfen bieten, bei der in Abhängigkeit von der Melkstandgröße nicht nur Aussagen über die Arbeitsleistung einer Arbeitskraft, sondern auch über Blindmelkzeiten, Arbeitswege und Wartezeiten gemacht werden (Bild 6).

#### 4.3 Vorkalkulation des arbeitswirtschaftlichen Effektes neuer Arbeitsverfahren und Maschinen

Diese Studien können bereits vor der Entwicklung verbesserter Arbeits- und Mechanisierungsverfahren angestellt werden. Häufig können für diese Modelle aus anderen Verfahren bekannte Arbeitselemente unterstellt und durch einige zusätzliche geschätzte ergänzt werden.

Dieses Vorgehen wird am Beispiel konventioneller und teilautomatisierter Melkzeuge (12) im Karussellmelkstand dargestellt. Bei letzteren neu zu entwickelnden Melkanlagen wurde der Zeitaufwand für die Melkzeugabnahme mit 0 geschätzt und die Notwendigkeit zur sofortigen Melkzeugabnahme verneint. Bild 7 zeigt die simulierten Arbeitsabläufe, die vom Rechner direkt aufgezeichnet wurden. Dabei geht eindeutig hervor, daß durch den Einsatz dieser teilautomatisierten Melkzeuge - im Gegensatz zu konventionellen Melkzeugen - ein geregelter Arbeitsablauf möglich wird. Die Arbeitsleistung beider Verfahren ist in Abhängigkeit von der Melkstandgröße in Bild 8 gegenübergestellt. Bei schlechter Arbeitserledigung können im 8er Karussellmelkstand zwischen 30 und 50 Kühe/AKh gemolken werden. Bei guter Arbeitserledigung kann durch den Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge die Arbeitsleistung bis auf 100 Kühe/AKh gesteigert werden. Dazu ist allerdings ein größeres Karussell mit mehr als 16 Buchten erforderlich.

Ermittelter Arbeitszeitbedarf durch  
stochastische Simulation

- Melkkarussell mit 14 teilaut. Melkzeugen -  
(Herdgröße 150 Kühe)

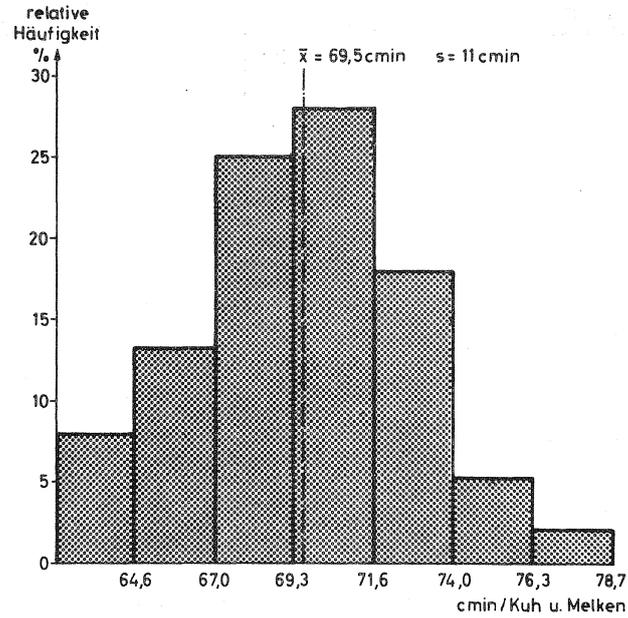
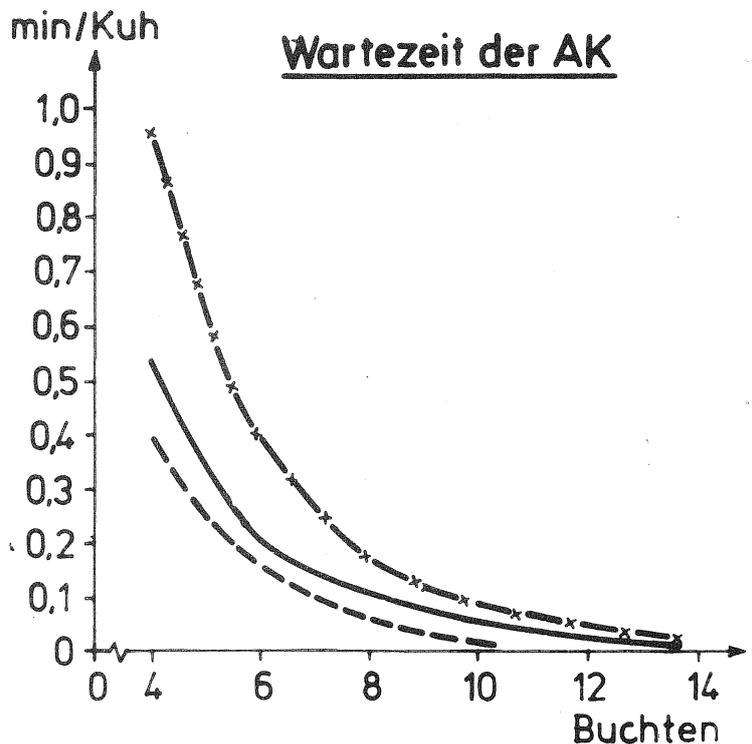
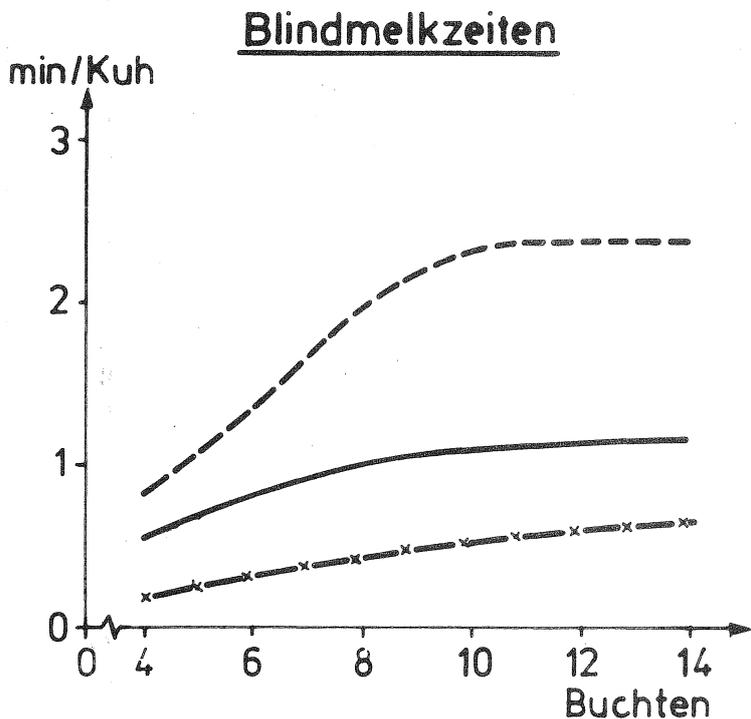
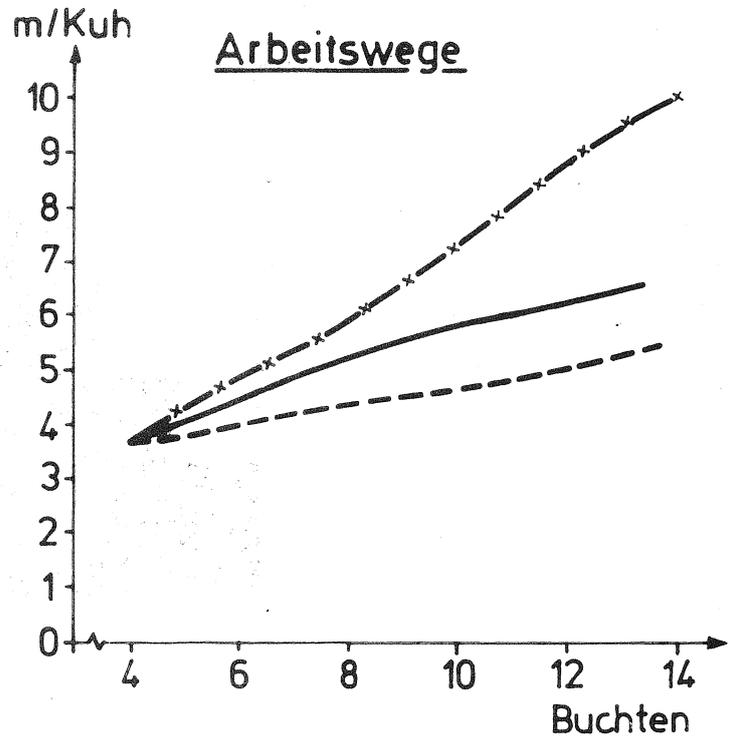
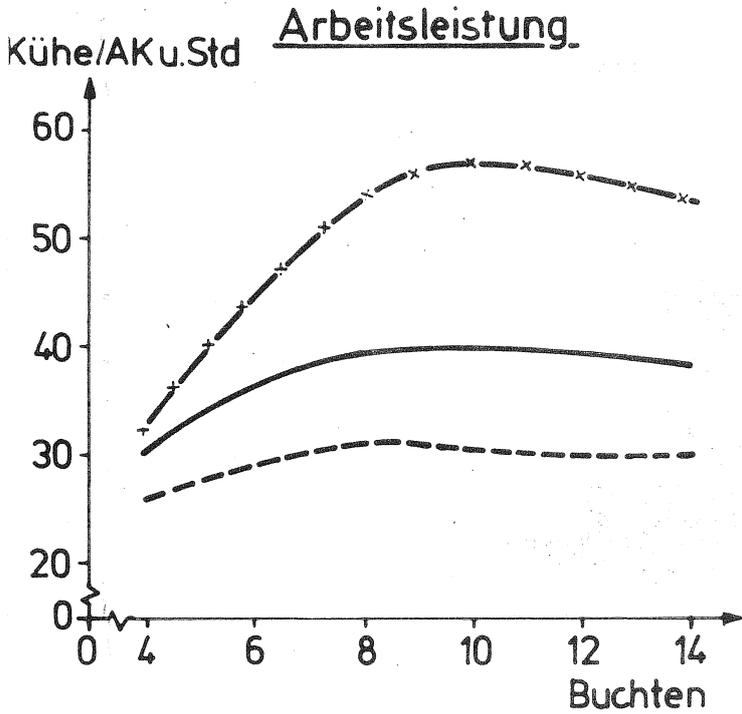


Abb. 5

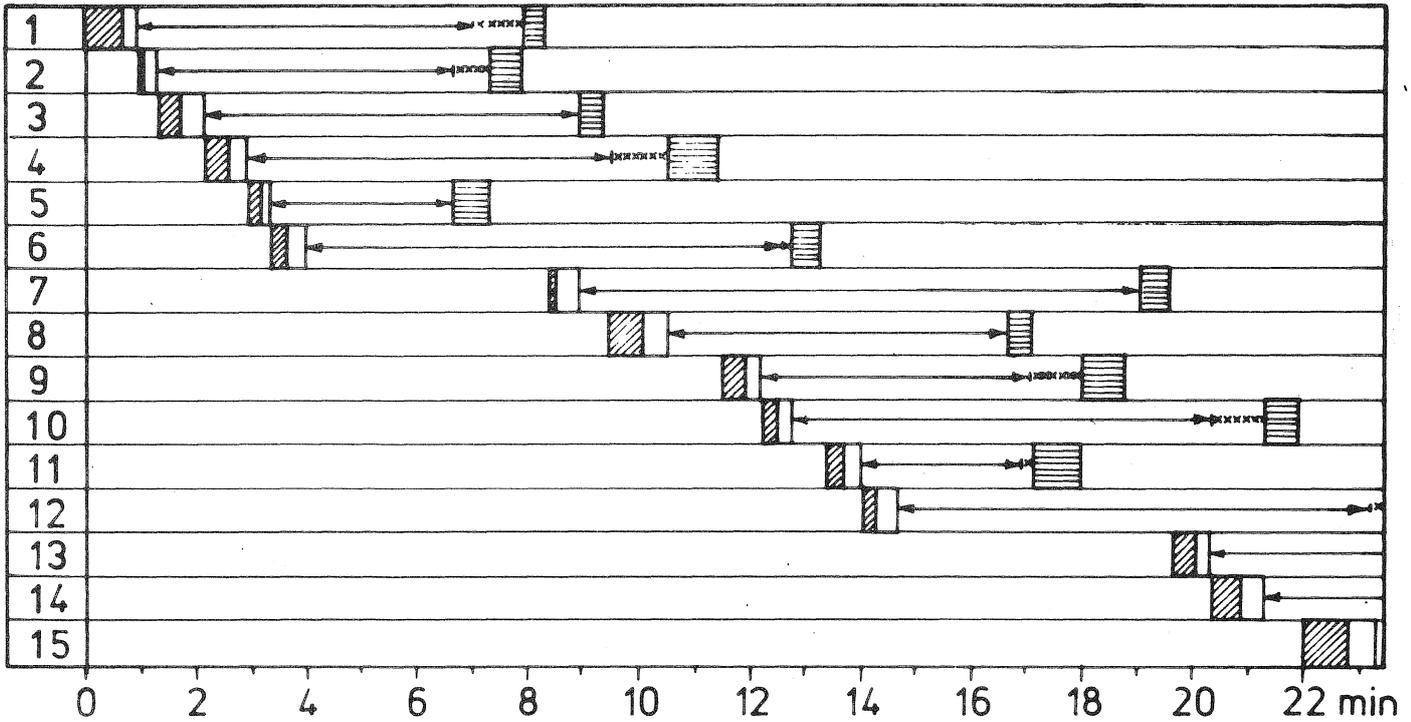
# Einfluß der Buchtenzahl eines Karussellmelk- standes auf einige Ablaufkenngrößen des Melkens bei unterschiedlichem Ausmelkgrad (Mittelwerte 150 Kühe)



- = 0,6 min für Ausmelken
- - - - - = 1,1 min für Ausmelken
- x - x - x = 0,1 min für Ausmelken

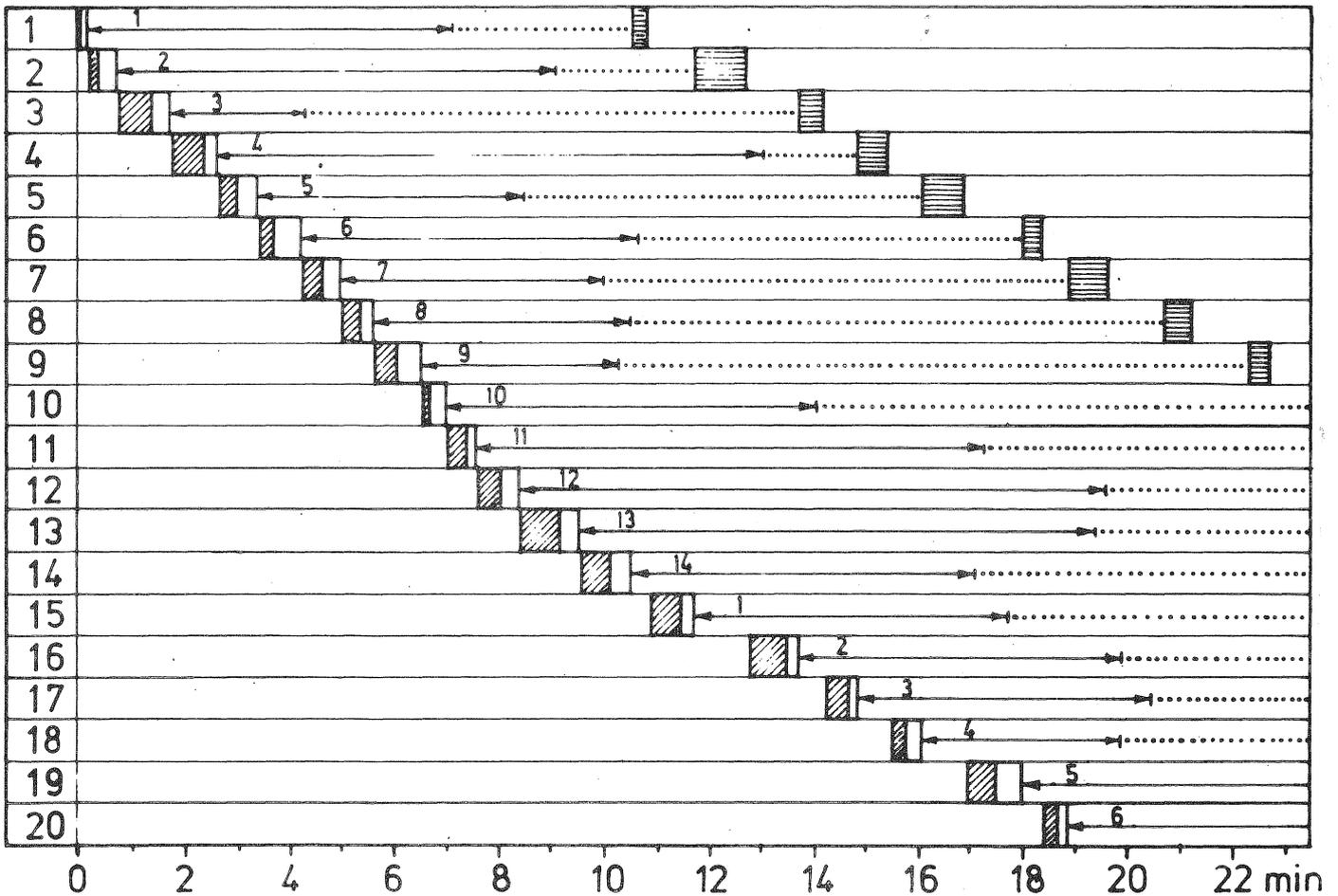
# Simulation des Arbeitsablaufes beim Melken

## Kuh Nr. 6er Karussell mit konventionellen Melkzeugen



## 14er Karussell mit teilaut. Melkzeugen

Kuh Nr.



- = Eintreiben u Anruesten
- = Melkzeuge ansetzen
- = Ausmelken u. Abnehmen

- = Milchfluß
- = Melkzeuge abgeschaltet
- = Blindmelkzeit

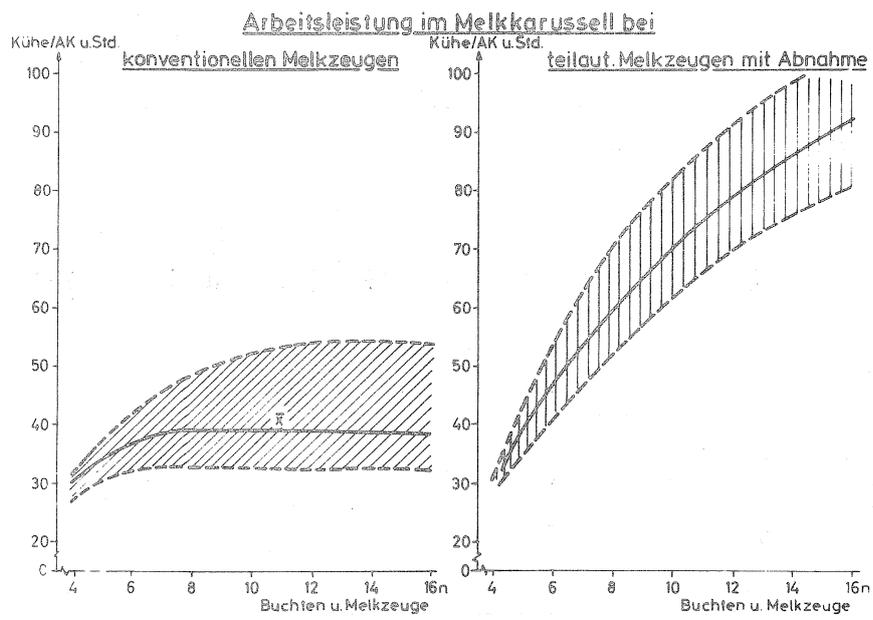


Abb. 8

Tafel 1: Zeitelemente für das Melken (Mittelwerte und Streuungen)

Zeitelemente	n	cmin/Kuh u. Melken	
		x	s
Eintreiben	599	19,0	11,7
Anrüsten	175	42,5	20,8
Melkzeuge ansetzen	195	26,6	5,1
Milchflußzeit	1473	557,8	173,0
Ausmelken	241	71,1	69,0
Melkzeuge abnehmen	474	18,0	6,9
Austreiben	599	8,1	5,0



Literatur:

- Bickert, W.G. Simulated Milking Rates in various Semi-Automatik  
Gerrisch, J.B. Milking-Parlors  
Hutt, J.H.: ASAE 17 Paper No. 271 - 353, Michigan 1971
- Bickert, W.G. Semi-automatik milking in a polygon  
Gerrisch, J.B. parlor: a simulation  
Ammstrong, D.V.: ASAE 13 Paper No. 70 - 349 Michigan 1970
- van Elderen, E. Model for Machin-Milking in Parlors  
van Hoven, S.P. Proceeding of the 1970 Summer Computer Simulation Conference  
Denever/USA 1970
- Hammer, W.: Gedanken zur Anwendung der SVZ in der Landwirtschaft  
Sonderheft der REFA - Nachrichten 1969  
S. 17 - 25
- v.Henneberg, B. Untersuchungen von -Verteilungen einiger  
Pen, C.L. Arbeitselemente in der Innenwirtschaft  
Auernhammer, H.: "Die Landarbeit" wissenschaftliches Beiheft  
Nr. 2, Bad Kreuznach 1973
- Lindemann, P.: Betriebswirtschaftliche Funktionsmodelle in  
"Fortschritte der Kybernetik" S. 431 - 444,  
München - Wien 1967
- Link, D.A. Survey of Simulation Techniques and Appli-  
Splinter, W.E.: cations to Agricultural Problems  
Transaction of the ASAE 138 (1970) Nr. 5  
S. 837 - 843
- Marsaglia, G.: Generating discrete random variables in a  
computer AGM Jg. 6 (1973) H.
- Namneck, P. Vergleich von Zufallszahlengeneratoren  
Elektron. Rechenanlagen 8 (1966)
- Ordolff, D.: Der Arbeitszeitbedarf beim Melken in Melk-  
ständen  
KTBL-Schrift Nr. 158 Frankfurt 1972
- Peart, R.M.: Applications of Systems Techniques to Design  
and Planning Agricultural System Engineering  
Transaction of the ASAE, 13 1970 Nr. 5  
S. 835 - 836



Oberflächenbelüftung von Flüssigmist zur Geruchseinschränkung \*

von Dr.-Ing. H.D. Zeisig, OBR

Ausgangspunkt der Untersuchungen war die Überlegung, daß in absehbarer Zukunft das kostengünstigste Verfahren der Beseitigung des Flüssigmistes seine Verwertung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen - und damit zumindest in dieser Richtung eine "flächenabhängige Produktion" sein wird. Die damit verbundene starke Geruchsentwicklung ist jedoch der Anlaß zu immer häufigeren Klagen, so daß versucht werden muß, die Geruchsentwicklung, wenn nicht vollkommen zu beseitigen, so doch zumindest wesentlich einzuschränken. Eine Möglichkeit, diese Geruchsimmissionen einzuschränken, ist der biologische Abbau des Flüssigmistes, d.h., die Aufrechterhaltung einer aeroben Vergärung durch Sauerstoffzufuhr.

Allerdings ist aus eigenen Messungen an einem Oxydationsgraben in einem Mastschweineestall bekannt, daß bei einer offensichtlich nur teilweisen aeroben Vergärung, - wir konnten in der Stallluft einen beachtlichen Anteil an Schwefelwasserstoff messen - der Flüssigmist seinen Geruch erheblich verändert; insbes. fehlte die für Schweinegülle typische penetrante Geruchskomponente.

Aus Versuchen von BARTKE und A. (1) ist weiterhin bekannt, daß ein Abbau eines Gemisches aus Abwasser und Schweinegülle (Abb. 1) auch dann stattfindet, wenn nicht kontinuierlich, sondern im Intervallbetrieb Sauerstoff zugeführt wird. Voraussetzung für den gleichen Abbaugrad ist allerdings, daß eine genügend lange Lager- bzw. Bearbeitungszeit von mehreren Tagen zur Verfügung steht. Dies ist in der kommunalen Klärtechnik nicht gegeben, allerdings in der Landwirtschaft ohne weiteres möglich, da ohnehin eine Flüssigmist-Lagerkapazität mindestens für etwa 3 Monate vorhanden sein muß. Somit bietet sich die Belüftung im Intervallbetrieb für Flüssigmist zur wesentlichen Reduzierung der Betriebskosten an.

In der Gruppe der Verfahren bzw. Geräte, mit denen grundsätzlich der Eintrag von Luft in eine Flüssigkeit möglich ist, zählen in der Klärtechnik die Oberflächenbelüfter zu den Geräten mit dem günstigsten Leistungsverhältnis. Da diese Geräte auch leicht als schwimmende Einheit ausgebildet werden können, sind sie auf einfache Weise in offenen Flüssigmist-Lagerbehältern mit ihrer wechselnden Füllhöhe einzusetzen.

---

\* Bericht aus einem laufenden Forschungsvorhaben "Immissionen bei Flüssigmist", das mit finanzieller Unterstützung des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführt wird.

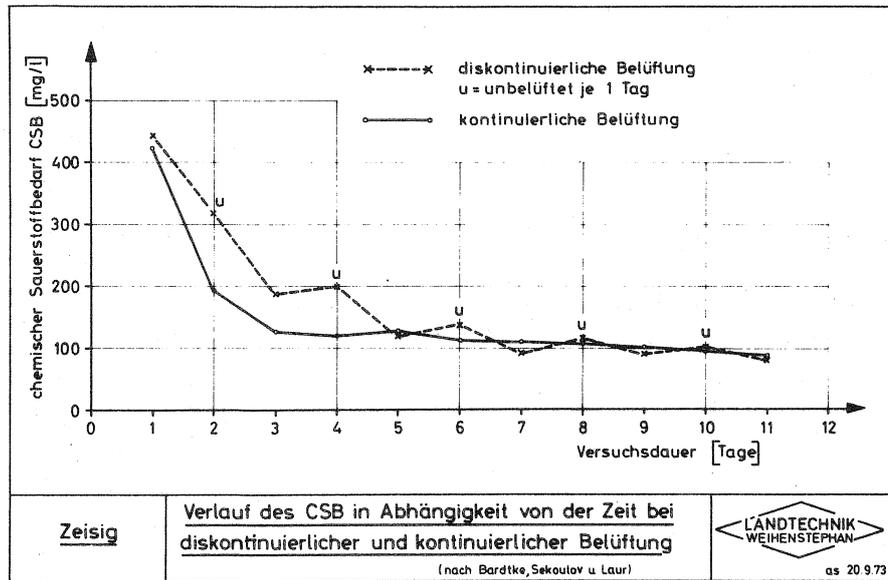


Abb. 1

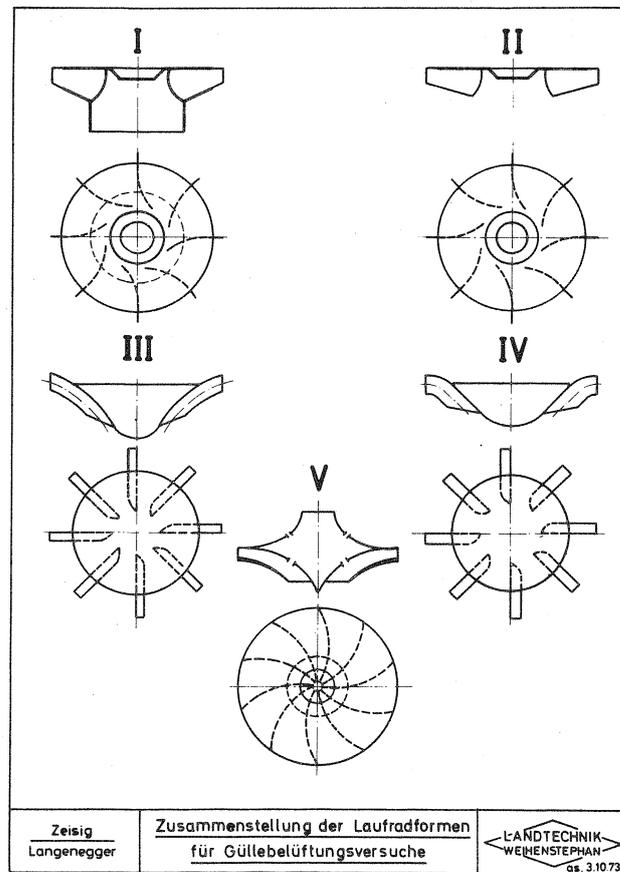


Abb. 2

Im Gegensatz zu Abwasser stellt Flüssigmist wegen seines höheren Anteiles an groben Verunreinigungen und seiner häufig schlechteren Pumpfähigkeit besondere Anforderungen an die Laufradkonstruktion der Oberflächenbelüfter. Während Abwasser in der Regel nur einen Trockenmassegehalt von etwa 1 % und eine G-K-Zahl (2) von 0 aufweist, besitzt schon die dünnflüssige Schweinegülle häufig einen Trockenmassegehalt von 5 - 7 % bei einer G-K-Zahl von 0 - 3 und Rindergülle einen Trockenmassegehalt von bis zu 15 % bei G-K-Zahlen bis zu 30. Halmartige Einstreu- oder Futterreste bereiten noch zusätzliche Schwierigkeiten, die dazu führen, daß die in der Klärtechnik serienmäßig verwendeten Laufradformen von Oberflächenbelüftern in der Regel nicht für Flüssigmist eingesetzt werden können.

Es kam daher zunächst darauf an, eine Laufradform zu finden, die auch in Flüssigmist ohne Verstopfungen arbeitet. Weiterhin mußte geklärt werden, ob mit Hilfe der Oberflächenbelüfter bei nicht vollständiger aerober Vergärung eine Geruchsminderung bei Flüssigmist möglich ist und welche verfahrenstechnischen Schritte dazu notwendig sind.

Die von uns untersuchten Laufradformen sind in Abb. 2 schematisch dargestellt. Während Nr. I - IV von uns gebaute Versuchsmodelle mit einem Außendurchmesser von 800 mm sind, ist Nr. V ein Laufrad mit 750 mm  $\varnothing$ , wie es in Kläranlagen für Rohabwasser eingesetzt wird. Untersuchungskriterien sind einmal das störungsfreie Arbeiten in Flüssigmist und zum anderen die Umwälzleistung und das Sauerstoffeintragsvermögen sowie der Sauerstoffertag.

Laufrad Nr. I, eine geschlossene Bauform, ist für Flüssigmist nicht geeignet, da sich halmartige Einstreu- und Futterreste oder auch z.B. Schwanzhaare von Bullen oder Schwanzborsten von Schweinen in seinem Inneren ansammeln und die Funktion behindern. Besser ist in dieser Beziehung Laufrad Nr. II, bei dem sich zwar auch im Laufe mehrerer Wochen an der Innenkante der Schaufeln insbesondere Schwanzhaare oder auch Heureste ansetzen, jedoch wird die Funktion dadurch nicht vollständig behindert. Die besten Ergebnisse zeigten hierbei die Laufräder Nr. III und IV, bei denen selbst bei Werten der Güllekonsistenz von 50 - 70 keinerlei Verstopfungserscheinungen beobachtet werden konnten. Laufrad Nr. III zeigt jedoch im Gegensatz zu Nr. IV einen augenscheinlich stärkeren Abfall der Fördermenge bei Flüssigmist mit hohen G-K-Zahlen. Dies ist offensichtlich auf die erhöhte Reibung in den engeren und längeren Schaufelkanälen zurückzuführen. Über das Laufrad Nr. V, eine halboffene Form mit zusätzlichen Lufteinlaßschlitzen, kann noch keine endgültige Aussage gemacht werden, da die Erprobung noch nicht vollständig abgeschlossen ist.

Die Umwälzleistung aller Laufräder wurde in einem Wasserbecken durch Messung des Strömungsprofils an mehreren Stellen auf einem

Kreis um den Laufradmittelpunkt mit Hilfe eines Ott-Flügels ermittelt. Da die Laufräder bei den Messungen im Mittelpunkt des runden Wasserbeckens fixiert wurden, zeigten die an mehreren Stellen auf dem Umfang des Kreises mit 6 m  $\varnothing$  aufgenommenen Strömungsprofile nur relativ geringe Abweichungen. Abb. 3 zeigt als Beispiel das Strömungsprofil für das Laufrad Nr. II.

Die Sauerstoffeintragungsmessungen wurden in Anlehnung an die in der Klärtechnik üblichen Methoden ebenfalls mit Reinwasser durchgeführt. Die Ausfällung des in Wasser gelösten Sauerstoffes erfolgte mit Eisen-Zwei-Sulphat; zur Beschleunigung der Fällungsreaktion wurde Natronlauge zugegeben. Der Sauerstoffgehalt des Wassers wurde dann bei laufendem Oberflächenbelüfter mit einer Sauerstoffelektrode bis zur Sättigung gemessen.

Für die Berechnung des Sauerstoffzufuhrvermögens wurde folgende Beziehung benutzt: (s.a. (3) und (4) )

$$O C = 2,303 \cdot 11,33 \cdot 1_g \left( \frac{C_s - C_o}{C_s - C_t} \right) \cdot \sqrt{\frac{k_{10}}{k_x}} \cdot \frac{60}{t_1 - t_2} \quad (gO_2/m^3 h)$$

Hierin bedeuten:

2,303 = Umrechnungszahl Natürlicher in Briggsche Logarithmen.

11,33 = Sättigungswert von  $O_2$  in Wasser bei  $10^{\circ} C$  und 760 mm  $H_g$  (mg/l) oder ( $g/m^3$ ).

$C_s$  = Sättigungswert von  $O_2$  in Wasser bei Versuchstemperatur, bei jedem Versuch festgestellt durch Messung bis zur Sättigung (mg/l).

$C_o$  =  $O_2$  - Konzentration bei Versuchsbeginn (mg/l).

$C_t$  =  $O_2$  - Konzentration bei Versuchsende bei den durchgeführten Versuchen, in der Regel nach 40 Minuten (mg/l).

$t_1 - t_2$  = Versuchsdauer (min).

$\sqrt{\frac{k_{10}}{k_x}}$  = Umrechnungsfaktor für die Diffusionskonstante von Sauerstoff in Wasser von Versuchstemperatur auf  $10^{\circ} C$  (nach (3)).

Damit ergibt sich die Sauerstoffzufuhr zu:

$$OC' = OC \cdot V \cdot 10^{-3} \quad (Kg/h) \text{ mit } V (m^3), \text{ dem Beckenvolumen.}$$

Der Sauerstoffertrag, oder auch spez. Leistung, errechnet sich dann aus der Sauerstoffzufuhr dividiert durch die Leistungsaufnahme des E-Motors.

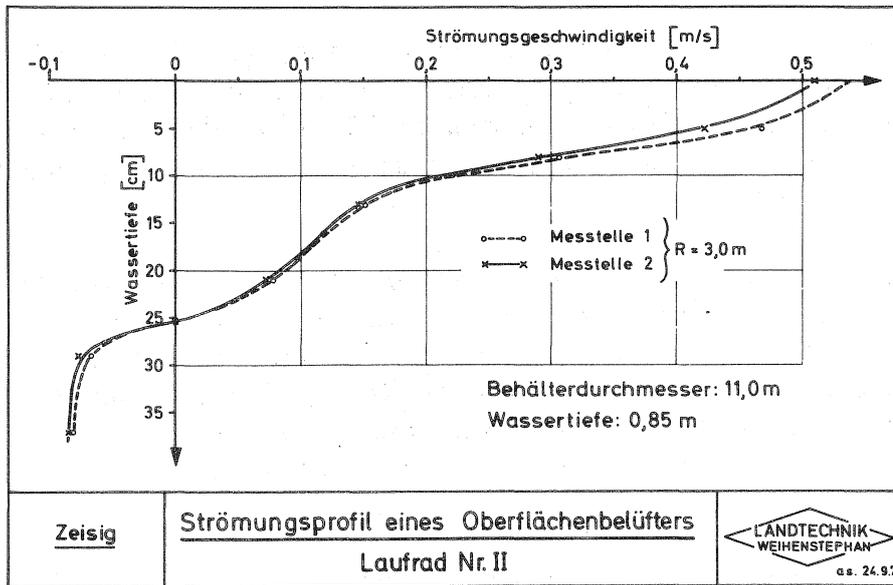


Abb. 3

Lauftrad Nr.	I	II	III	IV	V
Umwälzmenge [m <sup>3</sup> /h]	2990	3900	3660	3800	3120
Sauerstoffzufuhr OC' [kg O <sub>2</sub> /h]	2,46	2,98	3,03	4,36	1,75
Sauerstofftrag O <sub>N</sub> [kg O <sub>2</sub> / kWh]	1,90	1,56	1,86	1,95	1,38
Versuchsbedingungen: Behälterdurchmesser: 11,0 m Behälterinhalt: 101,5 m <sup>3</sup> Medium: Reinwasser					
<b>Zeisig</b>	<u>Leistungsdaten verschiedener Lauftradformen</u> von Oberflächenbelüftern				LANDTECHNIK WEIHENSTEFHAN as. 26.9.73

Abb. 4

Geruchstest Nr. / Datum	Gülleart	Gülleanfall [m <sup>3</sup> / Tag]	Belüftungs- zeit [h / Tag]	Stromver- brauch [kWh/Tag]	= Sauerstoff- eintrag bei α = 1 [kg O <sub>2</sub> / Tag]	spez. Strom- verbrauch [kWh / m <sup>3</sup> ]
1/ 27.11.1972	Schweine	2,19	1,29	2,68	5,09	1,22
	Rinder	2,42	1,29	1,33	2,52	0,54
2/ 2.5.1973	Schweine	1,56	3,16	4,22	8,01	2,70
	Rinder	2,55	2,65	7,84	12,23	3,07

Abb. 5

Die nachfolgend angegebenen Werte beziehen sich, wie in der Klärtechnik üblich, auf einen Barometerstand von 760 mm Hg und 10° C Wassertemperatur. Die Differenz zu dem in DIN 4045 definierten Normzustand von 20° C und 760 mm Hg ist gering, sie beträgt nach SCHERB (4) nur etwa 3 %.

Die in der Tabelle in Abb. 4 angeführten Werte sind Mittelwerte aus mehreren Meßreihen, bei denen der Stromverbrauch mit KWh - Zählern festgehalten wurde. Um die verschiedenen Laufradformen miteinander vergleichen zu können, wurde insbes. bei den Sauerstoffeintragungsmessungen darauf geachtet, daß sowohl Beckeninhalte und Abmessungen sowie die Eintauchtiefe 0 für alle Laufräder konstant gehalten wurde.

Die Umwälzmenge liegt für alle untersuchten Laufräder mit 3000 - 4000 m<sup>3</sup>/h relativ hoch. Deutliche Unterschiede zeigen sich bei der Sauerstoffzufuhr und beim Sauerstofftrag, wobei die Werte für den Sauerstofftrag insgesamt relativ niedrig liegen. Die Ursache dafür dürfte in dem ungünstigen Verhältnis von Beckendurchmesser zu Beckentiefe (11 m Ø bei rd. 1,05 m Tiefe) zu suchen sein. Auch unter Berücksichtigung der geringen Störanfälligkeit gegenüber halmartigen Einstreu- und Futterresten ist das Laufrad Nr. IV somit am günstigsten zu beurteilen.

Da objektive Meßmethoden zur Beurteilung von Gerüchen nicht zur Verfügung stehen, wurde versucht, die Wirkung der Belüftung des Flüssigmistes mit organoleptischen Tests zu ermitteln. Dabei hatten die Testpersonen, in der Regel 15 - 20, während oder nach dem Ausbringen des Flüssigmistes aus einer Entfernung von mindestens 400 m gegen den Wind auf die Emissionsquelle zuzugehen und die von ihnen wahrgenommenen Gerüche so zu beurteilen und zu klassieren, als ob sie im eigenen Wohnbereich geduldet werden müßten. Die Tests wurden verdeckt durchgeführt, d.h., die Testpersonen wußten nicht, was sie zu beurteilen hatten. Außerdem wurde versucht, die Tests in der Reihenfolge steigender Geruchskonzentrationen bzw. - Intensitäten vorzunehmen, d.h., der erste Geruchstest wurde an dem Flüssigmist mit der geringsten Geruchsentwicklung durchgeführt, während der letzte Test eines Tages nach Möglichkeit auch die stärkste Geruchsentwicklung aufwies. Diese Maßnahme erschien zweckmäßig, um einen gewissen Gewöhnungseffekt zumindest teilweise auszuschließen und somit den Test stärker zu objektivieren.

Die Testpersonen hatten die Entfernung von der Emissionsquelle anzugeben, wobei die wahrgenommenen Gerüche zu klassieren waren nach Geruchsschwelle, Geruch nicht störend, Geruch störend- aber noch erträglich, Geruch unangenehm und Geruch sehr unangenehm. Außerdem sollte auf dem Testbogen noch die Geruchsintensität, unterteilt

nach schwach - mittel und stark, angegeben werden; diese Angaben ließen sich jedoch nicht auswerten - offensichtlich waren die Testpersonen damit überfordert.

Die Vorbehandlung des Flüssigmistes für die Geruchstests erfolgte in der Weise, daß zunächst in je einem Lagerbehälter (Fassungsvermögen je 273 m<sup>3</sup>) bei geringer Füllmenge (ca. 50 m<sup>3</sup>) je ein Oberflächenbelüfter im Dauerbetrieb, d.h., ununterbrochen laufend, eingesetzt wurde. Nach mehreren Tagen zeigte sich eine Änderung der Vergärung durch eine verstärkte Schaumbildung. Gleichzeitig stieg der ph-Wert sowohl bei Rinder- als auch Schweinegülle von 7,0 ÷ 7,4 auf ph = 8,0 ÷ 8,6 sowie das Redoxpotential auf Werte 10. In diesem Stadium wurden die Oberflächenbelüfter auf Intervallbetrieb geschaltet und die Nachfüllung der Lagerbehälter in der betriebsüblichen Weise, d.h. in einem Rhythmus von 10 ÷ 14 Tagen, fortgesetzt. Die jeweils angefallene Flüssigmistmenge sowie Rinder- als auch Schweinegülle wurde halbiert und eine Hälfte in den belüfteten Behälter und die andere in den unbelüfteten gepumpt. Während des Umpumpens sanken sowohl ph-Wert als auch Redoxpotential, stiegen aber nach einigen Stunden Belüftungszeit wieder an. Im unbelüfteten Flüssigmist blieben sowohl ph-Wert als auch Redoxpotential praktisch unverändert.

In der Tabelle in Abb. 5 sind die Belüftungsdaten des bei den Geruchstests verwendeten Flüssigmistes zusammengestellt. Bedingt durch die Verwendung verschiedener Oberflächenbelüfter und durch unterschiedlichen Flüssigmistanfall konnten für die Geruchstests nicht alle evtl. möglichen Einflußfaktoren konstant gehalten werden. So ist insbes. der Sauerstoffeintrag - und damit die Belüftungsintensität - sowie der spezifische Energieverbrauch in der letzten Spalte der Tabelle nicht konstant.

Die nachfolgenden Bilder zeigen einige Ergebnisse der Geruchstests, und zwar aufgetragen über der Entfernung von der Emissionsquelle der Anteil der Testpersonen, die den wahrgenommenen Geruch entsprechend eingeordnet haben. Geht man davon aus, daß der zulässige Grenzwert dann erreicht ist, wenn der Geruch als unangenehm empfunden wird, so ist dieser Wert unter den Bedingungen des Testes 1 während des Ausbringens von behandelter Schweinegülle (Abb. 6) in einer mittleren Entfernung von 25 m erreicht. Allerdings haben 35 % der Testpersonen den Geruch überhaupt nicht als unangenehm empfunden. Bereits zwei Stunden nach dem Ausbringen (Abb. 7) ist dieser Grenzwert auf eine mittlere Entfernung von 4 m geschrumpft. Während des Ausbringens von unbehandelter Schweinegülle (Abb. 8) liegt dieser Grenzwert bei einer mittleren Entfernung von 147 m und schrumpft eine halbe Stunde nach der Ausbringung auf 71 m (Abb. 9). Ein weiterer Geruchstest bei unbehandelter Schweinegülle, durchgeführt vier Stunden nach dem Ausbringen mit nur wenigen Testpersonen bei

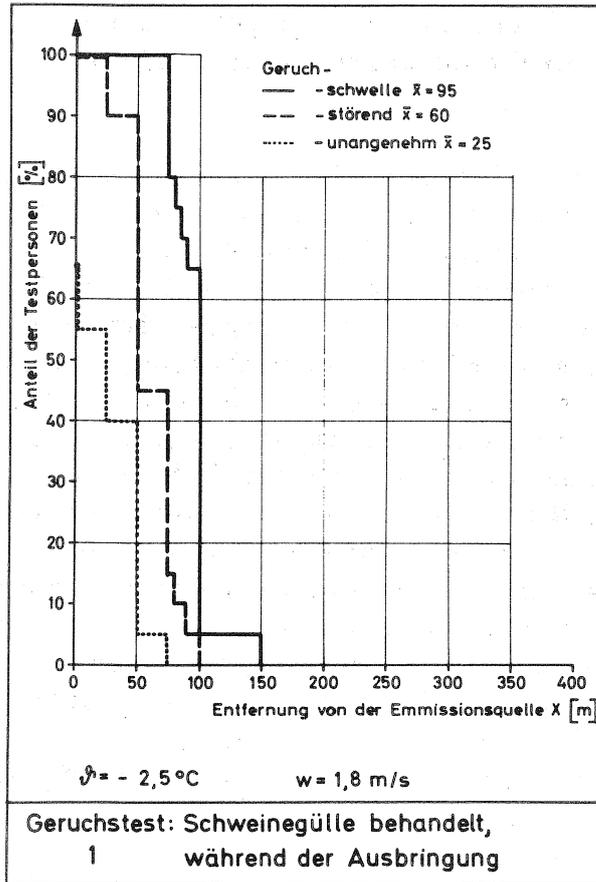


Abb. 6

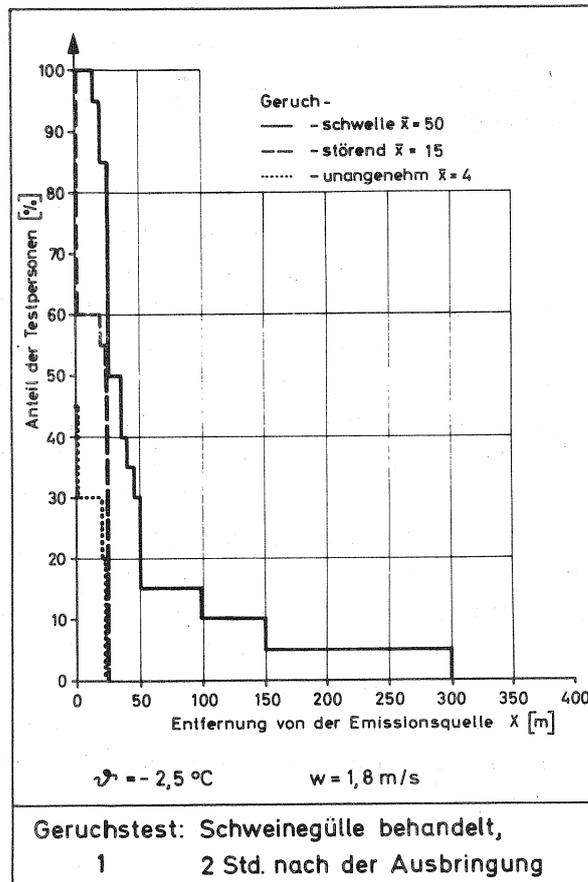


Abb. 7

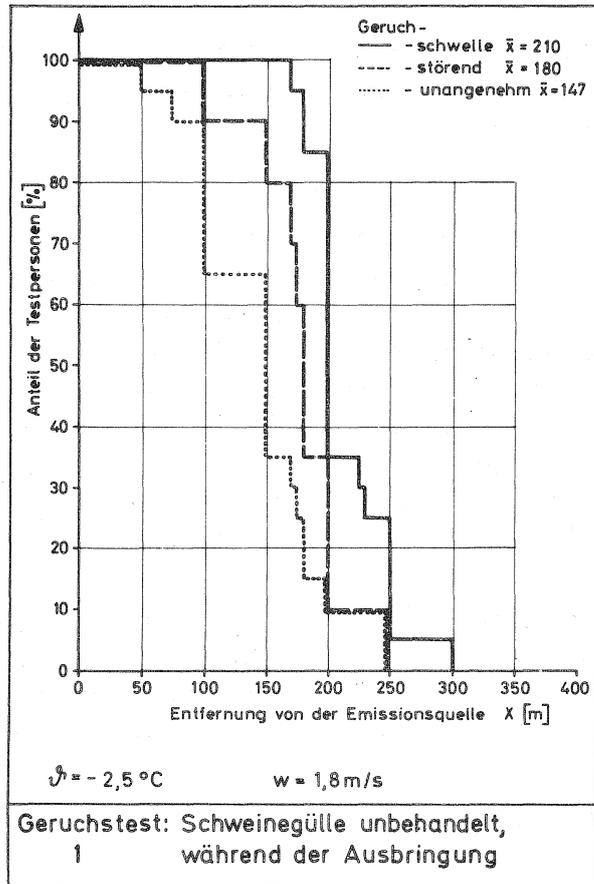


Abb. 8

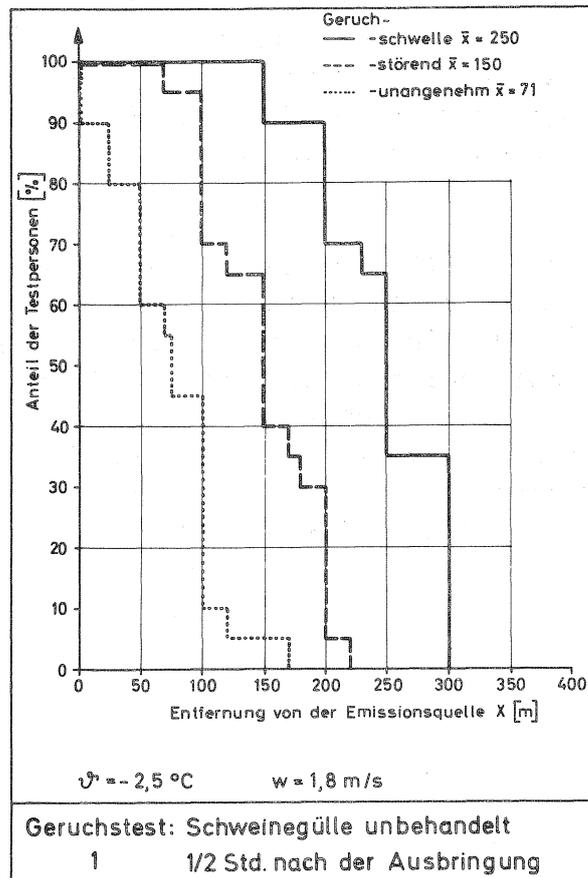


Abb. 9

den Witterungsbedingungen des Testes 1 läßt vermuten, daß der Geruch von unbehandelter Schweinegülle wesentlich länger anhält als der von behandeltem Flüssigmist.

Bei warmer Witterung (Geruchstest 2) breitet sich der Geruch generell stärker aus als bei kalter Witterung (Geruchstest 1). Behandelte Schweinegülle (Abb. 10) ergab eine mittlere Grenz-Entfernung von 27 m, wogegen unbehandelte Schweinegülle während des Ausbringens (Abb. 11) einen mittleren Grenzwert von 278 m ergab. Ähnliche Verhältnisse liegen auch bei der Rindergülle vor (Abb. 12), die behandelt einen mittleren Grenzwert von 49 m und unbehandelt (Abb. 13) einen Wert von 157 m erreichte. Auch hierbei fällt auf, daß ein Teil der Testpersonen bei der behandelten Variante den wahrgenommenen Geruch überhaupt nicht als unangenehm eingestuft hat.

Somit läßt sich feststellen, daß beim belüfteten Flüssigmist der Bereich, in dem eine Belästigung auftreten kann, eindeutig geringer ist als beim unbelüfteten. Dies gilt sowohl für den als "unangenehm" als auch für den als "störend - aber noch erträglich" eingestuften Geruch.

#### Schlußfolgerungen:

Die Oberflächenbelüftung ist eine Möglichkeit, die üblicherweise bei der Lagerung und Ausbringung von Flüssigmist auftretenden Gerüche wesentlich einzuschränken. Zur Senkung der Betriebskosten ist nach Einleiten einer aeroben Vergärung die Intervallbelüftung angebracht. Durch Änderung der Belüftungsintervalle kann eine Anpassung an verschiedene Behältergrößen oder verschiedenen Flüssigmistanfall vorgenommen werden. Die durch halmartige Einstreu- und Futterreste erhöhten Anforderungen an die Oberflächenbelüfter lassen sich durch die Verwendung entsprechender Laufradformen zufriedenstellend lösen.

Beim Einsatz von Oberflächenbelüftern in offenen Flüssigmist-Lagerbehältern findet ein Konsistenzabbau statt, d.h., der Flüssigmist wird fließ- bzw. pumpfähiger. Schwimmdecken, wie sie häufig anzutreffen sind, treten nicht mehr auf. Der bei den durchgeführten Versuchen festgestellte Nährstoffabbau muß als gering angesehen werden. - bislang konnten nur Stickstoff-Verluste während der gesamten Lagerzeit von 3 Monaten in der Größenordnung von bis zu 10% beim belüfteten Flüssigmist nachgewiesen werden.

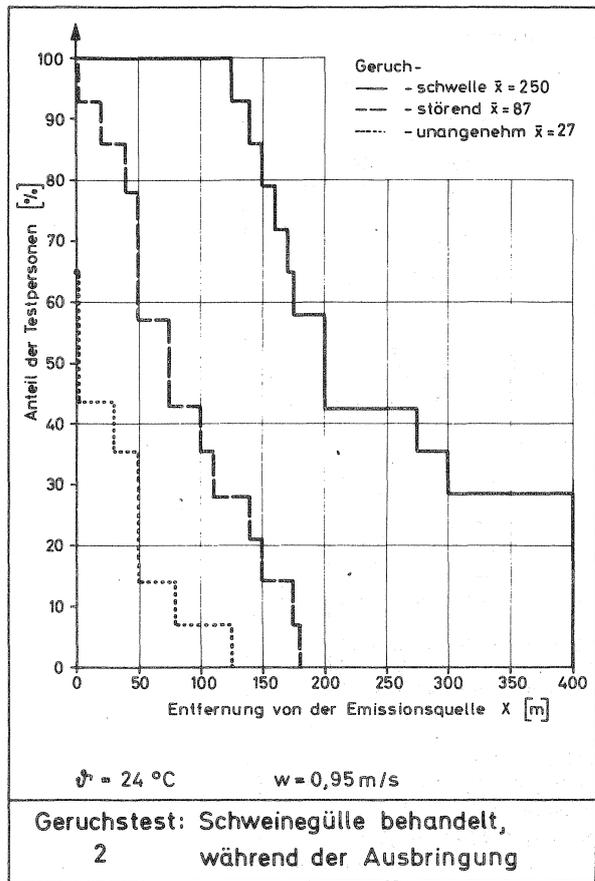


Abb. 10

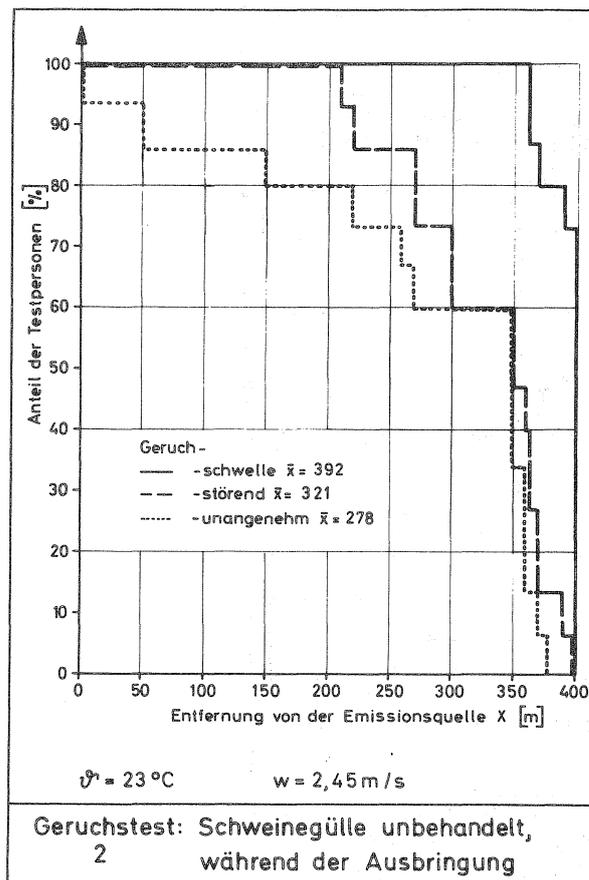


Abb. 11

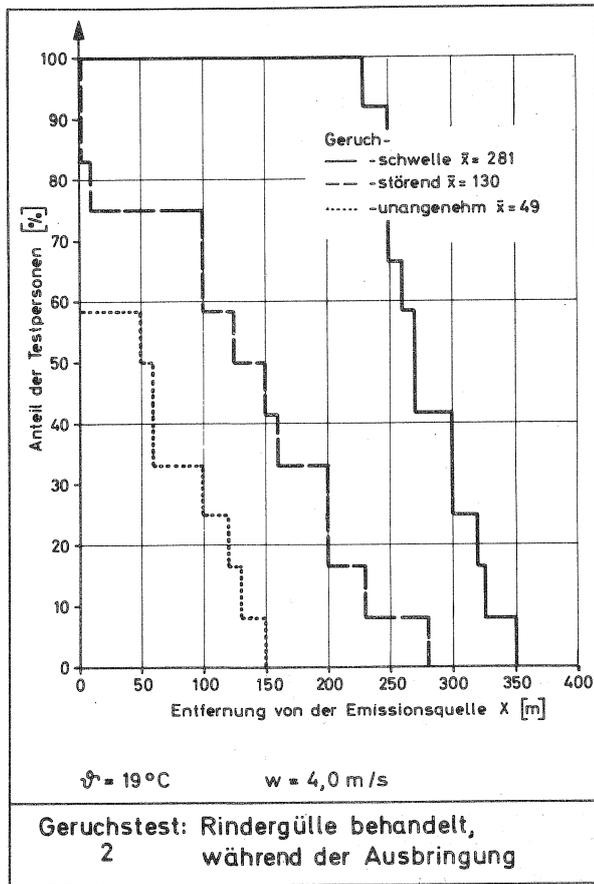


Abb. 12

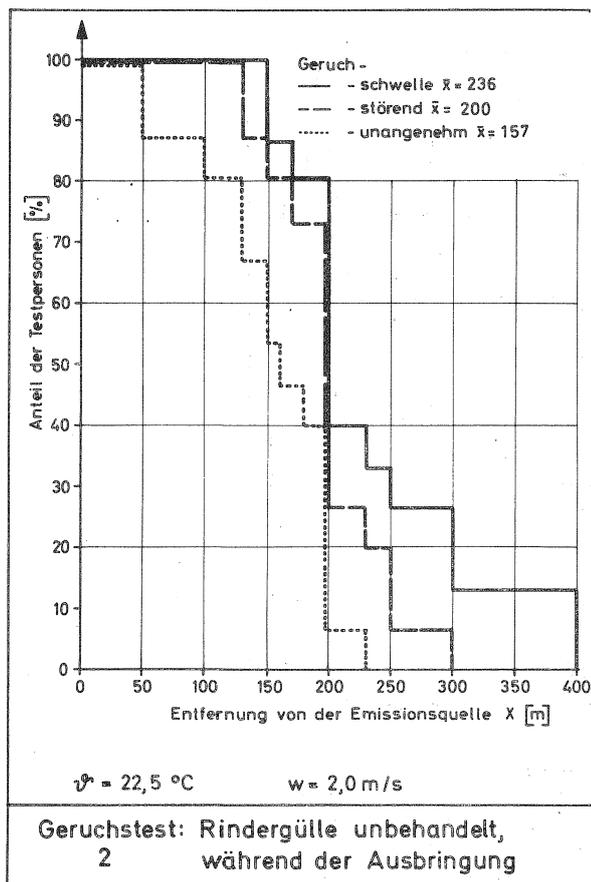


Abb. 13

Literaturverzeichnis:

- 1.) Bardtke, D.,  
Sekoulov, J.,  
Laur, U.: Untersuchungen über die aerobe biologische  
Abbaubarkeit von Schweinegülle.  
Landtechn.Forschung 19 (1971) S. 169-172
- 2.) Langenegger, G.: Eine Meßmethode zur Bewertung der Pumpfähigkeit  
von Gülle und Flüssigmist.  
Landtechn.Forschung 18 (1970) S. 55-61
- 3.) ATV-Handbuch, Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik Bd 2,  
Berlin-München 1969
- 4.) Scherb, K.: Vergleichende Untersuchungen über das Sauer-  
stoffeintragsvermögen verschiedener Belüftungs-  
systeme auf dem Münchner Abwasserversuchsfeld.  
Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei-  
und Flußbiologie (Hrg. Liebmann) Bd 1b,  
München-Wien 1969
- 5.) Thaer, R.: Belüftungseinrichtungen für Abwässer aus land-  
technischer Sicht.  
Landtechn. Forschung 19 (1971) S. 159-169

## Meßergebnisse über Wärmeströme und Druckverhalten bei Bodenbelägen für Milchvieh

von Dr. Josef Boxberger, Dr. Hans Stanzel, Dipl.Ing.agr., Wolfgang Hillebrand und Ing. Georg Langenegger

Die Entwicklung verbesserter Bodenbeläge für Kühe setzt die genaue Kenntnis der Anforderungen voraus. Diese Anforderungen gehen einerseits vom Tier aus - dazu gehören Wärmedämmung, Härte (Weichheit) und Griffbarkeit, sowie die physiologische Unbedenklichkeit -, andererseits wurzeln sie in ökonomischen Zusammenhängen, das sind Haltbarkeit, Preis und auch die hygienische Unbedenklichkeit.

Nach einer ersten überschlägigen Kalkulation, die über den Sinn der Entwicklung entscheidet, treten die ökonomischen Aspekte in den Hintergrund. Vorrangig sind dann zunächst die Anforderungen, die dem Wohlbefinden des Tieres dienen, die Wärmedämmung und die Weichheit des Bodens. Beides haben wir in den letzten Jahren untersucht. Die Förderung dieses Vorhabens innerhalb des Sonderforschungsbereiches ermöglicht die Intensivierung dieses Programmes.

Zunächst zur Wärmedämmung. Die Aussagen aus der Literatur sind widersprüchlich. Einige Autoren sprechen von kalten und warmen Böden und stellen als Ziel die beste Wärmedämmung. So sind auch die von verschiedenen Stellen durchgeführten Messungen mit Prüfheizkörpern zu verstehen. Die Klassifizierung der Meßergebnisse erfolgte nach angenommenen Werten, die aus Wärmebilanzen von Kühen herausgerechnet wurden. Durch Verbesserung der Meßmethode können wir heute den tatsächlichen Wärmestrom zwischen Tier und Boden ermitteln. Das setzt uns in die Lage, die geäußerten Vermutungen oder Behauptungen über optimale Wärmedämmung im Versuch nachzuprüfen:

Theorie 1: Liegeflächen sind so auszubilden, daß der Wärmestrom zwischen 120 und 180 W/qm liegt.

Theorie 2: Eine erhöhte Milchleistung bedingt höhere Stoffwechsellvorgänge, bei denen mehr Energie frei wird, deren Abführung nicht behindert sein darf.

Abb. 1 beinhaltet beide Theorien. Berechnungsgrundlage sind Angaben von NEHRING und NICHELMANN. Laut DIN 1341 geben wir den Wärmestrom in W an.  $1 \text{ W/m}^2 = 0,86 \text{ kcal/h m}^2$ . Der schraffierte Bereich beginnt bei der Wärmeabgabe in der Phase des reinen Erhaltungsbedarfes von 101 Watt je qm. Bei 15 kg Milchleistung + Erhaltung schwankt der Wärmestrom zwischen 126 und 139  $\text{W/m}^2$  und steigt bis zu der Spanne von 152 bis 177  $\text{W/m}^2$  bei 30 kg Leistung + Erhaltung an.

Zur Überprüfung dieser Angaben haben wir den Wärmestrom zwischen

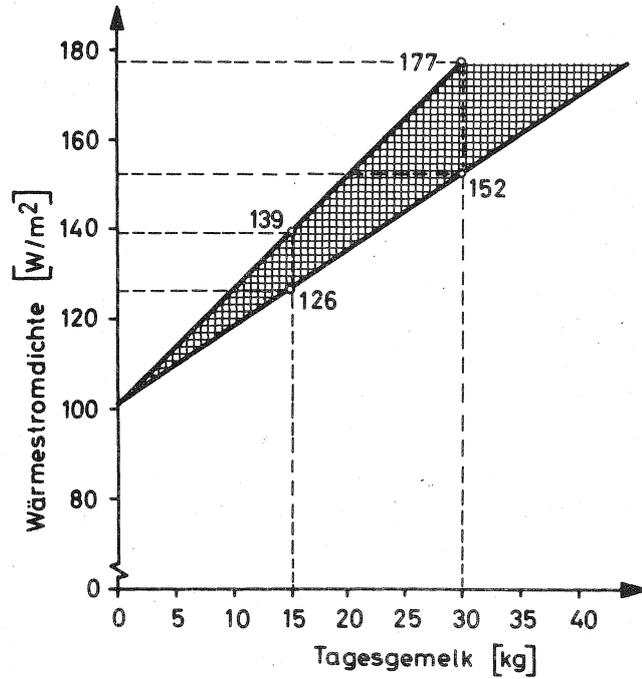
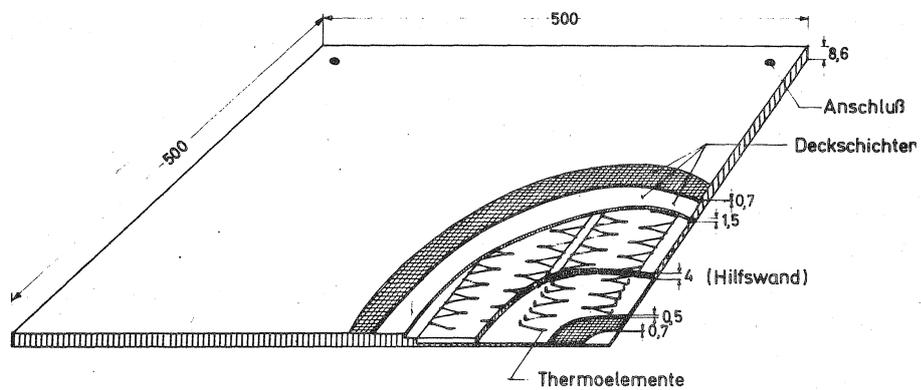


Abb. 1: Wärmestromdichte in Abhängigkeit vom Tagesgemelk (nach NEHRING und NICHELMANN)



Stanzel/Pö 20.7.72

Abb. 2: Wärmestrom-Meßplatte

liegenden Kühen unterschiedlicher Leistung und Laktationsstadien und Boden gemessen. Der Einbau der Meßplatte erfolgte in Fangboxenständen mit PVC-Bodenbelag. Der PVC-Belag gab die Gewähr, daß die Ergebnisse nicht durch unnatürlich hohe Wärmeströme verzerrt wurden.

#### Meßmethode und -aufbau:

Zwischen Stallfußboden und liegenden Kühen wird ein Wärmestromgeber mit den Seitenabmessungen 500 x 500 mm gegeben. Der Wärmestromgeber (Abb. 2) besteht aus einer 4 mm starken Gummiplatte, in die Thermoelementketten, bestehend aus 500 Thermoelementen, eingesetzt sind. Das elektrische Signal, das sich aus der Temperaturdifferenz der oben und unten an der Hilfsplatte angebrachten Thermoelementketten ergibt, ist so kalibriert, daß es der Wärmestromdichte entspricht, die sich ohne Benutzung der schützenden Gummikonstruktion ergeben würde. Die Meßplatte wird so verlegt, daß die Tiere sie vollflächig bedecken müssen (Abb. 3). Zur Schaffung einer einheitlichen Liegefläche und zur Ausschaltung von Randeinflüssen wird die Meßplatte mit Gummimatten gleicher Dicke seitlich umgrenzt und am Bodenbelag befestigt. Die Meßplatte steht mit Hilfe eines Kontaktmittels in engster Berührung mit dem Bodenbelag. Die von den Wärmestromgebern gelieferten Spannungen gehen auf eine Digitalmeßanlage, die die Meßwerte auf Lochstreifen ausgibt.

Nun zu den Ergebnissen: Die Abbildung 4 zeigt einen Wärmestromverlauf bei einer Kuh mit 39,4 kg Tagesgemelk. In der unteren Hälfte der Abbildung ist der dazugehörige Temperaturverlauf am Stallfußboden dargestellt. Der negative Wärmestrom vor und nach der Liegeperiode rührt von der gegenüber der Luft höheren Temperatur der Liegefläche ( $\Delta t = 5,1^{\circ}\text{C}$ ).

Der Wärmestrom erreicht unmittelbar nach dem Hinlegen seinen Maximalwert. Nach einigen Unregelmäßigkeiten pendelt der Wert etwa um  $130 \text{ W/m}^2$ . Gleichzeitig steigt innerhalb der 70-minütigen Liegeperiode die Bodentemperatur bis zum Ende des Liegevorganges an.

Das zweite Beispiel (Abb. 5) zeigt den Wärmestrom- und Temperaturverlauf bei einer Kalbin. Die Länge der Liegeperiode drückt sich vor allem in einer Ausdehnung des konstanten Wertes aus. Deutliche Unterschiede zeichnen sich aber im Maximalwert des Wärmestromes ab.

Diese zwei Beispiele sind wahllos aus den verschiedenen Messungen herausgegriffen und sollen Ihnen nur einen Eindruck des Verlaufes geben.

Trägt man nun die einzelnen Werte der Wärmestromdichte über dem Tagesgemelk auf (Abb. 6), so ergibt sich daraus kein Zusammenhang.

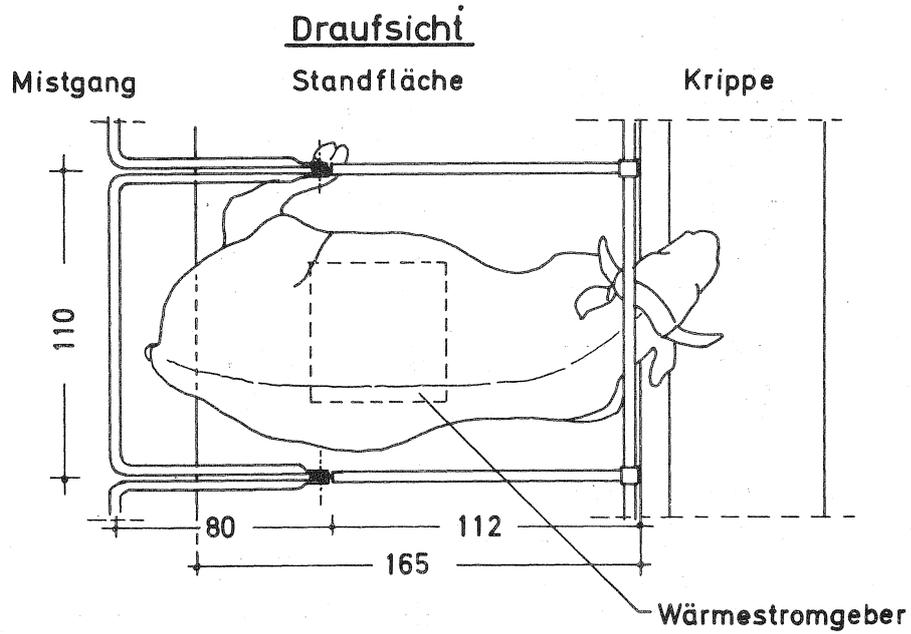


Abb. 3: Position des Wärmestromgebers unter einer liegenden Kuh (Fangboxe)

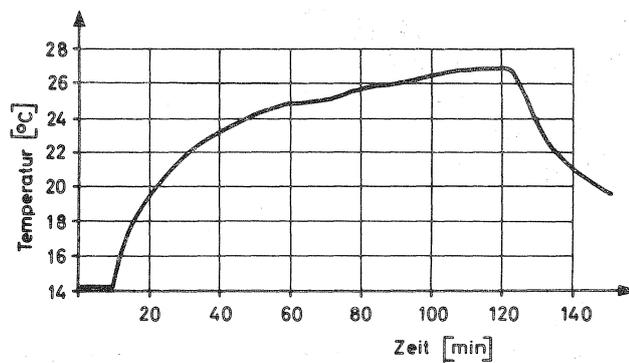
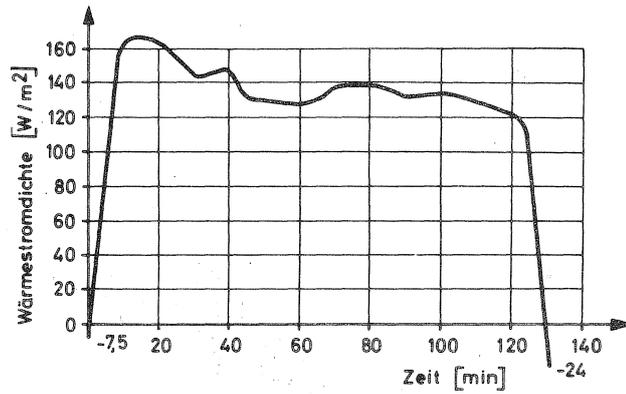


Abb. 4: Wärmestromdichte- und Temperaturverlauf bei einer Kuh mit 39,4 l Tagesmelk

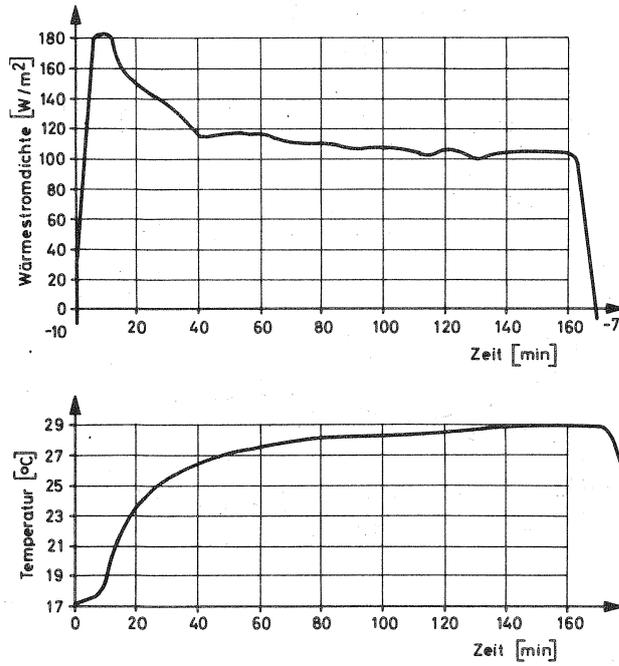


Abb. 5: Wärmestromdichte- und Temperaturverlauf bei einer Kalbin (wenige Tage vor dem Abkalben)

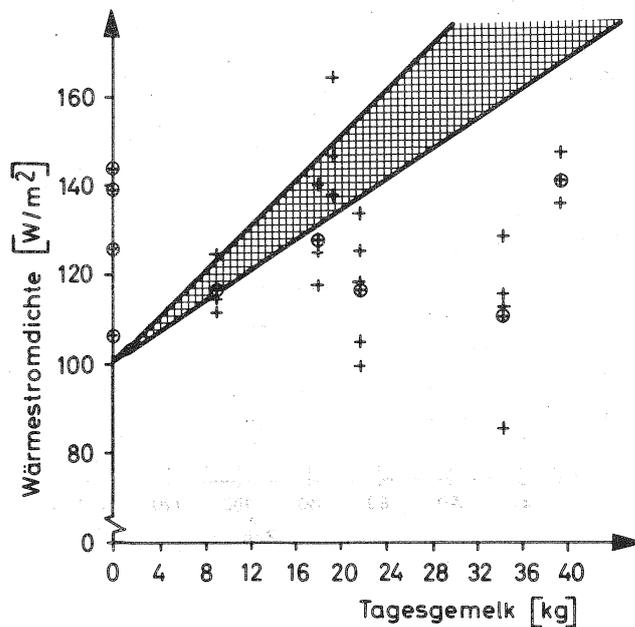


Abb. 6: Wärmestromdichte bei unterschiedlichem Tagesgemelk

Es zeigt sich auch, daß diese Werte über den errechneten, schraffiert dargestellten Bereich streuen. Eine Beziehung zwischen Milchleistung und Wärmeabgabe ist demnach nicht feststellbar. Außerdem fällt auf, daß trotz gleichen Bodenverhältnissen die Werte ziemlichen Schwankungen unterliegen. Das bestärkt die Vermutung, daß andere Einflüsse die Wärmedämmung des Bodens weit überspielen.

Messungen von STANZEL deuten darauf hin, daß die Tiere ihre natürlichen Möglichkeiten der Thermoregulation zu Hilfe nehmen. Die dargestellten Ergebnisse (Abb. 7) wurden ebenfalls mit der beschriebenen Methode ermittelt. Die obere Hälfte zeigt wiederum den Verlauf des Wärmestromes, die untere Hälfte die Temperatur. Auf der wärmeren Liegefläche zeichnet sich der schon bekannte und typische Verlauf in der Wärmestromdichte ab. Auf der kälteren Fläche jedoch fehlt der hohe Anstieg unmittelbar nach dem Ablegen. Das Fehlen dieses momentanen Anstiegs der Wärmestromdichte ist um so erstaunlicher, da sich die bauphysikalischen Messungen mit Prüfheizkörpern ein Anstieg auf 400, ja bis zu 800 W/m<sup>2</sup> nachweisen läßt. Offensichtlich beeinflussen hier die Tiere mit ihren Möglichkeiten der Thermoregulation (Konstruktion der Hautgefäße) die Wärmeabgabe insbesondere dann, wenn schlecht wärmegeämmte Liegeflächen zu einem hohen Wärmeentzug führen würden. Der Temperaturverlauf zeigt auch, daß das Tier durch geringe Oberflächentemperatur den Wärmestrom hemmt.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden einstreulose Standflächen verschiedenen Aufbaus gemessen und zwar bestanden die betreffenden Nutzsichten (Abb. 8) aus

1. wärmedämmendem Estrich
2. in Beton verankertem Gummibelag mit Gewebe
3. PVC-Belag, über Drahtverbügelung mit dem Betonboden fest verbunden
4. PVC-Zweischichtenbelag, bestehend aus Verschleißschicht und Schaumschicht, ebenfalls über Drahtverbügelung fest mit dem Unterboden verbunden.

Die Ergebnisse (Abb. 9) zeigen, daß Bodenbeläge hinsichtlich des Wärmeentzuges von vorneherein nicht im ungünstigen Bereich liegen. Der PVC-Schaumbelag erreicht sogar im konstanten Kurvenabschnitt mit ca. 60 W/m<sup>2</sup> den Wert reichlicher Stroheinstreu.

Da diese Konstruktion jedoch die bessere Wärmedämmung als nicht beabsichtigtes Nebenprodukt verbesserten Druckverhaltens liefert, kann sich die Forschungs- und Entwicklungsarbeit verstärkt der Problematik verbesserten Druckverhaltens widmen.

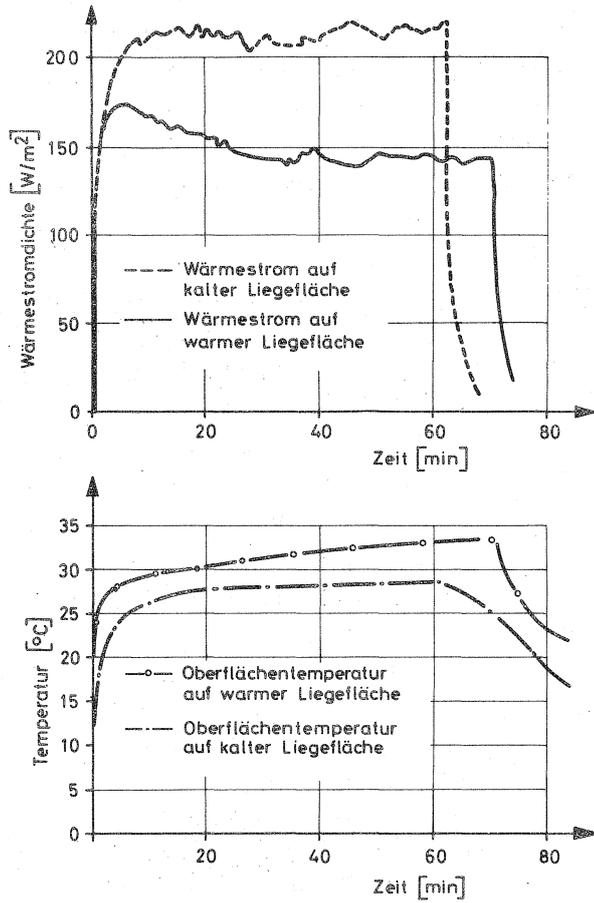


Abb. 7: Wärmestromdichte- und Temperaturverlauf bei verschiedener Wärmedämmung des Bodens

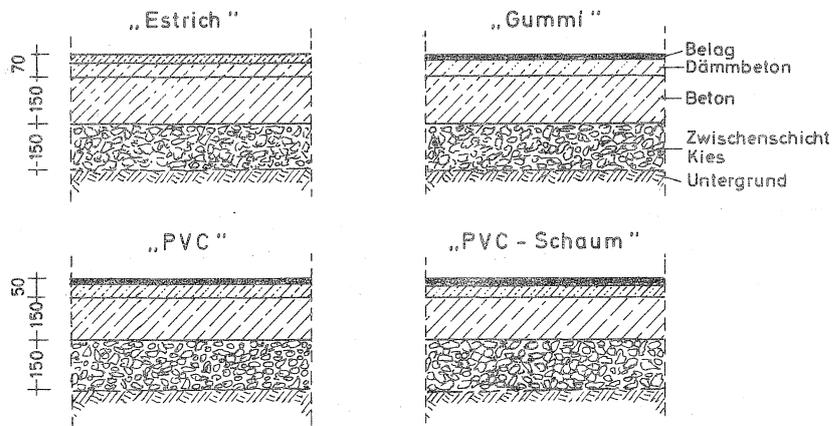


Abb. 8: Profile der gemessenen Böden

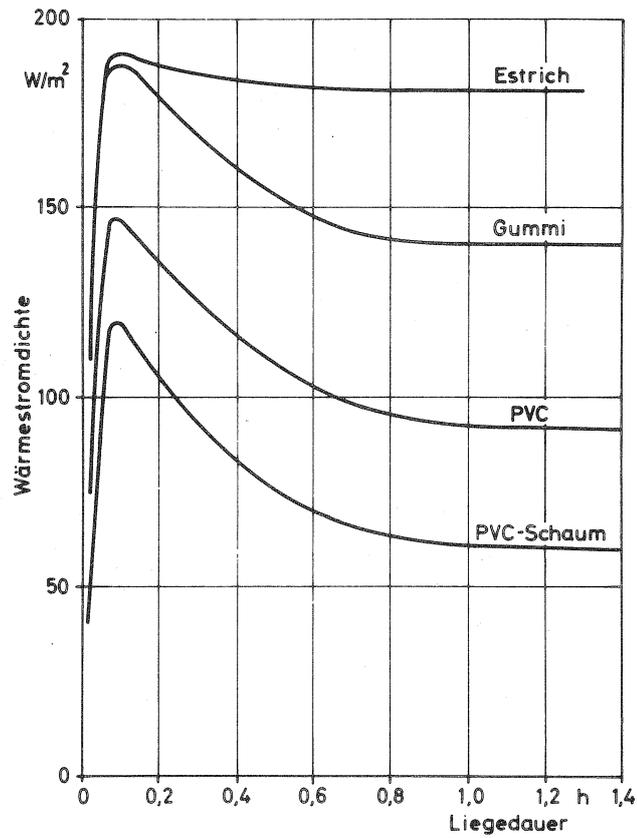


Abb. 9: Wärmestromverlauf auf einstreulosen Liegeflächen

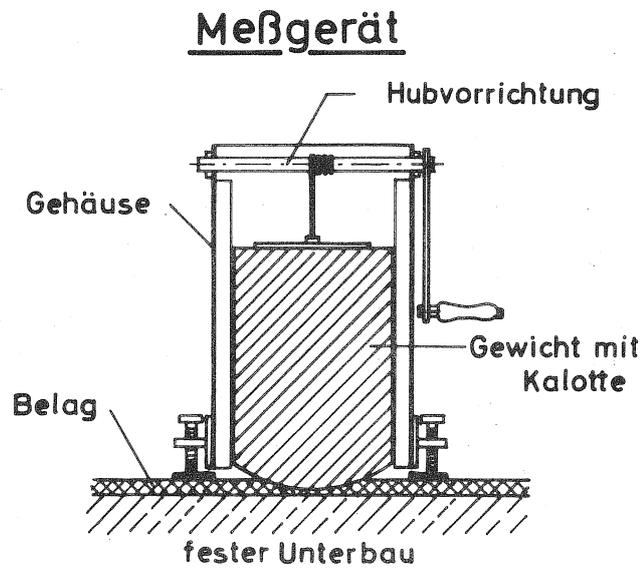


Abb. 10: Druckmessung an Bodenbelägen

Auch hier wäre die Kenntnis der Anforderungen durch das Tier von grundlegender Bedeutung. Versuche von WANDER zeigen, daß Rinder von mehreren Möglichkeiten den plastischen Boden trotz schlechterer Wärmedämmung bevorzugen. Plastische Liegeflächen sind vorerst nur als Schüttungen z.B. mit Sand herzustellen. Diese Schüttungen bedürfen aber ständiger Pflege.

Physikalisch gesehen taucht die Kuh in den plastischen Boden so weit ein, bis der Druck oder Gegendruck gleichmäßig verteilt ist. Auch bei elastischen Bodenbelägen kann dieser Vorgang nachvollzogen werden. Druckreduzierung und -verteilung sind allerdings begrenzt.

Für die bereits auf dem Markt befindlichen elastischen Bodenbeläge fehlte uns bisher ein Vergleichsmaßstab. Bekannte Meßmethoden mußten versagen, da sie materialbezogen waren (bekanntes Beispiel: Shore-Härte und DIN 53 456 Härteprüfung durch Eindruckversuch). Wir haben daher ein Meßverfahren entwickelt, das den Vorgang des Eintauchens des Tieres in den Bodenbelag simuliert (Abb. 10). Ein kugelförmiger Körper mit einem Radius von 120 mm drückt mit der Kraft  $F = 300 \text{ N}$  auf den Bodenbelag und hinterläßt dabei einen Farbabdruck, aus dessen Durchmesser der im Gleichgewichtszustand herrschende Druck zu errechnen ist. Die auf verschiedenen Stellen des Bodenbelages ermittelten Daten werden auf die Druckgröße  $p$  in bar errechnet (1 bar entspricht etwa  $1 \text{ kp/cm}^2$ ). In die Versuche (Abb. 11) wurde zum besseren Vergleich auch Holzpflaster einbezogen, obwohl dieses Material im Grenzbereich der Anwendbarkeit des Meßverfahrens liegt. Die Schrägen auf Säule 2 und 4 deuten an, daß die Ergebnisse bei verschiedenen Konstruktionen im angegebenen Bereich schwanken. Besonders günstig schneidet der bereits angesprochene Zweischichten-PVC-Belag mit 5 mm Verschleißschicht und 12 mm Schaumschicht ab. Diese Ergebnisse decken sich auch mit dem subjektiven Eindruck, wonach der Belag als weich und besonders tiergerecht empfunden wird.

Ähnlich wie bei den Fragen der Wärmedämmung müssen wir aber auch hier der subjektiven Wertung objektive Maßstäbe hinzufügen, weswegen wir zur Zeit dazu übergehen, die tatsächlichen Druckverhältnisse zwischen Tier und Unterlage zu messen. Aus diesen Versuchen werden wir dann genaue Hinweise auf die erforderliche Weichheit und den Toleranzbereich geben können.

Welche Schlußfolgerungen lassen sich nun aus den gezeigten Meßergebnissen für die Weiterentwicklung von Bodenbelägen für Kühe ziehen?

1. Bodenbeläge sollten zwar Wärmedämmung haben. Wegen der thermoregulatorischen Möglichkeiten der Tiere ist diese Eigenschaft,

aber nicht vorrangig. Die Versuche geben außerdem Hinweise, daß verbessertes Druckverhalten auch die Wärmedämmung erhöht.

2. Wärmestauungen zwischen Tier und Bodenbelag sind selbst bei erhöhter Leistung nicht zu befürchten, da die Kühe offensichtlich die Wärmeabgabe steuern können. Gute Wärmedämmung kann daher keinen Schaden anrichten.
3. Die Härte des Bodenbelages muß so weit reduziert werden, daß Verletzungen ausgeschlossen sind. Nach bisherigen Maßstäben sollten Bodenbeläge im Eindruckversuch weniger als 2 bar ergeben.
4. Andere, in diesem Bericht nicht berücksichtigte Eigenschaften wie Griffigkeit und hygienische Unbedenklichkeit dürfen nicht vernachlässigt werden.

Angesichts dieses Kataloges erscheinen uns aufwendigere Konstruktionen unvermeidlich, da diese Forderungen u.U. nur in Mehrschichtenbelägen mit getrennten Funktionen für Weichheit, Verschleiß und Hygiene zu erfüllen sind. Dabei ist der Belag gleichzeitig einer starken mechanischen Beanspruchung ausgesetzt, der er über mehrere Jahre hinweg standhalten muß.

Der dann vermutlich sich ergebende höhere Verkaufspreis kann aber die Anwendung verbesserter Bodenbeläge so lange nicht beeinträchtigen, wie Stroheinstreu mit den weit höheren Kosten für Bergung oder Zukauf, Einlagerung und erhöhtem Arbeitsaufwand zum Vergleich herangezogen wird.

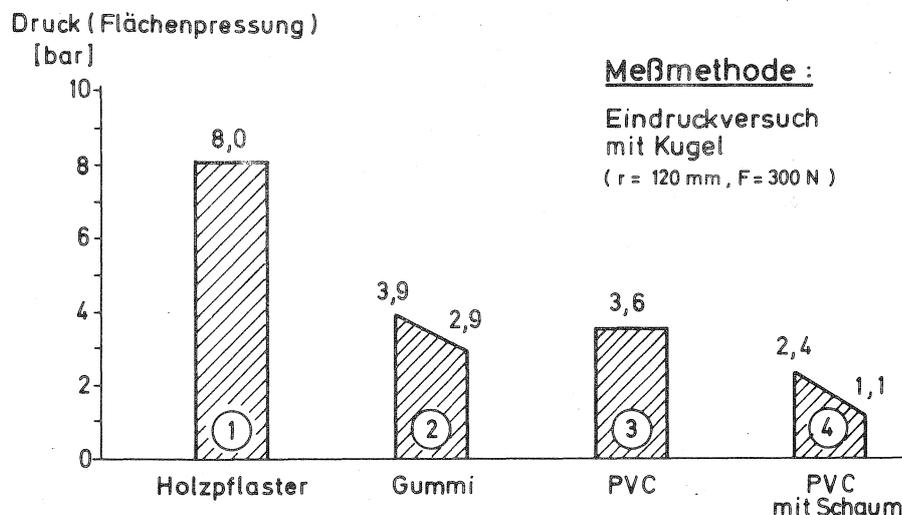


Abb. 11: Ergebnisse der Druckmessung an Bodenbelägen

## Ergebnisse der Bewitterungsversuche mit Kunststoff-Folien

von Dr. rer. nat. G. Englert

Zu den Ansatzpunkten, von denen aus eine merkliche Verringerung der Investitionskosten in der landwirtschaftlichen Produktion erzielt werden sollte, gehören sicherlich an vorderster Stelle die Baukosten. Da diese zu einem wesentlichen Teil von den Lohnkosten bestimmt werden und da für die Zukunft eine weitere Erhöhung des Lohnkostenanteils zu erwarten ist, liegt es nahe, einen, wenn nicht gar den einzigen Ausweg zur Reduzierung der Bau-Investitionskosten in der baulichen Selbsthilfe und in der Verwendung lohnsparender Bauweisen und Baustoffe zu sehen. Damit aber diese bauliche Selbsthilfe zu einer jedem Landwirt zugänglichen Möglichkeit der Kosteneinsparung werden kann, sind verstärkt Bemühungen von Nöten, die für landwirtschaftliche Gebäude bisher verwendeten Konstruktionen den Erfordernissen der baulichen Selbsthilfe anzupassen oder durch neue Konstruktionen zu ergänzen. Dabei ergeben sich Anforderungen an die zur Ausführung dieser Konstruktionen erforderlichen Baustoffe, die entweder von den bisher verwendeten Baustoffen nicht mehr oder aber von bisher noch nicht verwendeten Baustoffen besser und vor allem preisgünstiger erfüllt werden können. Um so geeignete Baustoffe zu finden, empfiehlt es sich, den Baustoffmarkt auf möglicherweise brauchbare Baustoffe hin zu untersuchen und dann deren Eignung auch für den speziellen Fall eines Einsatzes im landwirtschaftlichen Bauwesen in Labor und Praxis festzustellen.

Einen wichtigen, für kostengünstige Konstruktionen sich anbietenden Baustoffsektor bilden die Kunststoffe. Sie fanden daher schon, beispielsweise als Folien oder Schaumstoffe, Eingang auch in die Landwirtschaft. Kunststoff-Folien, für die wir uns hier besonders interessieren, werden z.B. als Abdeckplanen im Gemüsebau, als Gewächshaushüllen oder als Silofolien in großem Umfang verwendet. Ein weiterhin verstärkter Einsatz von Kunststoffen in der Landwirtschaft setzt aber, um die Gefahr von Fehlinvestitionen zu mindern, verbesserte Kenntnisse vom Verhalten der Kunststoffe in der in manchen Punkten spezifischen Umwelt der jeweiligen landwirtschaftlichen Einsatzgebiete voraus. Die Freibewitterungsversuche an Kunststoff-Folien, über deren neueste Ergebnisse hier berichtet wird, sollen einen Beitrag zu dieser notwendigen Kenntniserweiterung liefern.

### Prüfgrößen, Einflußfaktoren

Bei unseren Versuchen war es, wie bei jeder Werkstoffprüfung, die für die Praxis brauchbare Ergebnisse bringen soll, notwendig, auszugehen

- a) vom Einsatzzweck der Baustoffe, da damit als Prüfgrößen die zu prüfenden Baustoffeigenschaften festgelegt sind,

- b) von der im praktischen Einsatz jeweils vorhandenen Umwelt bzw. von den aus dieser Umwelt auf die Baustoffe einwirkenden Einflußfaktoren, da das Gebrauchsverhalten der Baustoffe durch die Abhängigkeit der jeweiligen Prüfgrößen von diesen Einflußfaktoren charakterisiert werden kann.

Die von uns geprüften Folien sollten daraufhin untersucht werden, ob sie sich als Hüllen für Ställe bzw. als Silofolien eignen. Damit kann der Einsatzzweck dieser Folien folgendermaßen definiert werden:

Folien für Stallhülle: dauerhafte Abschirmung des Stallraumes vom Außenraum

Silofolie: dauerhaft luftdichter Abschluß der Silage vom Außenraum.

Diese Trenn-Funktionen können die Folien auf Dauer nur dann ausüben, wenn sie unter der Wirkung der Umgebungs-Einflußfaktoren so weit formstabil bleiben, daß keine Risse auftreten bzw. wenn schon Risse vorhanden sind, daß einem Weiterreißen möglichst großer Widerstand entgegengesetzt wird. Man erhält also Aussagen über die Gebrauchseigenschaften von Silofolien bzw. Folien für Stallhüllen, wenn man das Reißverhalten der Folien untersucht und Reißfestigkeit bzw. Reißdehnung mißt. Die für praktische Folgerungen wichtigeren Aussagen über das Gebrauchsverhalten der Folien erhält man dann, wenn man die zeitliche Abhängigkeit von Reißfestigkeit bzw. Reißdehnung unter Wirkung der Einflußfaktoren untersucht. Zur Gewinnung exakter Aussagen wäre es dabei notwendig, die gleichzeitige Wirkung aller Einflußfaktoren auf diese Baustoffeigenschaften zu erfassen, also einen Praxisversuch durchzuführen. Darauf wird man sicher niemals verzichten können. Da aber Praxisversuche im allgemeinen sehr lange dauern und zudem auch nur für die jeweilige Versuchsumgebung gültige Ergebnisse liefern, ist man, um in kürzerer Zeit zu allgemeingültigen Aussagen zu kommen, bestrebt, die bei jedem Einsatzfall wichtigsten Einflußfaktoren herauszuarbeiten. Indem man dann bestimmt, welchen Einfluß diese, einzeln oder in verschiedenen Kombinationen wirkenden Umweltfaktoren auf die Baustoffeigenschaften haben, erhält man, wie die Erfahrung zeigt, die Möglichkeit, zumindest Näherungsangaben über das Gebrauchsverhalten der Baustoffe machen zu können.

Die für die Folien unserer Versuche jeweils wichtigsten Einflußfaktoren sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Da bekannt ist, daß die mechanischen Eigenschaften von Kunststoff-Folien vor allem durch Temperatur und UV-Strahlung stark beeinflußt werden können, also von Hauptfaktoren des Außenklimas, lag es nahe, als einen ersten Schritt zu einem vertieften Verständnis des Gebrauchsverhaltens von Kunststoff-Folien beim Einsatz in der Landwirtschaft den Einfluß des Außenklimas auf das Reißverhalten zu untersuchen, also

Tabelle 1: Aus der Umgebung auf Silofolien und Folien für Stallhüllen einwirkende Einflußfaktoren

Verwendungsart	Einflußfaktoren
Silofolie:	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Außenklima, speziell:<ol style="list-style-type: none"><li>a) UV-Strahlung</li><li>b) Temperatur</li></ol></li> <li>2) Chemischer Angriff durch Konservierungsmittel, Siliersäuren und Sickersäfte</li></ol>
Folie für Stallhüllen:	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Außenklima, speziell:<ol style="list-style-type: none"><li>a) UV-Strahlung</li><li>b) Temperatur (erhöhte Temperaturbelastung an den Auflageflächen des Tragwerks)</li><li>c) Wind, Hagel, Schnee</li></ol></li> <li>2) Innenklima: hohe Luftfeuchtigkeit</li> <li>3) Temperatur- und Feuchteunterschiede zwischen innen und außen</li> <li>4) Chemischer Angriff durch:<ol style="list-style-type: none"><li>a) korrosive Bestandteile der Stall-Luft</li><li>b) Gülle</li><li>c) Reinigungs- und Desinfektionsmittel</li></ol></li></ol>

Freibewitterungsversuche durchzuführen. Als zusätzlicher Einflußfaktor auf Silofolien wurde der mögliche chemische Angriff durch Konservierungsmittel (hier: Propionsäure) und durch die bei der Silierung entstehenden Säuren und Sickersäfte berücksichtigt.

### Versuchsdurchführung

Die Kunststoff-Folien wurden vor der Prüfung im Reißversuch folgendermaßen behandelt.

#### a) Folien für Stalhüllen:

Die verschiedenen, unverstärkten und verstärkten Folien sowie beschichtete Chemiefasergewebe wurden in einem Bewitterungsstand eingehängt und auf dem Dach einer Halle frei bewittert. Da die UV-Strahlungsintensität und die Temperatur bei Bewitterung in Nord- und Südrichtung unterschiedlich sind, wurden in nördlicher und südlicher Richtung bewitterte Proben untersucht.

#### b) Silofolien:

Hochdruckpreßballen aus vorgewelktem Gras wurden in die verschiedenen unverstärkten Folien eingeschlagen, mit im Verhältnis 1:3.5 mit Wasser verdünnter Propionsäure satt getränkt und im Freien auf dem Dach eines Schuppens ausgelagert. Die Ballen waren dabei im Süden durch Bäume vor voller Sonneneinstrahlung abgeschirmt. Da die Belastungen durch Temperatur und UV-Strahlen an der Oberseite des Siloballens größer sind als an der Unterseite, wo keine UV-Bestrahlung stattfindet, wurden Proben von der Ober- und Unterseite der Ballen geprüft.

Die so bewitterten Folien wurden dann nach den bisher zwei verschiedenen Bewitterungszeiten von ca. 1/2 Jahr und 1 Jahr in einer Schnellzerreiß-Apparatur bei einer Klemmengeschwindigkeit von 5 m/sec und bei 20°C zugverformt und Reißfestigkeit (bei den verstärkten Folien: Zugkraft pro 5 cm Probenbreite) bzw. Reißdehnung bestimmt. Bei den verstärkten Folien wurden je Folienart 5 Proben der Größe 50 x 500 mm, bei den unverstärkten Folien 10 Proben der Größe 15 x 300 mm jeweils längs (II), bei den Silofolien auch quer ( $\perp$ ) zur Herstellungsrichtung untersucht.

Der Schnellzerreißversuch wurde gewählt, da damit eine zumindest für die Folien von Stalhüllen in der Praxis auftretende Belastung simuliert wird und da es sich weiterhin gezeigt hat, daß Veränderungen im Aufbau der Folien sich in den so erhaltenen Meßwerten sehr gut darstellen.

### Ergebnisse

Die Ergebnisse für die als Stalhüllen vorgesehenen Folien sind in den Abb. 1 - 4, für die Silofolien in den Abb. 5 - 9 zusammengestellt. In diesen Abbildungen sind auch die Art und der Hersteller der untersuchten Folien aufgeführt.

Die für die einzelnen Bewitterungszeiten und - richtungen erhaltenen Meßwerte wurden varianzanalytisch darauf hin untersucht, ob auftretende Differenzen bei einer statistischen Sicherheit von 95 % als gesichert angesehen werden können. In den Abb. 1 - 9 sind die statistisch gesicherten Differenzen zwischen zeitlich verschiedenen Meßpunkten durch stärker eingezeichnete Verbindungslinien hervorgehoben. Zwischen zeitlich einander entsprechenden Meßpunkten, die zu unterschiedlichen Bewitterungsrichtungen gehören, erfolgt die Kennzeichnung der statistisch gesicherten Differenzen durch volle Zeichen an den Meßpunkten, d.h. durch die Zeichen ■ , ● , ▲ .

### Diskussion

Aus den in den Abb. 1 - 9 dargestellten Ergebnissen lassen sich zusammenfassend folgende Schlußfolgerungen ziehen:

- a) Unverstärkte PE-Folien zeigen, längs zur Herstellungsrichtung, bei in etwa gleichbleibender bzw. leicht zunehmender Reißfestigkeit eine deutliche, je nach Folienfarbe verschieden starke Abnahme in der Reißdehnung. Da diese Abnahme
- bei südbewitterten Proben größer ist als bei nordbewitterten,
  - bei den Proben von der Siloballen-Oberseite stärker ausgeprägt ist als bei den Proben von der Unterseite,
  - im Sommer größer ist als im Winter,

da also die verbleibende Reißdehnung mit zunehmender Intensität der Belastung durch Temperatur und UV-Strahlung abnimmt, kann gefolgert werden, daß durch die erhöhten Temperaturen und durch die UV-Bestrahlung ein chemischer Abbau des PE durch Photooxidation und Thermooxidation stattgefunden hat, der zur Versprödung der Folien und damit zu einer Verringerung der Reißdehnung führte. Vergleicht man Reißfestigkeit und Reißdehnung der verschiedenfarbigen PE-Folien, so zeigt sich, daß in beiden Versuchsreihen die nicht UV-stabilisierten Folien den schlechtesten Verlauf aufweisen, während weiße und schwarze Folien etwa gleiches Verhalten zeigen.

Die für die Silofolien senkrecht zur Herstellungsrichtung erhaltenen Werte sind kleiner und zeigen eine komplexe Zeitabhängigkeit, die zumindest im Moment nicht gedeutet werden kann. Auch die zwischen den Silofolien und den Folien für Stallhüllen sich abzeichnenden unterschiedlichen Ergebnisse (Zunahme von Reißfestigkeit oder Reißdehnung bei einigen Silofolien im zweiten Bewitterungshalbjahr) sind momentan nicht erklärbar.

- b) Für die unverstärkten PVC-Folien sowie für die Butylfolie wurde ebenfalls eine, wenn auch weitaus geringere Abnahme der Reißdeh-

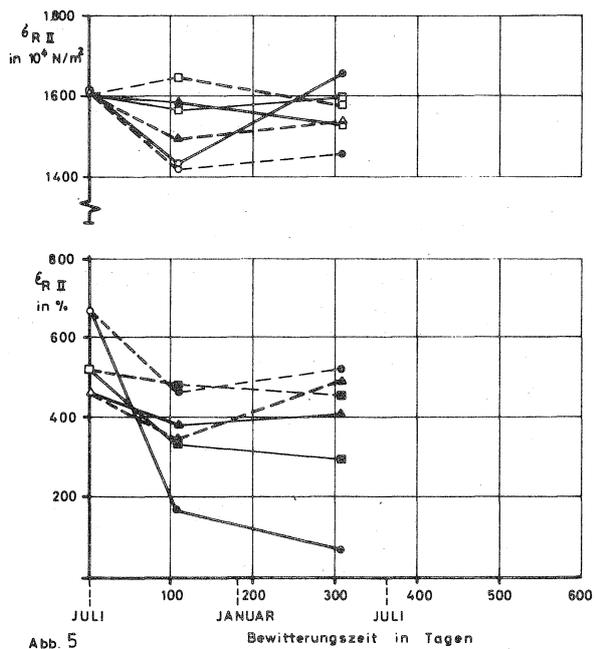


Abb. 5  
 ■ PE - weiß 0,2  
 ○ PE - transparent 0,2 Schlayer - Polydress  
 ▲ PE - schwarz 0,2  
 — Ballenoberseite  
 - - - Ballenunterseite

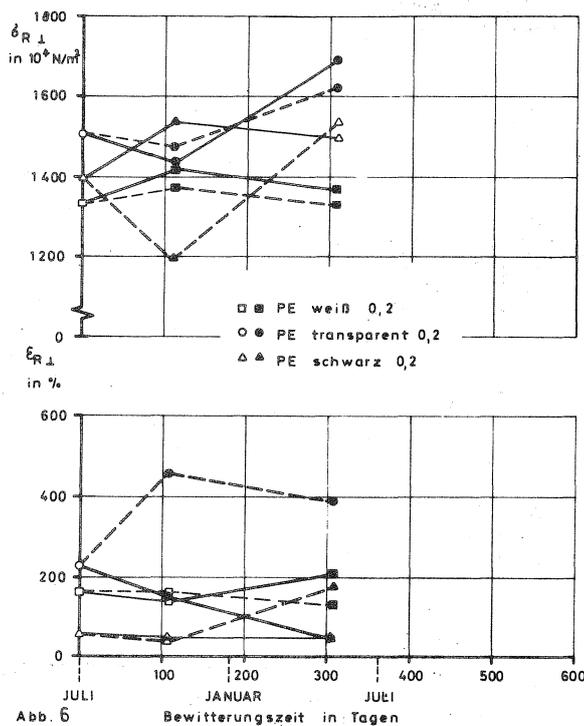


Abb. 6  
 ■ PE weiß 0,2  
 ○ PE transparent 0,2  
 ▲ PE schwarz 0,2  
 — Ballenoberseite  
 - - - Ballenunterseite

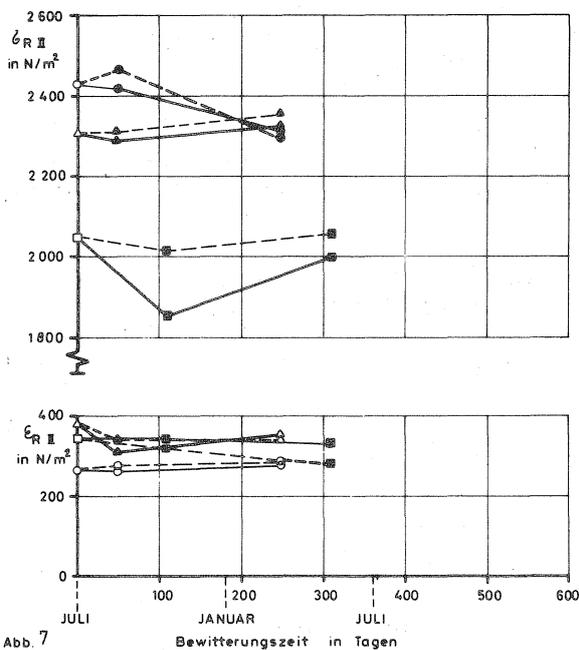


Abb. 7  
 ■ PVC schwarz 0,4 (Rost + Co.)  
 ○ PVC schwarz 0,2 (Dynamit Nobel)  
 ▲ PVC weiß 0,2 (Genap)  
 — Ballenoberseite  
 - - - Ballenunterseite

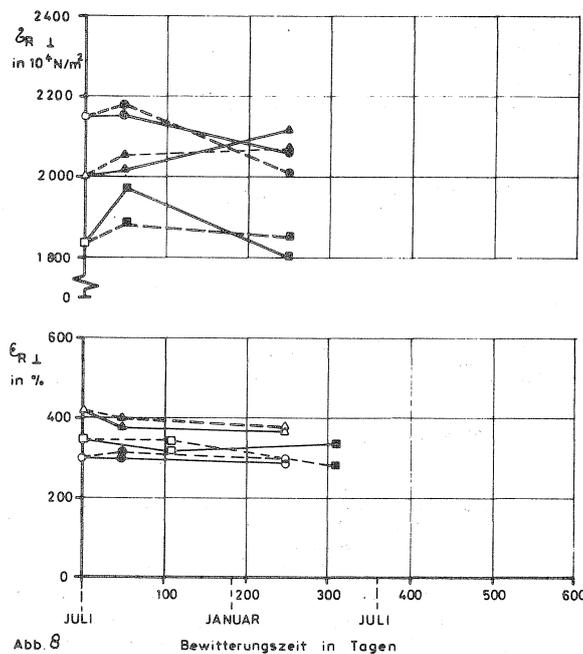


Abb. 8  
 ■ PVC schwarz 0,4 (Rost + Co.)  
 ○ PVC schwarz 0,2 (Dynamit Nobel)  
 ▲ PVC weiß 0,2 (Genap)  
 — Ballenoberseite  
 - - - Ballenunterseite

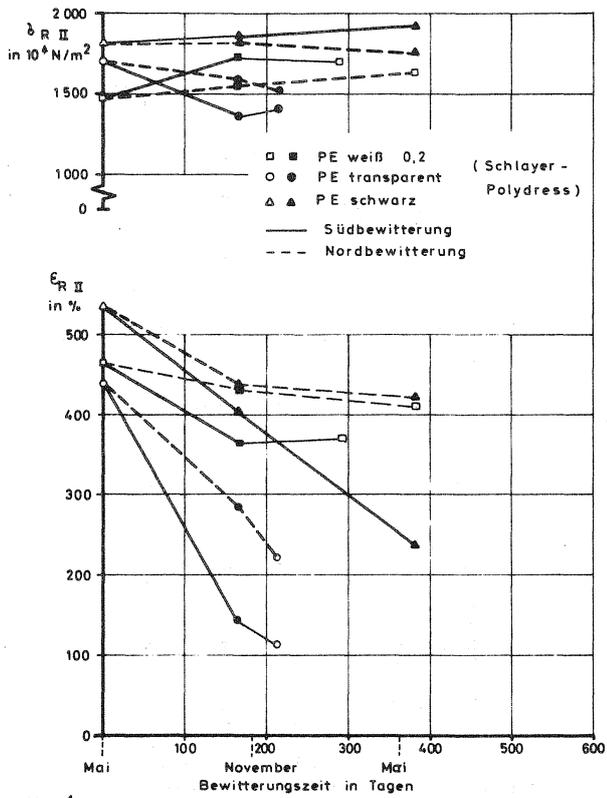


Abb. 1

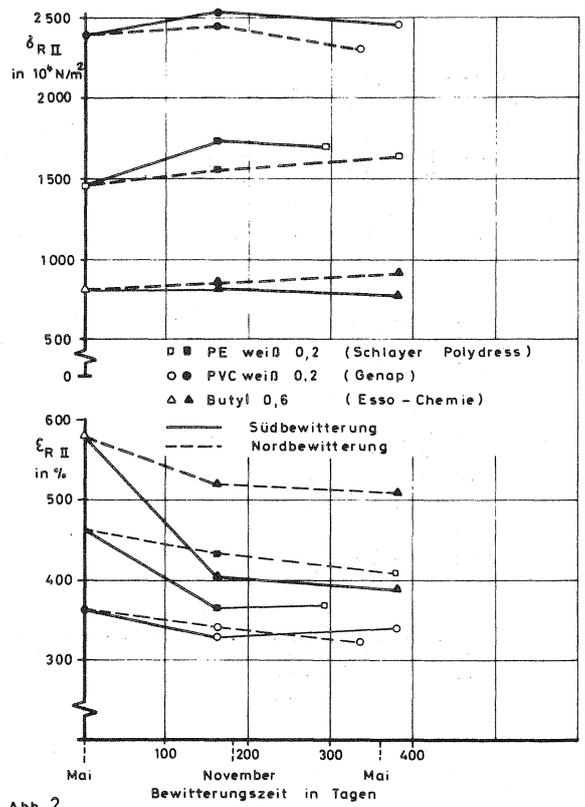


Abb. 2

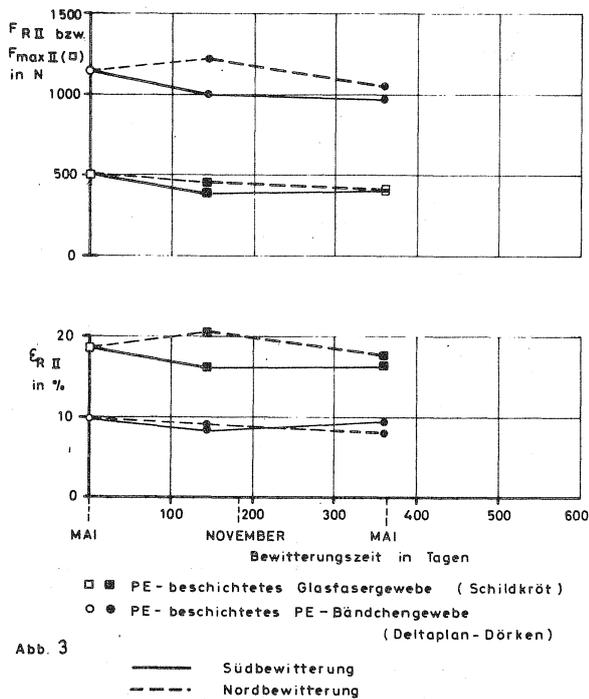


Abb. 3

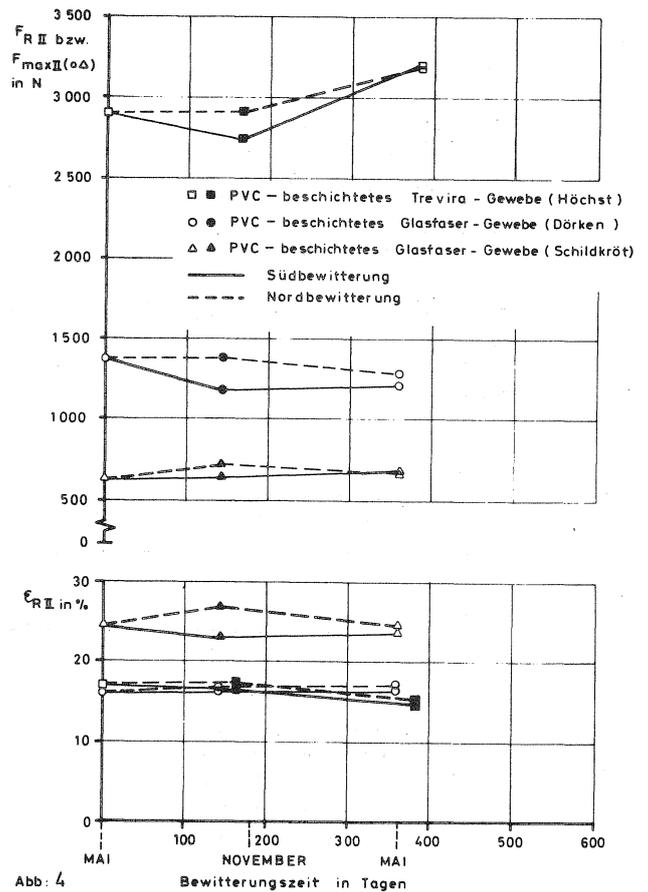


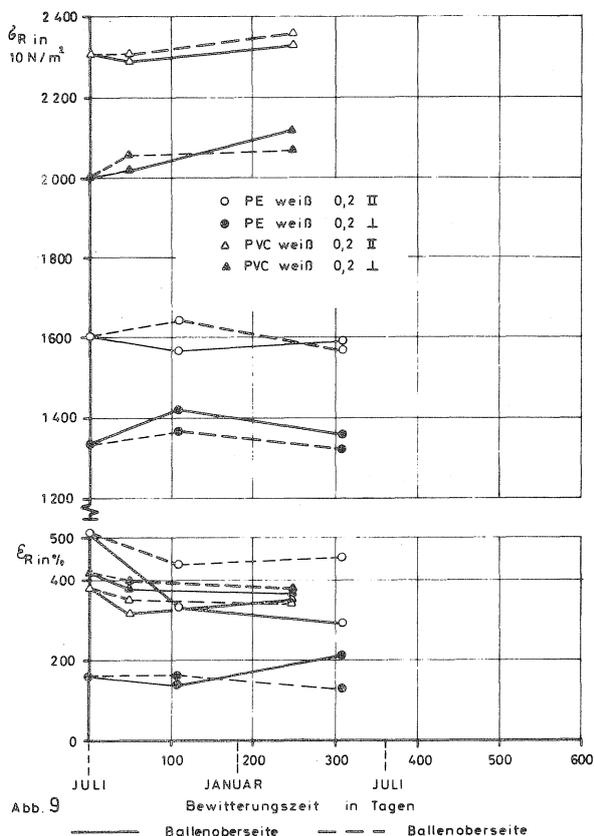
Abb. 4

nung bei in etwa gleichbleibender Reißfestigkeit gemessen. Die Versprödung der PVC-Folien dürfte vor allem durch ein "Ausbluten" der Weichmacher entstehen.

- c) Ein Vergleich der unverstärkten Folien zeigt, daß sich PE und PVC in der Reißdehnung nur unwesentlich unterscheiden, während die Reißfestigkeit von PE nur etwa 60 % der des PVC beträgt.
- d) Die verstärkten PE- und PVC-Folien haben eine etwa gleich große Reißfestigkeit und Reißdehnung. Beide Größen änderten sich im Versuchszeitraum nur unwesentlich. Durch die Verstärkungsfasern wird also eine mechanische Stabilisierung erreicht, die sich in der Erhaltung der Reißdehnung ausdrückt.

Diese bisherigen Ergebnisse erlauben nur Hinweise auf das Gebrauchsverhalten der Folien, da die Versuchsdauer zu kurz war und da die Bewitterungsversuche nur einen Teilaspekt des Gebrauchsverhaltens erfassen. Es ist daher notwendig und auch geplant, die Bewitterungsversuche fortzuführen und durch Versuche zu ergänzen, die an im Stall ausgelagerten sowie in der Praxis eingesetzten Folien durchgeführt werden. Zudem soll mit dem Weiterreißwiderstand eine weitere für das Gebrauchsverhalten charakteristische Größe gemessen werden.

Die Versuche wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt. Für die Bereitstellung der Mittel sei an dieser Stelle gedankt. Die Idee zu den Versuchen geht auf LD Dr. H. Schulz zurück, an der experimentellen Durchführung hat Herr Neuhauser wesentlichen Anteil.



## Versuche zur Sicherung von Futtererntemaschinen vor Metallfremdkörpern

von Dr. H. Stanzel

Fremdkörper im Futter können große Schäden verursachen: Direkte Schäden an Maschinen und Tieren, aber auch indirekte durch den Ausfall von Erntemaschinen in den bei uns ohnehin knapp bemessenen Ernteperioden. In jüngerer Zeit mehren sich die Großschäden an Feldhäckslern, was auf die zunehmende Verbreitung von schweren Trommelhäckslern und dem Trend zu kürzeren Häcksellängen zurückzuführen ist. Speziell beim Trommelhäcksler veranlassen Schäden durch Fremdkörper Reparaturkosten, die weit über 1000,-- DM liegen und manchmal den halben Neuwert erreichen können, weil wesentliche Organe wie die Messertrommel ausgetauscht werden müssen. Verursacht werden diese Schäden durch Metallteile, die sich von Maschinen der vorausgehenden Arbeiten lösen und unter das Futter gemischt werden. Die Teile gelangen dann über die Einzugsorgane in die Schnittvorrichtung. Dort werden Teile großer Härte und Zähigkeit nicht mehr zerteilt, sondern führen nach etwa 500 ms zum Stillstand der Messertrommel; d.h. innerhalb dieser kurzen Zeit wird die kinetische Energie aller drehenden Teile in Verformungsarbeit und Wärme umgesetzt.

Um solche Ereignisse zu vermeiden, kann man 2 Wege beschreiten. Entweder man verhindert das Einmischen der Fremdkörper in das Futter, das soll aber hier nicht diskutiert werden, oder man scheidet die Fremdkörper vor der gefährdeten Maschine aus. Über Versuche zum Auffinden speziell von Metallteilen soll nun im weiteren berichtet werden. Die Skala reicht von 6 mm dicken Baustahl über verschieden starke Federzinken bis zum 25 mm dicken Anhängelbolzen. Teile unter 6 mm Dicke, ebenso die üblichen Steine bis Faustdicke verursachen keine Großschäden, sie werden in der Regel vom Häckslermesser durchtrennt.

Das Problem besteht nun darin, solche Metallteile in der riesigen Futtermenge ausfindig zu machen, um sie dann beseitigen zu können. Mechanisch oder pneumatisch arbeitende Geräte zur Entfernung von schweren Teilen sind hier nicht einzusetzen, da das Herauslösen der in das Futter eingewickelten Teile zu hohe Kräfte erfordert. Eine Trennung mit Elektromagneten ist wegen der geforderten Reichweite nicht möglich. Zum Auffinden der Fremdkörper sind jedoch elektronische Metalldetektoren geeignet, wie sie für die Minen- und Waffensuche verwendet werden.

Ihre Wirkungsweise ist kurz folgende: Ein Hochfrequenz-Generator speist eine Spule, deren Feld in einer zweiten Spule eine Meßspannung induziert. In einem Diskriminator wird die Meßspannung

mit der Generatorspannung verglichen. Aus der Symmetrie der beiden Spannungen kann auf ein ungestörtes Feld geschlossen werden. Metallteile in der Nähe der Spulen stören die Felder aber, was zur Unsymmetrie ausgegeben wird. Einfachere Geräte arbeiten mit einer Spule. Das Hochfrequenz-Signal erzeugt in Metallen in der Nähe der Spule Wirbelströme, die sich bedämpfend auf die Amplitude der freien Schwingung eines Oszillators auswirken. Diese Amplitudenänderung wird über einen Trigger ausgewertet und liefert über einen Schaltverstärker ein elektrisches Signal.

Aus diesen Funktionsprinzipien ergeben sich einige Einschränkungen für den Betrieb der Metalldetektoren. Wegen der Verwendung von Hochfrequenz ist der Einsatz in der Nähe energiereicher, elektromagnetischer Felder nicht möglich, weitgehende Behinderungen veranlassen aber auch große Metallmassen in der Umgebung, sowie Wasser und Feuchtigkeit im Ortungsbereich. Bei der Anwendung im vorgesehenen Fall sind alle diese Einflußfaktoren wirksam.

Will man nun das Futter auf dem Feld auf Metallteile untersuchen, dann tastet man am einfachsten die Schwaden ab. Im Versuch wurden dazu drei verschiedene Geräte verwendet. Bei einem Gerät sind in dem senkrechten, pendelnd aufgehängten Rohr 2 Spulen untergebracht. Elektronik und Stromversorgung sitzen im rückwärtigen Kasten, die Anzeige erfolgt akustisch. Der Ortungsbereich für die interessierenden Metallteile geht bis 1 m Entfernung, es können damit alle Teile im Schwad erfaßt werden. Nachteilig wirkte sich aus, daß Schaukelbewegungen des Spulenteiles Fehlsignale liefern und daß auch alle größeren Metallteile im Boden angezeigt werden. Die Bedienungsperson benötigt daher große Erfahrung in der Interpretation der Signale, weil sonst unnötig oft der Schwad untersucht werden muß. Ein weiteres Gerät weist 2 freie Spulen auf, die zur Erfassung der Schwadbreite in entsprechendem Abstand fixiert werden müssen. Der Ortungsbereich war mit 50 cm Reichweite etwas knapp für die Schwadabtastung.

Auch beim dritten Gerät war die Reichweite für eine sichere Erfassung mangelhaft. Dieses Gerät weist zwei konzentrische Spulen auf und hat deshalb auch nicht den breiten Erfassungswinkel wie die beiden anderen. Kennzeichnend für den Einsatz aller Geräte zur Schwadabtastung war, daß sie nur bei höchster eingestellter Empfindlichkeit alle Teile orten konnten. Dabei waren Teile, die senkrecht zum Feld standen, leichter zu entdecken. Mähfrisches Gras erschwerte die Entdeckung. Viele Teile wurden aber auch dadurch übersehen, daß die Signaldauer bei einer Abtastgeschwindigkeit von 1 bis 1,5 m/s zu kurz war. Um die Interpretation und die Erkennbarkeit zu verbessern, wurde das Signal der Geräte versuchsweise einer Bewertung unterzogen, die aus drei Stufen bestand (Abb. 1a).

Signale der gesuchten Teile unterscheiden sich von denen großer Metallteile wie Schlepper, Stromkabel, Teile im Boden, durch einen schnellen Signalanstieg, sie können also durch eine Differenzierschaltung getrennt werden. Eine Auswertung nach der Amplitude erfolgt in einem Grenzwertschalter. Das so bewertete Signal von wenigen Zehntelsekunden Dauer wird dann in einem instabilen Multivibrator normiert, so daß es nicht mehr übersehen werden kann.

Zur Verbesserung des Verfahrens haben wir versucht, auf den getrennten Arbeitsgang zur Fremdkörpersuche zu verzichten, die Vorrichtung auf dem Häckselschlepper unterzubringen und den Schwad neben dem Schlepper abzutasten. Die große Masse des Schleppers und die Bewegungen der Räder senkten die Empfindlichkeit der Geräte jedoch so weit ab, daß eine erfolgreiche Suche unmöglich war.

Ein Verfahren, das zur Suche verlorengegangener Teile eine eigene Arbeitskraft mit großer Erfahrung und Zuverlässigkeit braucht, ist in der Futterernte eigentlich untragbar. Deshalb wurden in das Versuchsprogramm auch Metalldetektoren der einfachen Bauart einbezogen, die in die Futtererntemaschinen eingebaut werden können und die für die Automation geeignet sind. Solche Geräte gibt es für ähnliche Zwecke im industriellen Bereich. Sie tasten einen Materialstrom auf Metallteile ab, der in der Regel durch die Spulenfläche durchtritt. Auch hier gibt es Einschränkungen, die vom Funktionsprinzip ausgehen. So kann die Spulenfläche für voluminöse Materialströme nicht beliebig groß gemacht werden. Erst die jüngeren Entwicklungen erlauben Flächen bis  $1000 \text{ cm}^2$ . Ebenso wie bei den ersten Geräten stören metallische Konstruktionsteile in unmittelbarer Nähe der Spulen. Nur bei einem Fabrikat kann dieser Einfluß elektronisch kompensiert werden, wobei die Empfindlichkeit nur leicht zurückgeht. Mit diesem Gerät, das auf maximale Empfindlichkeit getrimmt war und eine Spulenfläche von  $20 \times 50 \text{ cm}$  aufwies, wurden verschiedene Tests über die Empfindlichkeit und die Ortungssicherheit ausgeführt. Dazu wurden Teile verschiedener Größe und Materialqualität mit einer Geschwindigkeit von  $1 \text{ m/s}$  mit und ohne Gras durch die Spule geschickt. Dabei fiel auf, daß die Empfindlichkeit mit nasser Grasfüllung und geringer Geschwindigkeit zurückgeht. Der Verlauf der Empfindlichkeit ausgedrückt durch die Entdeckungsrate für verschiedene Materialien und Teilgewichte ist in Abb. 2 dargestellt.

Die eingezeichneten Meßpunkte stellen Mittelwerte aus je 70 Fallversuchen dar. Aus dem Kurvenverlauf erkennt man, daß die sichere Ortung von Teilen aus normalem Konstruktionsmaterial bei Gewichten von  $150 \text{ g}$ , für Federstahl erst ab  $200 \text{ g}$  beginnt. Kleinere Teile ließen sich nur mit kleineren Spulenflächen orten. Die Empfindlichkeit war für Teile, die senkrecht durch die Spulenfläche traten, höher als für die, die parallel dazu durchfielen.

Die Eignung für den direkten Einbau der Spule in Stahlkonstruktion macht dieses Gerät auch prinzipiell für den Feldhäcksler geeignet. Die Steuerkette könnte dann so aussehen (Abb. 1b): Das kurze Signal des Metalldetektors müßte gespeichert werden und über einen Verstärker die elektromagnetische Kupplung für den Einzug bestätigen, die nur von Hand wieder einzuschalten wäre. Die Signallaufzeit in dieser Steuerkette beträgt nach unseren Messungen 200 bis 500 ms vom Eintritt des Metallteils in die Spulenfläche bis zum Stillstand des Futters im Einzug. Die Detektorspule müßte dort angeordnet sein, wo der Gutstrom schon auf einen kleinen Querschnitt verdichtet ist. In diesem Bereich führen jedoch Preßwalzen und Förderketten schnelle Bewegungen aus, die das Spulenfeld völlig irritieren. Ein Versuch, das elektromagnetische Feld auf diesem Teststand zu fokussieren und vor den Fremdmassen abzuschirmen, was in manchen Fällen gelingt, verlief ergebnislos. Die bewegten Konstruktionsteile 40 cm vor und hinter der Spule haben nur dann keinen Einfluß, wenn sie aus nichtmetallischem Werkstoff gefertigt sind.

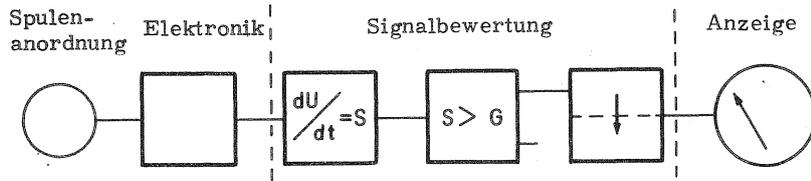
Für das konkrete Beispiel einer Fremdkörpersicherung im Feldhäcksler ergeben sich aus den Versuchen nun folgende Konsequenzen:

Die Detektorspule müßte 0,5 bis 1 m vor der Schnittkante sitzen. Der Futterquerschnitt an dieser Stelle dürfte nicht viel größer als 20 x 50 cm sein. Alle Förder Elemente im Nahbereich der Spule müßten aus Kunststoff bestehen. Ein Signal der Elektronik könnte über ein elektromagnetisches Stellglied den Einzug anhalten, damit der Fremdkörper von Hand gesucht werden kann. Eine Alternative besteht im Wegklappen der Gegenschneide, wobei das Metallteil allerdings im Futter verbliebe.

Alles in allem verlangt die Fremdkörpersicherung mit elektronischem Gerät also erhebliche Änderungen an den Einzugsorganen des Feldhäckslers. Sehr viel einfacher liegen die Verhältnisse bei stationären Maschinen; hier braucht der Materialstrom nur genügend dünn gemacht zu werden, damit er im Ortungsbereich handelsüblicher Geräte erfaßt werden kann. Auch die räumliche Trennung der Spulen von großen Störmassen ist hier leichter zu erreichen. Je weiter die technologische Aufbereitung des Futters in Zukunft getrieben wird, desto notwendiger wird die Fremdkörpersicherung in der einen oder anderen Form werden. Eine dieser Möglichkeiten bietet die Elektronik, mit der Metallteile zuverlässig entdeckt werden können.

METALLDETEKTOR

a) zur Schwadabtastung



b) zum Einbau in den Einzug des Feldhäckslers

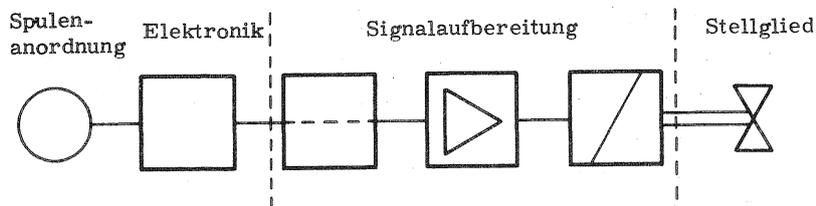


Abb. 1a + b: Flußdiagramme für Metalldetektoren

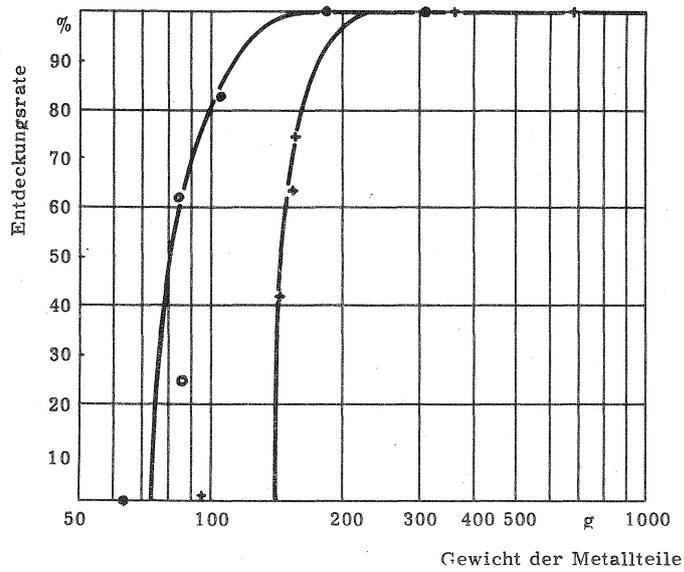


Abb. 2: Entdeckungsrate in Abhängigkeit vom Gewicht der Metallteile o := Baustahl + := Federstahl

## Energiebilanz verschiedener Grünfütterttrocknungsanlagen

von LR A. Strehler

Heute ist das Wort Energiekrise in aller Munde. Die derzeitige Energiepreissituation sowie alarmierende Prognosen über die künftige Energiepreisentwicklung verlangen eine genaue Analyse der Energiebilanz verschiedener Grünfütterttrocknungsanlagen, um Grunddaten für eine Kostenrechnung zur Überprüfung der Brauchbarkeit verschiedener Anlagen herauszufinden.

### 1. Der Begriff Energie:

Die Energie kennzeichnet das Arbeitsvermögen eines Körpers. Die Erscheinungsform dieses Arbeitsvermögens kann mechanischer, elektrischer und thermischer Art sein. Bei der Grünfütterttrocknung kommen die drei genannten Erscheinungsformen der Energie zur Anwendung. Über das elektrische und mechanische Wärmeäquivalent sowie über das elektrische Arbeitsäquivalent lassen sich die einzelnen Energieformen in mathematische Beziehung zueinander setzen. So gilt für das elektrische Wärmeäquivalent, das bei den nachfolgenden Betrachtungen zur Umrechnung dient:  $1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$ .

### 2. Die Energiebilanz:

Eine Energiebilanz für verschiedene Grünfütterttrocknungsanlagen läßt sich nach 2 grundsätzlich verschiedenen Gesichtspunkten durchführen:

- I. Die Energiebilanz bezieht sich auf den Energiestrom im Trockner, oder
- II. die Energiebilanz zeigt den quantitativen Anteil einzelner Energiearten bezogen auf die Verdampfungs- oder Durchsatzleistungen eines Trockners.

Die erste Möglichkeit, die Energiebilanz in Form des Energiestromes darzustellen, hat mehr wissenschaftliche Bedeutung als praktischen Nutzeffekt.

### 3. Energiebilanz nach Methode I bei verschiedenen Anlagen:

Bild 1 zeigt die schematische Darstellung der Energieströme in einer kontinuierlich arbeitenden Anlage, sie ist dem Buch "Landwirtschaftliche Trocknungstechnik" von Maltry-Pötke entnommen.

Da im vorliegenden Beispiel eine indirekte Beheizung unterstellt ist, gelangt nicht der volle Wärmeinhalt der Feuergase in den

Trockner, sondern ein Teil dieser Energie zieht über den Kamin ab. Es treten dabei Verluste je nach Wirkungsgrad des Wärmetauschers von 15 bis 40% auf. Die Verluste bestehen aus der Abgasenthalpie und dem Wärmeinhalt der Asche. Des weiteren gelangt die Frischluft mit ihrer Enthalpie in den Trockner, den Wert der Enthalpie kann man aus dem h-x-Diagramm entnehmen. Außerdem gelangt die Enthalpie der Außenluft in den Trockner. Dazu kommt die Enthalpie des Feuchtgutes, die sich aus der Gutstemperatur und der spezifischen Wärme des Gutes sowie der Masse des Gutes errechnet. Die Energien, welche den Trockner verlassen stecken einmal im getrockneten Gut, zum anderen in der feuchten Abluft, der Rest wird in der sogenannten Verlustwärme zusammengefaßt, die in erster Linie aus Abstrahlung und Konvektion besteht.

Nach einem wesentlichen Lehrsatz der Wärmelehre gilt: Die Summe aller an einem physikalischen Vorgang beteiligten Energien in einem geschlossenen System bleibt konstant. Das heißt für die hier vorliegende Betrachtung der Energieströme, daß die Gesamtenthalpie der in den Trockner gelangenden Massen gleich der Gesamtenthalpie der den Trockner verlassenden Massen sein muß. Mathematisch formuliert unter Aufnahme der elektrischen Energie heißt das: verfügbare Wärme aus dem Warmlufterzeuger + Enthalpie des Feuchtgutes + Enthalpie der Zuluft + Aufwand an elektrischer Energie = Enthalpie des Trockengutes + Enthalpie der Abluft + Wärmeverluste. Nach dieser Berechnungsformel von Maltry wurden Energiebilanzen für verschiedene Grünfüttertrocknungsanlagen aufgestellt. Es wurden Grünfüttertrocknungsanlagen von der Kaltbelüftung bis zum Trommeltrockner als Beispiele gewählt. Zum Teil wurden die Bilanzen durch ausschließliche Berechnung mit bekannten Faustzahlen durchgeführt, zum Teil beruhen sie ausschließlich auf eigenen Meßergebnissen.

Bild 2 zeigt die Energieströme bei einem mobilen Trommeltrockner, der unter Mithilfe von Herrn Zeisig, Herrn Richter, Herrn Kreitmeier und noch weiteren Kollegen und Mitarbeitern durchgemessen wurde.

Beschreibung von Bild 2:

Setzt man die Zeiteinheit der Energieströme aus Bild 2 gleich 1, dann gilt folgendes über die Energie:

Die Energie des Brennstoffes ( $Q_h$ ) nimmt beim Trommeltrockner den Hauptanteil der zugeführten Energie ein, es sind 96,2 %. Die Enthalpien von Feuchtgut ( $Tr_{ift}$ ) und Zuluft ( $L_{iz}$ ) sind sehr gering. Bei diesem Beispiel wurde die elektrische Energie  $Ne_1$  nicht in die Bilanz eingeschlossen. Um dennoch ihre Größenordnung zu umreißen, sie würde 2% von der gesamten zugeführten thermischen Energie betragen. 83% der Gesamtenergie (thermisch) verlassen den Trockner über die Abluft ( $L_{iA}$ ). Die Abluft kann man wiederum aufspalten in die zur Verdampfung nötige Energie + Enthalpie der

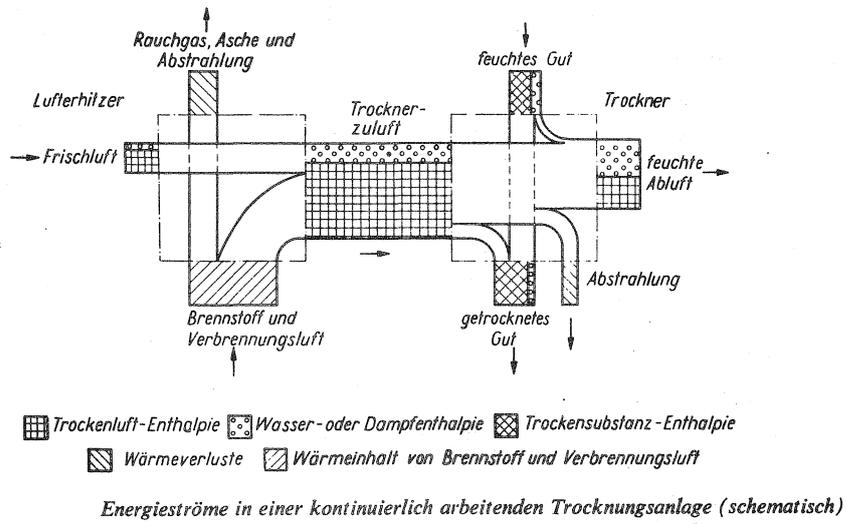


Abb. 1

**Energieströme beim mobilen Trommeltrockner I**

( $U_1 = 70\%$ ;  $U_2 = 12\%$ ;  $\bar{\theta}_{LA} = 121^\circ\text{C}$ ;  $\bar{\theta}_{LZ} = 20^\circ\text{C}$ )

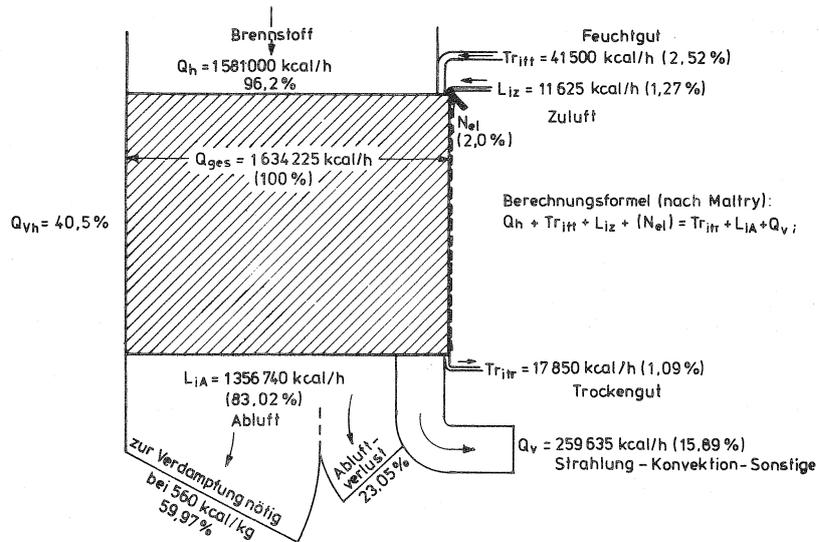


Abb. 2

Zuluft und in die Abluftverluste, die sich als Differenz des eben genannten Anteils zur Abluftenthalpie ergeben. Aus der Differenz Abluftenthalpie + Enthalpie des Trockengutes zur Gesamtenthalpie ergibt sich der Wärmeverlust durch Strahlung, Konvektion und Sonstiges ( $Q_v$ ). Setzt man die Abluftverluste in Beziehung zu der durch den Brennstoff freigesetzten Energie dann kann man die Brennstoffverluste ( $Q_{vh}$ ) errechnen, sie ergeben in diesem Fall 40,5 %. Der thermische Wirkungsgrad dieses Trommeltrockners liegt bei 60%.

Ein extrem gegensätzlicher Bedarf an thermischer und elektrischer Energie liegt bei der Kaltbelüftung vor. Bild 3 zeigt eine Energiebilanz bei der reinen Kaltbelüftung.

Bild 3 zeigt, daß in der Wärmebilanz die Enthalpie der Zuluft den Hauptanteil der zugeführten Wärme mit 98,8% ausmacht. Die Enthalpie des Feuchtgutes und der Antrieb für den Lüfter mit 0,5 und 0,7% nehmen einen sehr geringen Teil ein. Wird die zur Heubelüftung angesaugte Luft vorgewärmt, so verschiebt sich die Energiebilanz in einem vom Grad der Luftanwärmung abhängigem Maß.

Bild 4 zeigt die Energiebilanz für eine Belüftungstrocknung bei welcher die Temperatur der Trocknungsluft um 20° C erhöht wird ( $\Delta \vartheta = 20^\circ\text{C}$ ). Die zugeführte Wärme über die Enthalpie der Zuluft ( $L_{iz}$ ) nimmt auch hier den größten Teil ein, die Wärmemenge aus dem Brennstoff ( $Q_h$ ) beträgt nur 26,6% der gesamten zugeführten Enthalpie. Der Energieaufwand für den elektrischen Antrieb mit 0,4% ist sehr gering. Allerdings muß man hier bedenken, daß die elektrische Energie das ca. sechsfache der thermischen Energie kostet. Also liegt in ökonomischer Sicht die Bedeutung der elektrischen Energie höher als aus der reinen Energiebilanz hervorgeht.

Die Anwärmung der Luft kann durch Erhöhung der Heizleistung stufenlos weitergesteigert werden.

Bild 5 veranschaulicht die Energiebilanz an einem Warmlufttrund-trockner, der mit einer Temperaturerhöhung von 60° C arbeitet. Durch die höhere Anwärmung steigt gegenüber den letzten Darstellungen der Heizstoffanteil sehr wesentlich an. Die Gesamtverluste  $Q_{vh}$  des Heizstoffes mit 67,8% liegen hoch, der Wirkungsgrad der Anlage ist noch nicht befriedigend. Das liegt daran, daß die Gutsverteilung noch nicht gleichmäßig erfolgt und somit keine gleichmäßige Trocknung erreicht wird. Dadurch muß der Trocknungsofen länger laufen, um auch alle Feuchtenester durchzutrocknen. Die Abluftsättigung wird in diesem Moment sehr schlecht.

Auch beim Warmluftdurchlauftrockner (Bild 6) mit einer Temperaturerhöhung von 100° C liegt ein relativ ungünstiger Wirkungsgrad vor.

Energiebilanz bei der Kaltbelüftung

( $U_1 = 35\%$ ,  $U_2 = 18\%$ ,  $\omega = 0,1\text{ m/s}$ ,  $\vartheta_{LZ} = 25^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_{LZ} = 60\%$ )

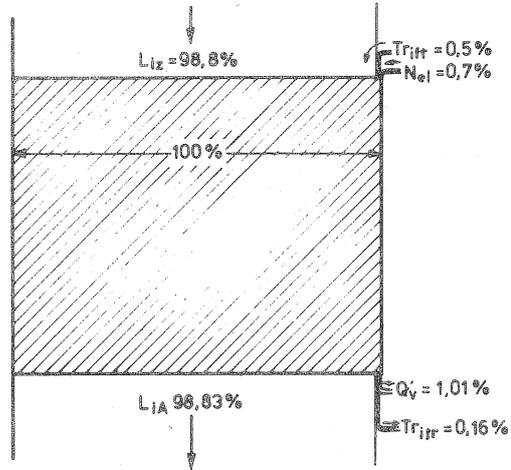


Abb. 3

Energiebilanz Belüftung mit Vorwärmung um 20°C

( $U_1 = 35\%$ ;  $U_2 = 18\%$ ;  $\omega = 0,1\text{ m/s}$ ,  $\vartheta_{LZ} = 25^\circ\text{C}$ ;  $\varphi_{LZ} = 60\%$ ;  $\Delta\vartheta = 20^\circ\text{C}$ )

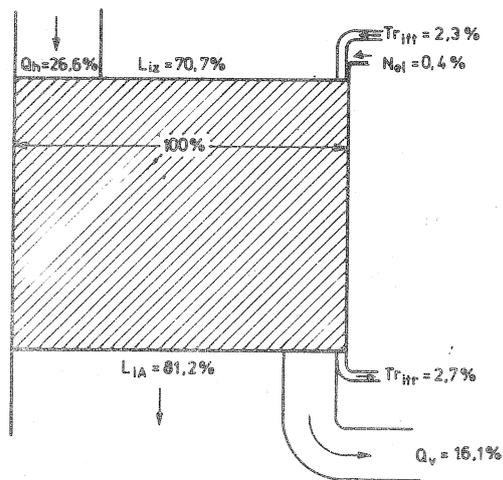


Abb. 4

**Energiebilanz Warmluft - Rundtrockner  $\vartheta = 85^\circ\text{C}$**

(  $U_1 = 73\%$  ;  $U_2 = 12,5\%$  ;  $\vartheta_{LW} = 85^\circ\text{C}$  ;  $\vartheta_{LZ} = 25^\circ\text{C}$  ;  $\Delta\vartheta = 60^\circ\text{C}$  )

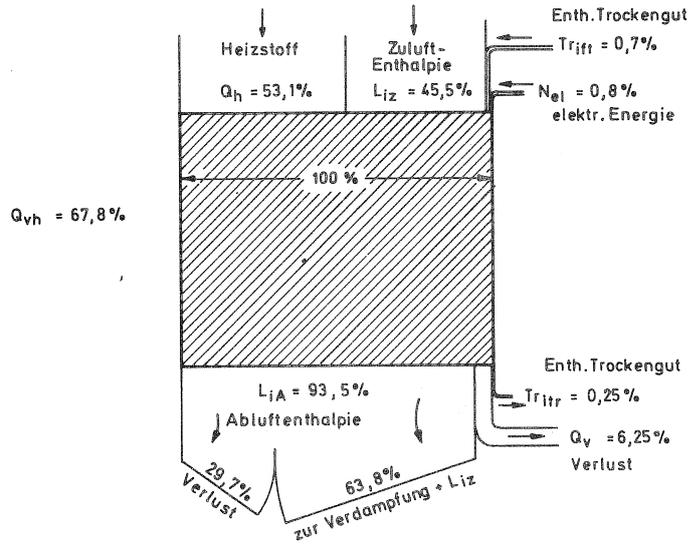


Abb. 5

**Energiebilanz Warmluft - Durchlauftrockner  $\vartheta = 125^\circ\text{C}$**

(  $U_1 = 80\%$  ;  $U_2 = 16\%$  ;  $\omega = 0,3\text{ m/s}$  ;  $\vartheta_{LZ} = 25^\circ\text{C}$  ;  $\gamma_{LZ} = 60\%$  ;  $\Delta\vartheta = 100^\circ\text{C}$  )

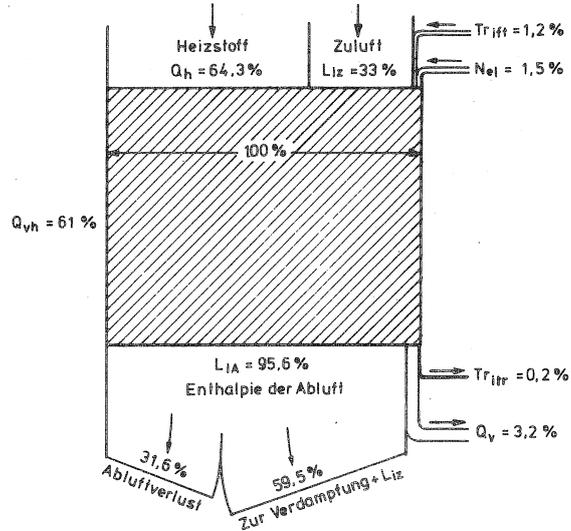


Abb. 6

Die über den Brennstoff erzeugte Energie beträgt 64,3% der Wärmezufuhr. Die Zuluftenthalpie liegt bei 33%. Der Anteil an elektrischer Energie für verschiedene Antriebe ist mit 1,5% relativ gering. Es würde zu weit führen, die Energiebilanz sämtlicher Trocknerarten in Hinblick auf die Energiemengen, die den Trockner durchlaufen, zu besprechen.

Bild 7 gibt abschließend einen Überblick über den Anteil der Energiemengen, die bei den verschiedenen Trocknungsverfahren in den Trockner gelangen. Bei der Kaltblüftung ist die Energie durch Wärmeerzeugung gleich Null. Bei der Heißlufttrocknung nimmt sie ca. 95% ein. Die Enthalpie der Zuluft verhält sich umgekehrt. Bei der Belüftungstrocknung erreicht sie fast 100%, bei der Heißlufttrocknung geht sie zurück auf ca. 1,5%. In allen Fällen ist der Anteil der zugeführten elektrischen Energie und der Feuchtgutenthalpie verschwindend gering.

Wie schon eingangs erwähnt, muß man die Energiebilanz nicht unbedingt auf die Energiemengen die den Trockner durchlaufen beziehen, für die meisten Betrachter dürfte die Aufschlüsselung des Energiebedarfs, bezogen auf den Trockengutdurchsatz oder auf 1 kg Wasserverdampfung aufschlußreicher sein.

#### 4. Energiebilanz nach Methode II bei verschiedenen Anlagen:

Bild 8 zeigt die Aufgliederung des spezifischen Wärmeaufwandes, bezogen auf den Heizstoffaufwand je kg Wasserverdampfung und den elektrischen Energiebedarf für die gesamten elektrischen Antriebe der Anlage.

Diese Aufgliederung erfolgt in der Reihenfolge der Höhe der Trocknungslufttemperaturen, unterteilt in Heißlufttrocknung, Warmlufttrocknung und Kaltbelüftung. Die Angaben der Literatur über die Verbrauchswerte an Energie bei verschiedenen Trocknungssystemen streuen sehr stark. Es bestehen Abhängigkeiten des spezifischen Wärmeaufwandes vom Anfangsfeuchtegehalt des Gutes sowie von der Trocknungslufttemperatur. Je feuchter das Gut, desto geringer ist der Energiebedarf zur Verdampfung von 1 kg Wasser, wobei man jedoch nicht übersehen darf, daß der Gesamtenergiebedarf je dz Trockengut mit zunehmendem Wassergehalt steigt. Je geringer die Trocknungslufttemperatur, desto höher wird der spezifische Wärmeaufwand. Diese Tatsache erstreckt sich auch über die einzelnen Trocknungssysteme hinweg. Der elektrische Leistungsbedarf sinkt ebenfalls durch die Steigerung der Trocknungslufttemperatur. Bei Heißlufttrocknern ist er relativ gering und erreicht die vielfachen Werte bei der Kaltlufttrocknung. Die große Streubreite der Literaturangaben über den Energiebedarf machten eigene Messungen erforderlich. Das Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gab hierzu eine finanzielle Unterstützung.

Anteil der Heizstoffenergie an der dem Trockner zugeführten Gesamtenergie bei versch. Trocknungssystemen

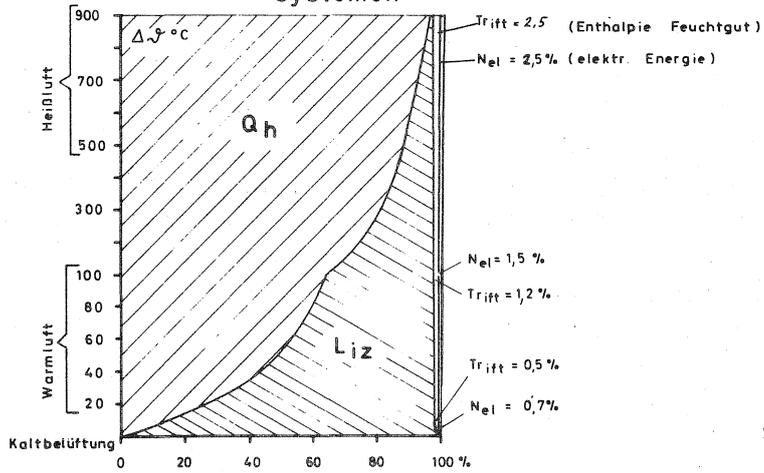


Abb. 7

Energiebedarf bei verschiedenen Grünfüttertrocknungsanlagen

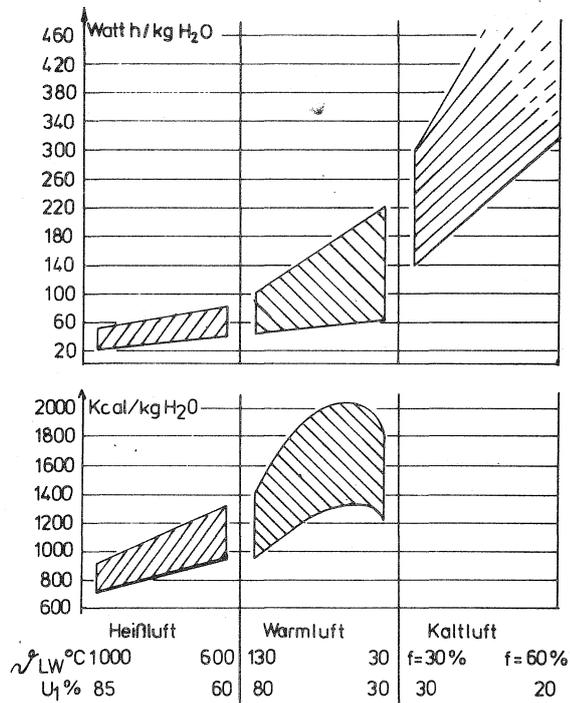


Abb. 8

Mit einem größeren Arbeitsteam konnten zahlreiche Probleme bearbeitet werden. Einen wesentlichen Beitrag zu den vorgetragenen Ergebnissen lieferten Herr Dr. Zeisig und die Herren Richter, Pirkelmann, Kreitmeier, Wagner und Reischl. Unsere Messungen bezogen sich in erster Linie auf einen stationären Rundtrockner sowie auf mobile und stationäre Heißlufttrommel-trocknungsanlagen. Die Messungen des spezifischen Wärmeaufwandes bei den einzelnen Anlagen gestaltete sich schwierig, weil zu viele Faktoren den endgültigen spezifischen Wärmeaufwand beeinflussen. Diese Einflußfaktoren wie Anfangsfeuchtegehalt, Endfeuchtegehalt, Luftzustand und Gutzustand lassen sich nur unter großen Schwierigkeiten einigermaßen konstant halten soweit sie überhaupt beeinflussbar sind. Anhand von zwei Darstellungen wird die Errechnung des spezifischen Wärmeaufwandes nach unserer Methode (mit Hilfe der Graphimetrie) erläutert. Gemessen werden: Anfangsfeuchtegehalt  $U_1$ , Endfeuchtegehalt  $U_2$ , Feuchtegutdurchsatz, Trockengutdurchsatz, Ölverbrauch und die Trocknungsbedingungen. In einem Diagramm wird der Verlauf des Feuchtegehaltes von Trockengut und Feuchtgut, der Ölverbrauch, der Trockengut- und Feuchtgutdurchsatz aufgetragen. Aus diesen Ergebnissen läßt sich die Wasserverdampfung für beliebig kurze Zeitintervalle errechnen. Trotz der notwendigen graphimetrischen Glättung der Meßergebnisse für Feuchtegehalt, Ölverbrauch und Trockengutdurchsatz ergeben sich noch erhebliche Schwankungen im spezifischen Wärmeaufwand über der Zeit.

Bild 9 zeigt ein Beispiel zur Erfassung des spezifischen Wärmeaufwandes bei verschiedenen Trocknungslufttemperaturen.

Bild 10 zeigt den Verlauf des spezifischen Wärmeaufwandes mit den ursprünglichen Meßgrößen über 7 Stunden Trocknungszeit.

Bei stationären Anlagen wurde ebenfalls versucht, den Einfluß der Anfangsfeuchtegehalte auf den spezifischen Wärmeaufwand zu untersuchen. Eine Meßreihe ist in Bild 11 dargestellt. Es ergibt sich eine klare Tendenz, daß der spezifische Wärmeaufwand bei sinkenden Anfangsfeuchtegehalten steigt. Andere Meßreihen ergaben ähnliche Ergebnisse. Im Durchschnitt aller Anlagen konnten wir feststellen, daß bei sehr feuchtem Gut der spez. Wärmeaufwand zwischen 800 und 850 liegt, bei einer Vorwelkung auf 60% Feuchtegehalt liegt er zwischen 900 und 1000 kcal/kg. Neben dem Brennstoffaufwand interessiert der Strombedarf bei verschiedenen Anlagen. Leider war es uns nicht möglich, alle Einzelverbraucher gleichzeitig zu messen. Wir mußten uns auf einzelne Elemente beschränken. Um jedoch den Anteil des Stromverbrauches der einzelnen Aggregate einer Anlage zu veranschaulichen, wurden die Nennleistungen der einzelnen Motoren auf den Gesamtverbrauch an Strom bezogen.

Fahrbare Trocknungsanlage I Grüngut

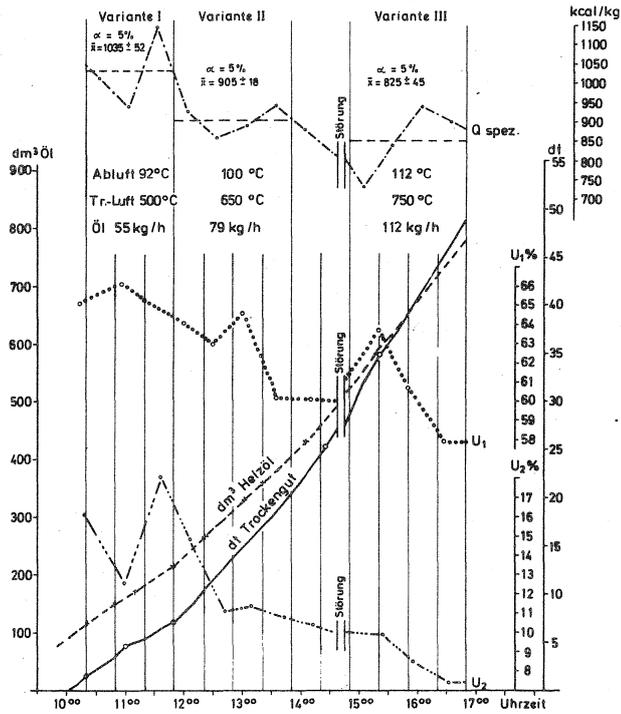


Abb. 9

Fahrbare Trocknungsanlage III Grüngut

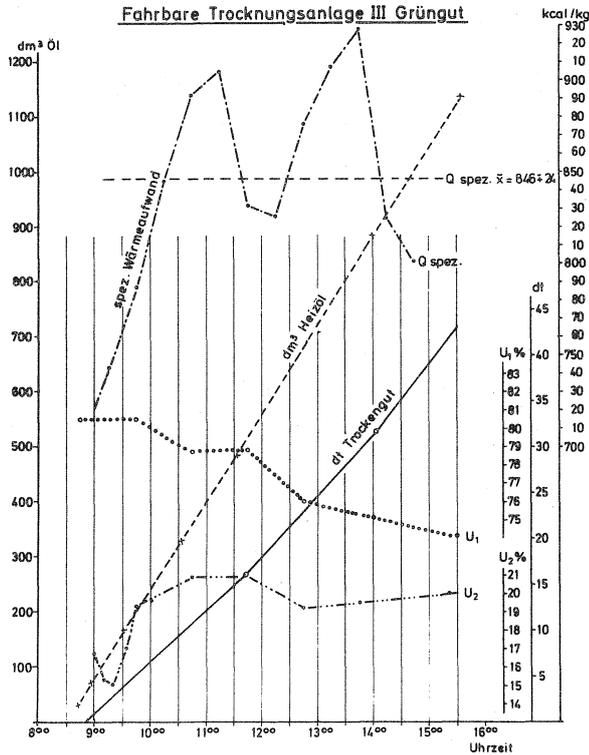


Abb. 10

In Bild 12 wurde die elektrische Nennleistung der Einzelmaschinen in % der Gesamtleistung dargestellt. Es zeigt sich, daß die Pressen und Mühlen den weitaus größten Anteil ausmachen. Aufgrund des großen Einflusses der Pressen auf den Gesamtenergiebedarf wurden Messungen an verschiedenen Pressenbauarten durchgeführt. Die Wirkstromaufnahme einer Kollergangpresse mit Scheibenmatritze bei verschiedenen Trockengutdurchsätzen ist in Bild 13 veranschaulicht. Mit zunehmendem Durchsatz steigt der Gesamtleistungsbedarf. Der Leerlaufleistungsbedarf liegt bereits bei 20 kW. Bei einem Durchsatz von 1 t/h werden 70 kW benötigt oder für 1 t Trockengut ist eine elektrische Energie von 70 kWh zum Pressenantrieb nötig. Bezieht man den elektrischen Energiebedarf auf die spezifische Durchsatzleistung, so ist bei vielen Pressen eine deutliche Senkung des Energiebedarfes bei zunehmendem Trockengutdurchsatz festzustellen. Als Berechnungsfaußtzahl des elektrischen Leistungsbedarfes für Kollergangpressen gilt 40 bis 70 kW/t/h. Der Leistungsbedarf von Kolbenpressen beträgt nur 30 bis 50% von dem der Kollergangpressen.

## 5. Zusammenfassung

Die Betrachtung der Energiebilanz im Blickpunkt der den Trockner durchziehenden Energieströme veranschaulicht den geringen Anteil der elektrischen Energie an der Gesamtbilanz. Bei geringer Luftanwärmung nimmt die Enthalpie der Zuluft den größten Anteil der dem Trockner zugeführten Energie ein. Bei der Heißlufttrocknung beträgt die aus dem Brennstoff freigesetzte Energie über 80% der dem Trockner zugeführten Wärmemenge. Wird die zur Trocknung aufgewendete Energie (Brennstoff und Strom) auf die verdampfte Wassermenge oder auf die Trockengutmenge bezogen, dann zeigt sich über die Trocknungssysteme hinweg bei vergleichbaren Feuchtegehalten eine deutliche Abnahme des Wärmeaufwandes mit steigender Trocknungslufttemperatur. Bei dem Verfahren Heißlufttrocknung entfällt ein wesentlicher Anteil des Aufwandes an elektrischer Energie auf die Trockengutpressen oder -mühlen. Die Kollergangpressen weisen einen spezifischen elektrischen Leistungsbedarf von 40 - 70 kW/t/h auf, die Kolbenpressen liegen bei 30 - 50% davon.

## 6. Ausblick

Abschließend kann festgestellt werden, daß gerade Heißlufttrockner einen hohen Bedarf an über Heizstoffe zugeführter thermischer Energie aufweisen. Daher hängt die Rentabilität der Heißlufttrockner sehr stark von den Heizölkosten ab, die sich aus Heizölpreis und notwendiger Heizölmenge ergeben. Da der Heizölpreis vom Betreiber der Trocknungsanlage kaum beeinflußt werden kann, muß er sich um Maßnahmen zur Senkung des Heizölbedarfes bemühen und das um so mehr, je höher die Heizstoffpreise liegen. Die wirkungsvollsten Maßnahmen zur Senkung des Brennstoffbedarfes sind:

Spez. Wärmearaufwand über dem Anfangsfeuchtegehalt

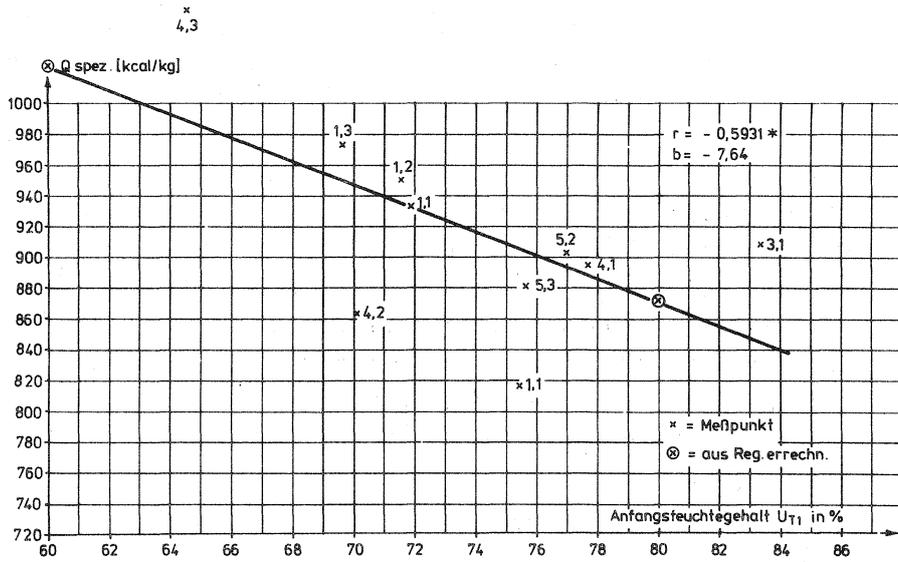


Abb. 11

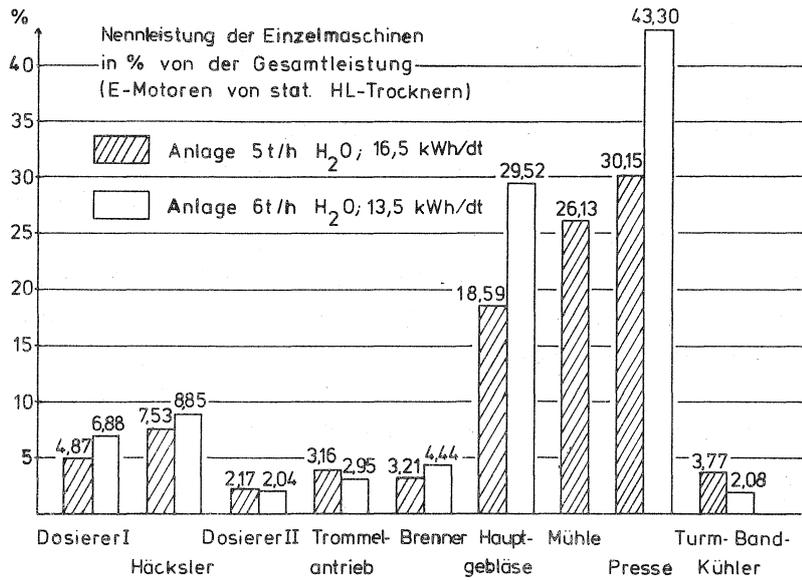


Abb. 12

1. das Vorwelken auf dem Feld,
2. die Verwendung nährstoff- und trockenmassereicher Futterpflanzen.

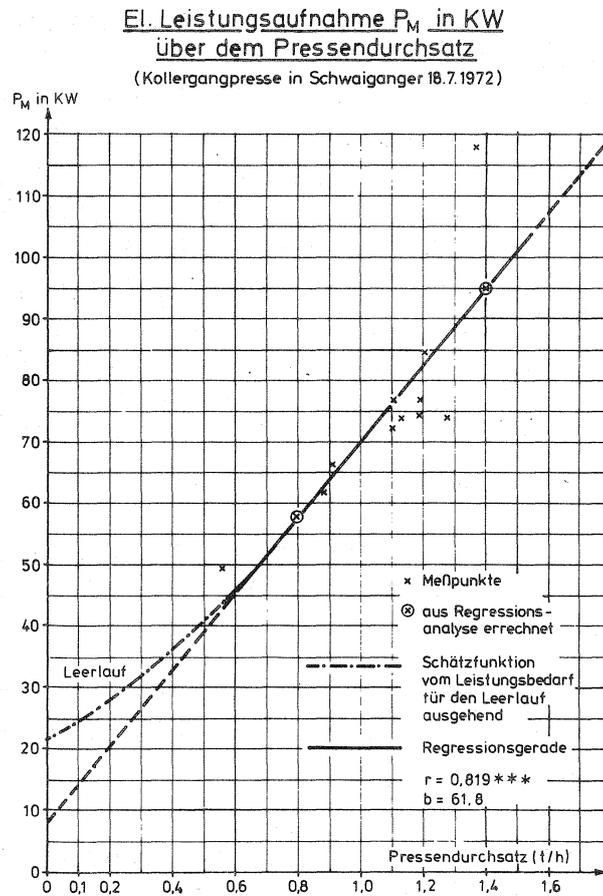


Abb. 13

## Leistungsbedarf von Maschinen für die Minimal-Bestelltechnik

von Dr. M. Estler und Ldw.Ass. E. Zeltner

Unter dem Aspekt intensiver Rationalisierungsbestrebungen auch im außenwirtschaftlichen Bereich der landwirtschaftlichen Betriebe gewinnt die Anwendung von Bodenbearbeitungs- und Bestellsystemen mit kombinierten Effekten in zunehmendem Maße an Bedeutung. Der Trend zur Steigerung der Schlepper-Motorleistungen, die Forderungen nach höherer Arbeitsproduktivität und einer rationellen Feldbestellung begünstigen ohne Zweifel diese Entwicklung. Als Folge davon ist, alternativ zu der traditionellen Feldbestellung mit speziellen Geräten für die einzeln und nacheinander ablaufenden Arbeitsgänge, das Angebot von Minimal-Bestellmaschinen (Kombinationen von Bodenbearbeitungsgeräten + Drillmaschine) wesentlich umfangreicher und vielseitiger geworden. Dabei wird konstruktiv die Verwendung von Bodenbearbeitungsgeräten angestrebt, die aufgrund ihrer spezifischen Wirkung ein ordnungsgemäßes Lockern und Krümeln des Bodens im oberen Krumbereich in einem einzigen Arbeitsgang gewährleisten.

Derzeit konzentriert sich das Interesse auf zwei Maschinenkategorien, die sich insbesondere hinsichtlich des erzielbaren Bearbeitungseffektes unterscheiden:

1. Geräte mit gezogenen Arbeitswerkzeugen (z.B. Feingrubber + Drillmaschine), die nur in geringem Umfang ein Variieren des Bearbeitungseffektes zulassen.
2. Minimalbestellmaschinen, die mit aktiv bewegten Arbeitswerkzeugen ausgerüstet sind (z.B. Zapfwelleneggen oder Fräse + Drillmaschine). Sie werden über den Zapfwellenantrieb des Schleppers in oszillierende oder rotierende (horizontal oder vertikal) Bewegung versetzt.

In Abhängigkeit von der konstruktionsbedingten Werkzeuganordnung und Werkzeugbewegung ergeben sich im praktischen Einsatz in vielerlei Hinsicht typische Auswirkungen. Aus einer Vielzahl von Kriterien soll lediglich der Leistungsbedarf bei unterschiedlichen Einsatzbedingungen angesprochen werden. Dabei ist vorauszuschicken, daß sich die durchgeführten Untersuchungen vor allem auf den Maschineneinsatz auf schwereren Böden konzentrieren, deren Bearbeitung mit konventionellen Bodenbearbeitungsgeräten z.Teil erhebliche Schwierigkeiten bereitet.

Für eine Interpretation und Beurteilung der Ergebnisse von den Leistungsbedarfsmessungen ist es erforderlich, die spezifische Wirkung der verschiedenen Bodenbearbeitungsgeräte im Boden, nämlich das Lockern und Krümeln in der angestrebten Intensität auf-

grund des Bewegungsablaufes ihrer Arbeitswerkzeuge im Boden zu betrachten. Die Bewegungsbahn der Werkzeuge wird sehr wesentlich von der Arbeitsgeschwindigkeit beeinflusst. Diese besitzt unter den heutigen Aspekten einer rationellen Bestelltechnik einen hohen Stellenwert. Denn eines der primären Ziele einer zeitgemäßen, d.h. eindeutig auf hohe Schlagkraft ausgerichteten Bodenbearbeitung und Feldbestellung ist es, hohe Flächenleistungen bei gleichzeitig ordnungsgemäßem Bearbeitungseffekt zu erzielen. Da einer Steigerung der Arbeitsbreite der Geräte teilweise enge Grenzen gesetzt sind, ist die angestrebte Erhöhung der Flächenleistung vorrangig über eine Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit zu erreichen.

Hinsichtlich des Bewegungsablaufes der Bearbeitungswerkzeuge im Boden weisen die untersuchten Bodenbearbeitungsgeräte grundlegende Unterschiede auf:

1. Ein geradliniger Bewegungsablauf besteht bei gezogenen Zinken-geräten (z.B. Feingrubber).
2. Die Zinken der Rüttelegge beschreiben im Boden eine Sinuskurve, deren Amplituden von der Vorfahrt abhängig sind (Abb. 1).
3. Horizontal-Zykloiden ergeben sich bei der Kreiselegge und konstruktiv ähnlich gestalteten Geräten (Abb. 2).
4. Vertikal-Zykloiden beschreiben die Arbeitswerkzeuge von Bodenfräse und Zinkenrotor im Boden (Abb. 3).

In Abhängigkeit von der Maschinenkonstruktion und der Werkzeugfunktion tritt beim Arbeitsvorgang entweder nur Zugleistungsbedarf, oder aber Zugleistungs- und Drehleistungsbedarf auf. Um beide Komponenten meßtechnisch gleichzeitig zu erfassen, wurde eine kombinierte Meßeinrichtung verwendet. Sie besteht aus einer Drehmomenten-Meßnabe zum Ermitteln der über die Zapfwelle abgegebenen Kraft sowie einer Zug-Meßschwinge zum Erfassen der Horizontal-Zugkräfte. Diese Meßeinrichtungen erlauben es, bei allen verwendeten Geräten beide Leistungskomponenten getrennt voneinander im gleichen Arbeitsvorgang zu ermitteln.

Die Ergebnisse der Untersuchungen an einigen typischen, in Minimal-Bestellmaschinen bevorzugt verwendeten Bodenbearbeitungsgeräten lassen sich folgendermaßen interpretieren:

Beim Feingrubber entsteht ausschließlich Zugleistungsbedarf. Für die gemessenen Arbeitstiefen von 6 cm bzw. 11 cm zeigt sich ein konstanter Anstieg der Zugkraftlinie in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit (Abb. 4). Der Anfangswert liegt bei der flachen Arbeitsweise (6 cm) im unteren Geschwindigkeitsbereich relativ niedrig. Bei hoher Vorfahrt ergeben sich jedoch annähernd gleiche

Maximalwerte wie bei einer Arbeitstiefe von 11 cm. Der maximale Zugleistungsbedarf ist jedoch auch bei hoher Arbeitsgeschwindigkeit relativ gering (für den hier untersuchten Feingrubber mit 2,5 m Arbeitsbreite ca 30 PS). Dieser geringe Leistungsbedarf sowie die Tatsache, daß Feingrubber auf leichteren Böden eine durchaus befriedigende Lockerung und Krümelung des Bodens bewirken können, erklärt unter anderem das Interesse, welches diese Minimalbestellmaschine derzeit auf geeigneten Standorten findet.

Die Arbeitswerkzeuge der Rüttelegge oszillieren mit einer konstanten Hubfrequenz, bei der untersuchten Maschine mit 9 Hübten/sec. Eine Steigerung der Hubfrequenz ist nicht vorgesehen. Die Meßergebnisse lassen erkennen, daß bei steigender Arbeitsgeschwindigkeit der Drehleistungsbedarf rückläufig ist, der Zugleistungsbedarf hingegen linear ansteigt (Abb. 5). Der Gesamtleistungsbedarf zeigt mit ca. 30 PS im Bereich einer Vorfahrt von 2,8 m/sec. einen noch relativ günstigen Wert.

Die Untersuchungen wurden mit einer einheitlichen Bearbeitungstiefe von 15 cm durchgeführt. Leistungsbedarfswerte für unterschiedliche Arbeitstiefen lassen sich bei Rütteleppen nicht angeben. Denn typisch für dieses zapfwellenbetriebene Bodenbearbeitungsgerät ist, daß vor dem ersten, dem Schlepper zugewandtem Zinkenträger ein gewisser Bodenstau bestehen muß, damit eine ausreichende Krümelung des Bodens gewährleistet wird. Ein Verändern der Arbeitstiefe ist also lediglich durch Verwenden unterschiedlich langer Zinken zu erreichen.

Die Leistungsbilanzen veranschaulichen, daß sich bei steigender Arbeitsgeschwindigkeit das Verhältnis zwischen Drehleistung und Zugleistung immer stärker in Richtung Zugleistungsbedarf verlagert. Während bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 1,6 m:sec. der Drehleistungsbedarf noch nahezu 32% beträgt (Verhältnis von Drehleistung zu Zugleistung ca. 1:2) verringert er sich bei einer Vorfahrt von 2,8 m/sec. auf 18,5% (Verhältnis Drehleistung zu Zugleistung ca. 1:4). Die Begründung hierfür ist, daß sich die Zinksbewegungsbahn von Rütteleppen bei steigender Arbeitsgeschwindigkeit derjenigen von rein gezogenen Werkzeugen stark annähert. Dabei verschlechtert sich der Bearbeitungseffekt erheblich und ist nur durch Erhöhen der Zahl hintereinander angeordneter Zinkenträger auszugleichen.

Was aus den Meßdiagrammen mit Mittelwerten mehrerer Messungen nicht hervorgeht, sind die enormen Drehmomentspitzen, die durch das ständige und wechselweise Beschleunigen und Abbremsen großer Schwungmassen (Zinkenträger) entstehen. Diese Belastungsspitzen können sich über die Gelenkwelle direkt auf die Antriebsselemente übertragen und sind deshalb besonders kritisch zu beurteilen. Neukonstruktionen von Rütteleppen werden deshalb mit Vorrichtungen zur Schwingungs-

dämpfung ausgestattet.

An der Kreiselegge wurden die Untersuchungen bei einer konstanten Zinkenumlaufgeschwindigkeit von 3,4 m/sec. durchgeführt, die auch bei steigender Arbeitsgeschwindigkeit nicht verändert wurde. Auch hier zeigen die Kurven für Zugleistungs- und Drehleistungsbedarf einen typischen Verlauf (Abb. 6). Der Zugleistungsbedarf steigt mit zunehmender Arbeitsgeschwindigkeit nahezu linear an. Dagegen ist bei der Drehleistungskurve ein je nach Arbeitstiefe unterschiedlich steiler Anstieg bis zu einem Maximalbereich festzustellen, nach dessen Überschreiten sinkt die Drehleistung stark ab. Der maximale Drehleistungsbedarf kennzeichnet den Bereich, in welchem ein Höchstmaß an Bearbeitungsintensität im Boden erzielt wird. Der rasche Abfall der Kurve erklärt sich aus der Zykloidenbahn der Werkzeuge im Boden. Diese Zykloiden strecken sich bei zunehmender Arbeitsgeschwindigkeit stark, bei extrem hohen Arbeitsgeschwindigkeiten ergibt sich eine in Fahrtrichtung nahezu geradlinig verlaufende, intermittierende Zinkenbewegung. Vom Blickpunkt der günstigen Bearbeitungsintensität wäre zu fordern, daß auch bei unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeiten stets das optimale Verhältnis von Werkzeugumlaufgeschwindigkeit zu Arbeitsgeschwindigkeit einzuhalten ist. Neuerdings werden deshalb Kreiseleggen mit mehrstufigen Untersetzungsgetrieben angeboten.

Die Veränderung des Verhältnisses von Drehleistung zu Zugleistung bei unterschiedlicher Arbeitstiefe veranschaulichen die Leistungsbilanzen. Bei 7 cm Arbeitstiefe liegt das Verhältnis im unteren Geschwindigkeitsbereich bei 80% Drehleistungs- und 20% Zugleistungsbedarf. Mit zunehmender Arbeitsgeschwindigkeit verschiebt sich das Verhältnis bis zu einem Wert von ca. 50:50% (bei 2,8 m/sec.). In der Relation ähnliche Ergebnisse zeigen sich bei einer Arbeitstiefe von 14 cm. Hier bewirkt die größere Menge bewegten Bodens einen generell höheren Anteil des Drehleistungsbedarfes gegenüber der Zugleistung.

Mit ausschlaggebend für die Zuordnung derartiger Bodenbearbeitungsgeräte zur Motorleistung des Ackerschleppers ist die Tatsache, daß bei Kreiseleggen infolge der höheren Bearbeitungsintensität ein generell höherer Gesamtleistungsbedarf als bei anderen Zapfwellen-Eggen entsteht.

Bei der Bodenfräse tritt ausschließlich Drehleistungsbedarf auf, der sich in Abhängigkeit von der Messerwellen-Drehzahl in typischen, gegeneinander gestaffelten Kurven bewegt (Abb. 7). Ebenso wie bei der Kreiselegge kennzeichnet auch hier der Scheitelpunkt der Kurve denjenigen Vorfahrtbereich, in welchem das Maximum an Bearbeitungsintensität erzielt wird.

Ausschlaggebend für den Bearbeitungseffekt ist u.a. das Bissenbild im Boden. Es ist für eine Arbeitstiefe von 9 cm und den bei der Ver-

suchsfräse einstellbaren Drehzahlbereichen ( $n = 177$  U/min; 231 U/min) dargestellt. Ein relativ gleichmäßiger Bearbeitungshorizont ergibt sich demnach in einem Bereich von 1,0 bis 1,31 m/sec. Im Sinne einer ordnungsgemäßen Bearbeitung noch zulässig ist das Bissenbild dann, wenn sich die Zykloidenbahnen, also die Messerwege, an der Bodenoberfläche oder dicht darunter kreuzen. Dies ist bei einer Arbeitsgeschwindigkeit zwischen 1,50 und 1,97 m/sec. der Fall. Ein weiteres Steigern der Arbeitsgeschwindigkeit über 2,0 m/sec. hinaus hat zur Folge, daß zwischen den Messerbahnen unbearbeitete Bereiche im Boden bestehen bleiben, die im praktischen Einsatz zwar meist von lockerem Boden überdeckt sind, den Forderungen nach einer gleichmäßigen, ganzflächigen Bearbeitung des Bodens jedoch nicht entsprechen können. Wenn daher aus bestimmten Gründen ein Erhöhen der Vorfahrt über einen Wert von 2 m/sec. erforderlich ist, muß auch die Drehzahl der Messerwelle entsprechend gesteigert werden. Der gleiche Effekt läßt sich erzielen, wenn 6 Messer je Messerkranz anstatt wie hier 4 Messer verwendet werden. Dies führt jedoch z.B. bei der Einarbeitung oberflächlicher organischer Substanzen zu erhöhter Verstopfungsgefahr und schlechterer Selbstreinigung.

Erst Untersuchungen lassen erkennen, daß sich für den Zinkenrotor ähnliche Verhältnisse ergeben wie für die Bodenfräse. Die Verwendung von Zinken anstelle von Schneidwerkzeugen scheint sich insbesondere auf zu Verschmierung neigenden Böden vorteilhaft auszuwirken.

Ein weiterer, bei der Verwendung neuartiger Bodenbearbeitungsgeräte in Minimal-Bestellmaschinen nicht immer voll berücksichtigter Faktor ist der Hubkraftbedarf. Insbesondere zapfwellenbetriebene Bodenbearbeitungsmaschinen haben ein relativ hohes Eigengewicht, welches im praktischen Einsatz durch anhaftende Erde und das Gewicht des Saatgutes bei gefülltem Saatgutbehälter noch gesteigert wird. Beim Ausheben der Geräte im Stand ergeben sich die in der Graphik aufgetragenen Belastungskurven (Abb. 8). Simulationsversuche zeigten jedoch, daß bei Vertikalschwingungen, wie sie z.B. beim Maschinentransport auf unebener Fahrbahn entstehen, diese Werte um bis zu 300% überschritten werden können. Hieraus ergibt sich eine beträchtliche Belastung für die Schlepperhydraulik sowie den mechanischen Teil des Schlepperkrafthebers (insbesondere Unterlenker). Die Tabelle der Hubkräfte, die derzeit von den Schlepperhydrauliken in verschiedenen Motorleistungsklassen aufgebracht werden, zeigt eine deutliche Diskrepanz zwischen dem Bedarf an Motorleistung für den Einsatz gezogener und zapfwellenbetriebener Minimal-Bestellmaschinen sowie der erforderlichen Hubkraft. Deshalb wäre ein Erhöhen der Hubkraft der Schlepperhydraulik sowie eine Verstärkung der Unterlenker sowohl für die Anlenkung von Minimalbestellmaschinen als auch für andere Geräte (z.B. mehrscharige Anbau-Volldrehpflüge)

zu fordern, da kleine und ungünstige Feldformen den Einsatz von Anhängen- und Aufsattelgeräten erschweren.

Welche Schlußfolgerungen lassen sich aus diesen Ergebnissen ziehen:

1. Minimalbestellmaschinen mit gezogenen Arbeitswerkzeugen, hier am Beispiel des Feingrubbers + Drillmaschine aufgezeigt, verursachen auch bei höheren Fahrgeschwindigkeiten einen relativ begrenzten Gesamtleistungsbedarf. Die benötigte Leistung muß jedoch vom Schlepper-Laufwerk auf den Boden übertragen werden. Eine Notwendigkeit, die vor allem dann kritisch zu beurteilen ist, wenn der Maschineneinsatz unter weniger günstigen Bodenoberflächenverhältnissen durchgeführt werden muß.
2. Für Minimalbestellmaschinen mit aktiv bewegten Bodenbearbeitungswerkzeugen ergeben sich je nach Werkzeuganordnung und -bewegung unterschiedliche Verhältnisse. Als eine der Hauptforderungen ist anzusehen, daß die Geräte in einem Arbeitsgang den Boden so günstig lockern und krümeln, wie es der jeweilige Standort bzw. die Fruchtart erfordert. Die Tatsache, daß bei konstanter Werkzeuggeschwindigkeit (unabhängig davon, ob eine oszillierende oder rotierende Bewegung vorliegt) mit zunehmender Arbeitsgeschwindigkeit der Bereich des optimalen Bearbeitungseffektes verlassen wird, zwingt deshalb dazu, die Vorfahrt an diesen optimalen Bereich anzupassen. Die andere Alternative besteht darin, technisch-konstruktiv durch Verwendung von Untersetzungsgetrieben bzw. Wechselzahnradern ein Anpassen der Werkzeuggeschwindigkeit an die steigende Vorfahrt vorzusehen. Einige moderne Minimal-Bestellmaschinen besitzen bereits serienmäßig derartige Vorrichtungen.
3. Die derzeit bei Ackerschleppern, welche für den Einsatz mit Minimalbestellmaschinen bevorzugt werden, installierten Hubkräfte des Hydrauliksystems liegen vielfach an der Grenze oder unter dem Schwellenwert einer im normalen Einsatz vorhandenen Beanspruchung. Die Folge davon ist, daß vielfach Schlepper einer höheren Leistungsklasse mit entsprechend höherer Hydraulik-Hubkraft benutzt werden müssen, obwohl dies im Hinblick auf den Leistungsbedarf bei der eigentlichen Bodenbearbeitung nicht erforderlich wäre. Hier ergeben sich infolge der zunehmenden Verwendung von Minimalbestellmaschinen zwingende Konsequenzen für den Konstrukteur, diese Belastungswerte entsprechend zu berücksichtigen.

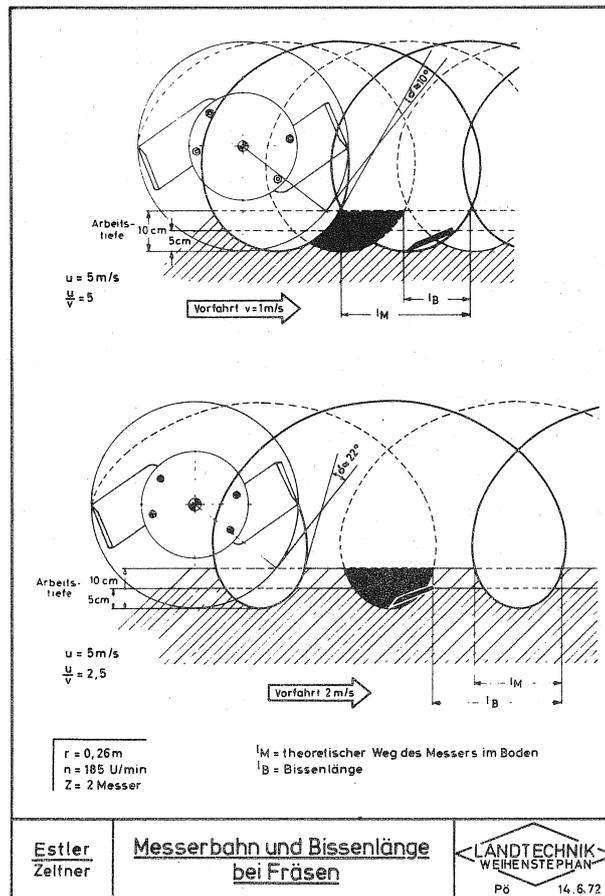
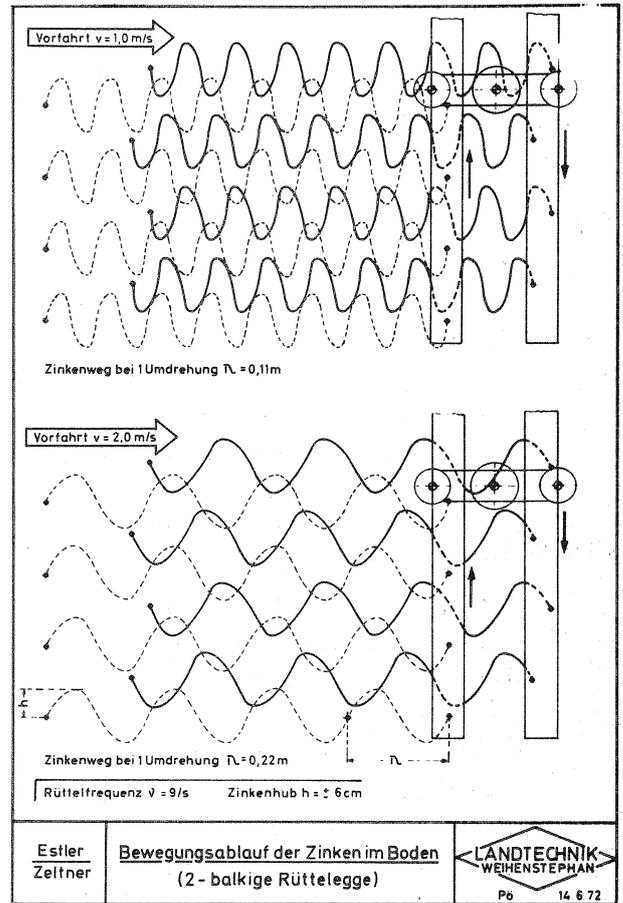
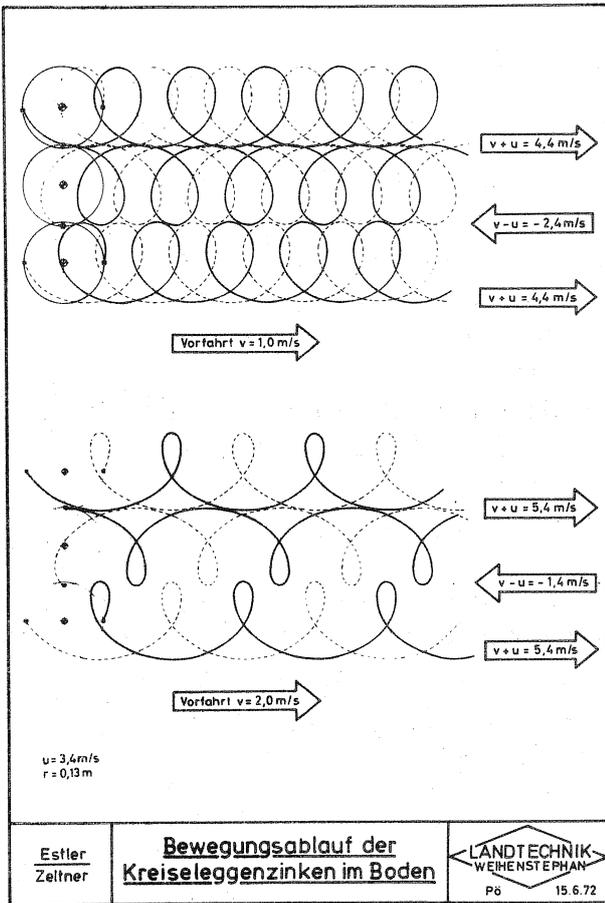


Bild 1, 2 und 3: Bewegungsablauf von Kreiseleggen- und Rüttelleggenzinken sowie Fräsmessern im Boden

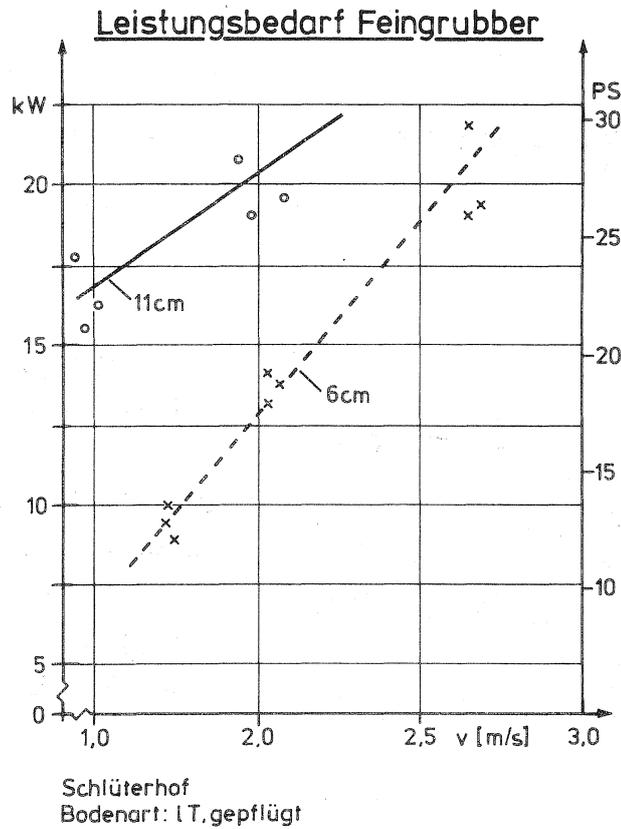


Bild 4: Leistungsbedarf eines Feingrubbers (2,5 m Arbeitsbreite) bei unterschiedlicher Arbeitstiefe und Fahrgeschwindigkeit

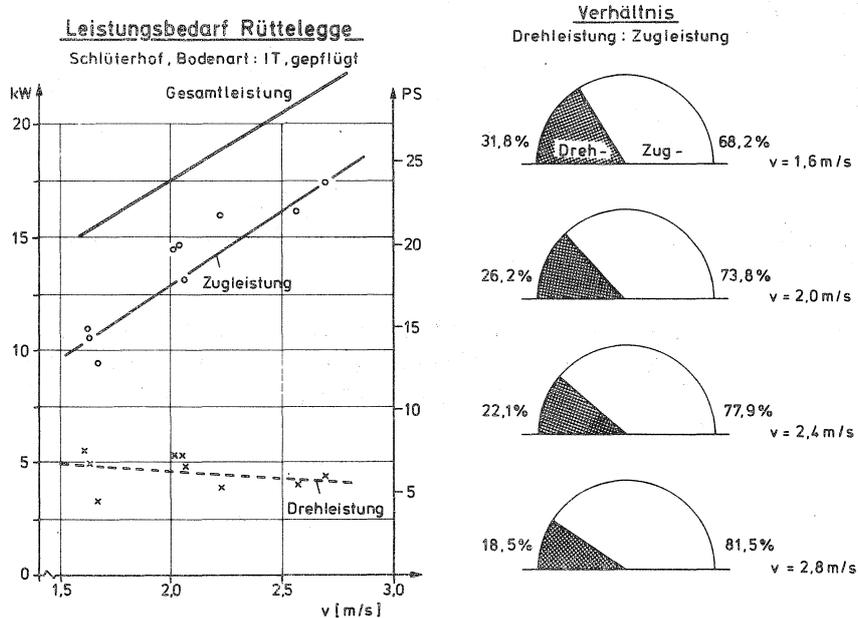
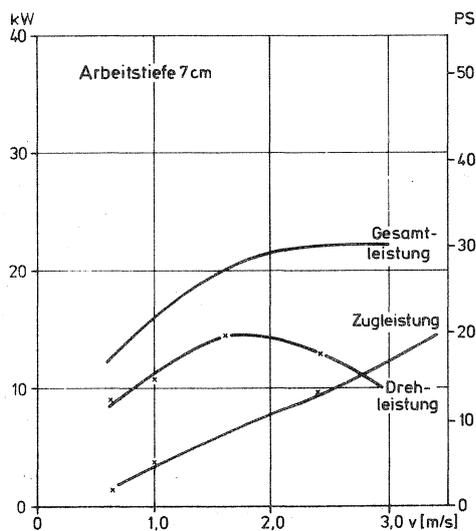
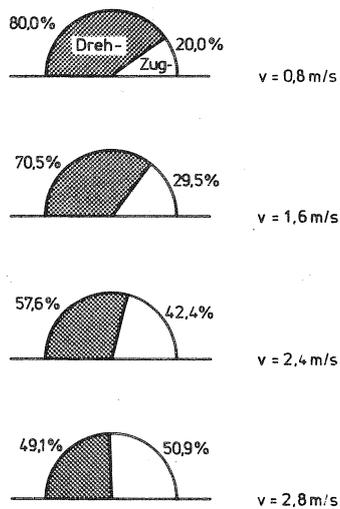


Bild 5: Leistungsbedarf und Leistungsbilanzen für Dreh- und Zugleistung bei der Rüttelegge (2,5 m Arbeitsbreite)

**Leistungsbedarf Kreiselegge**  
Grünbach, Bodenart L, gepflügt, AB 3,0m

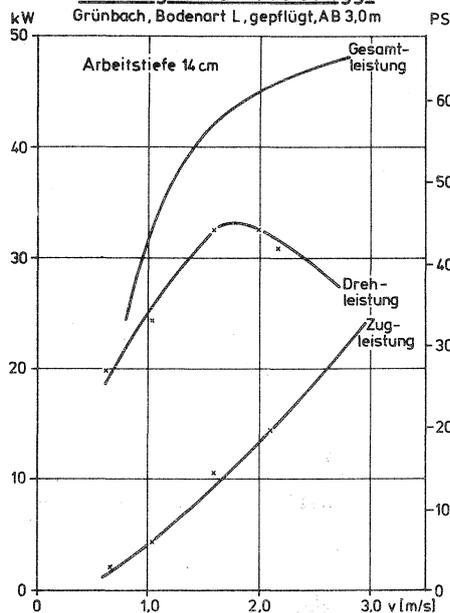


**Leistungsbilanzen**  
für Dreh- und Zugleistung



**Leistungsbedarf Kreiselegge**

Grünbach, Bodenart L, gepflügt, AB 3,0m



**Leistungsbilanzen**  
für Dreh- und Zugleistung

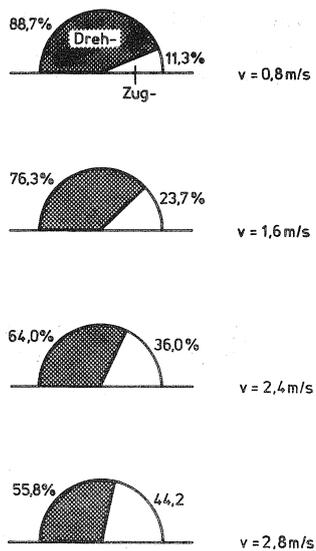
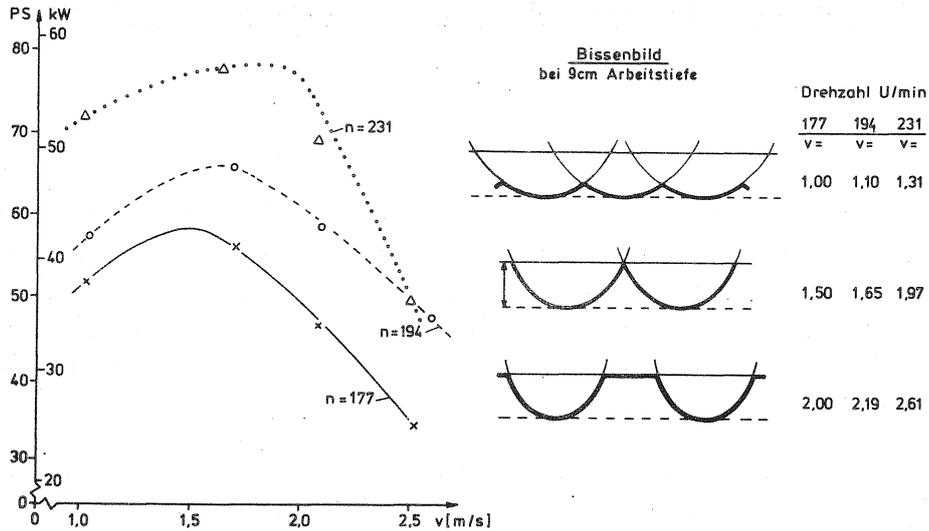


Bild 6 und 7: Leistungsbedarf und Leistungsbilanzen für Dreh- und Zugleistung bei der Kreiselegge (3,0 m Arbeitsbreite), Arbeitstiefe 7 cm und 14 cm

**Leistungsbedarf einer Bodenfräse**

( r = 26 cm ; h = 9 cm ; Z = 2 )

Bodenart tL

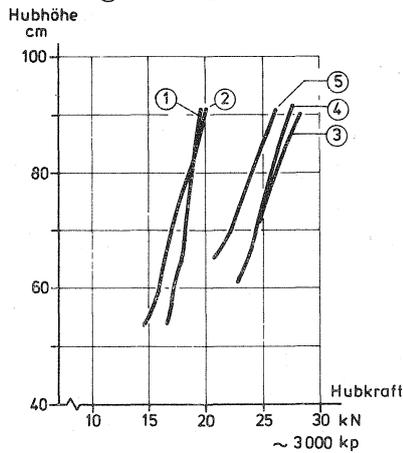


**Bild 8: Leistungsbedarf und Bissenbild der Bodenfräse bei unterschiedlicher Fräswellendrehzahl und Arbeitsgeschwindigkeit**

**Hubkraft von Minimal - Bestellmaschinen**

Gesamtgewicht einschl. gefülltem Saatgutbehälter

- ① Feingrubber + Drillmaschine 875 kp
  - ② Rüttelege + " 1010 kp
  - ③ Kreiselege (3m) + ~ 1490 kp
  - ④ Frässaatmaschine I 1600 kp
  - ⑤ Frässaatmaschine II 1300 kp
- } einschl. 100kg Erde



**Hubkraft der Schlepperhydraulik (Werksangaben)**

Motorleistung	Hubkraft kp
40 - 55 PS	1560 - 2330
56 - 64 PS	1700 - 2300
65 - 79 PS	2000 - 3200
80 - 89 PS	2500 - 3400 (4500)
90 - 99 PS	2500 - 3500 (4500)
100 - 105 PS	2800 - 4500 (5000)
110 - 130 PS	3000 - 4500 (5600)

**Bild 9: Erforderliche Hubkräfte bei Anbau-Minimalbestellmaschinen sowie derzeit vorhandene Hubkraft der Schlepperhydraulik in verschiedenen PS-Klassen**

## Untersuchungsergebnisse über die Mechanisierung im Einlegegurken- Anbau

von Dipl.Ing.agr. H.-J. Labowsky

Verbesserungen von Produktionsverfahren im Feldgemüseanbau sind nicht nur aus Gründen der Kostensenkung über eine Senkung des Arbeitskraftaufwandes zu erreichen, vielmehr begrenzen in den Hauptanbaugebieten die nicht mehr verfügbaren Saison-Arbeitskräfte für die handarbeitsaufwendigen Arbeiten bei Anbau und Ernte die Anbaufläche.

So beträgt z.B. der Arbeitsaufwand bei der konventionellen Hand-ernte von Einlegegurken ca. 70 % des Gesamtarbeitsbedarfes. Sicherlich ist dies ein wesentlicher Grund, daß die Anbaufläche dieser Kultur in der Bundesrepublik Deutschland stark eingeschränkt wurde, obwohl durch neue Sorten und verbesserte Folienanbautechnik die Ertragshöhe und -sicherheit erheblich gesteigert wurde, und obgleich Teilmechanisierungen wie Pflückwagen bereits wesentliche Verbesserungen bringen. Daher wird in Zukunft nur durch eine Vollmechanisierung eine kostengünstige, der Landwirtschaft vergleichbare Produktion erreicht.

In unserem Institut laufen seit 2 Ernteperioden Versuche zur Mechanisierung des Einlegegurkenanbaues. Sie sollen klären, ob die in den USA verbreitete Erntetechnik auch auf unsere Verhältnisse übertragbar ist und eine wirtschaftliche Lösung o.g. Probleme bringt.

Die Anschaffung eines amerikanischen Erntegerätes wurde dankenswerterweise vom Bayer. Landwirtschaftsministerium ermöglicht.

Da eine erfolgreiche Mechanisierung stets vertikal (d.h. vom Anbau über Pflege, Ernte und Transport) erfolgen muß, waren auch Versuche zur Anbautechnik unerläßlich. Allen folgenden Ergebnissen zur Anbautechnik liegen einjährige Versuche, zur Erntetechnik zweijährige Versuche unter Berücksichtigung einschlägiger ausländischer Untersuchungen zugrunde.

Der erste Teil meines Vortrages behandelt die Anbautechnik. Die Aussaat von Einlegegurken zur Hand-ernte im Folienanbau vollzog sich bisher ausschließlich von Hand; erst bei einer Umstellung zur mechanischen Ernte erfolgt auch maschinelle Aussaat. Die Problematik zur Aussaattechnik ergibt sich aus der folgenden Darstellung (Abb. 1).

Im Vergleich zu landwirtschaftlichem Saatgut handelt es sich im Gartenbau bekanntlich um Feinsämereien mit geringerem 1000-Korn-Gewicht. Eine exakte Ausbringung dieses Saatgutes (d.h. Dichtsaat) bereitet darum Schwierigkeiten, ist aber Voraussetzung für

1. gleichmäßigen Aufgang der Pflanzen

**Tausendkorngewichte und Aussaatmengen**

a) Landwirtschaftliches Saatgut

	ϕ TKG [g]	ϕ Aussaatmenge [kg/ha]
Winterweizen	45	170
Sommerweizen	38	195
Hafer	37	135
Roggen	40	120
Gerste	46	150
Mais	275	25
Zuckerrübe	15	10
Raps	5	10
Ackerbohne	750	200

b) Gärtnerisches Saatgut

	ϕ TKG [g]	ϕ Aussaatmenge [kg/ha]
Einlegegurke	22,0	5,0
Kopfkohl	3,0	0,5
Möhre	1,0	2,0
Porree	3,0	4,0
Kopfsalat	1,0	0,8
Sellerie	0,5	0,05
Spinat	10,0	30,0
Zwiebel	3,0	8,0
Erbse	150,0	150,0

Abb. 1: Vergleich von TKG und Aussaatmenge bei landwirtschaftlichem und gärtnerischem Saatgut.

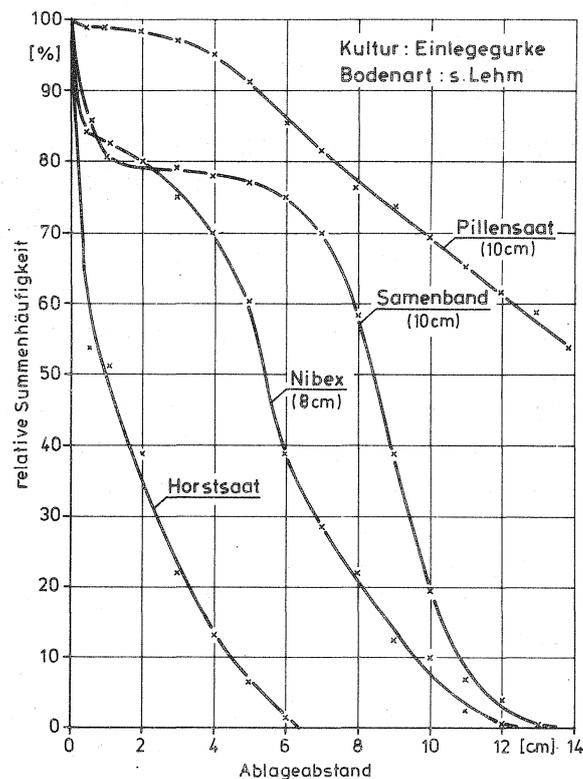


Abb. 2: Auflauffergebnisse bei verschiedenen Aussaatverfahren.

2. gleichmäßige Standraumbemessung der Einzelpflanze und
3. eines einheitlichen Reifens des gesamten Bestandes zur Einmal-  
ernte.

In Weihenstephaner Versuchen 1973 wurde in vereinzlungsloser Dicht-  
saat der Pflanzenbestand von 230 bis 290 000 Pflanzen je ha variiert.

Folgende Sätechniken wurden dabei unter Verwendung unterschiedli-  
cher Saatgutformen angewendet:

- Aussaat mit einer Schöpfbechermaschine (Normalsaatgut)
- Aussaat mit einer Lochbandmaschine (Normalsaatgut)
- Ausbringung eines Samenbandes
- Anwendung von Pillensaat (Zellenradgerät)

Die Ablagetiefe betrug etwa 2 bis 3 cm. Die folgende Abbildung  
(Abb. 2) veranschaulicht das Ergebnis zumindest in der Tendenz.  
Die Darstellung zeigt die relativen Summenhäufigkeitskurven der  
verschiedenen Aussaatverfahren, der Aufgang der Pflanzen wurde im  
Zweiblattstadium etwa 14 Tage nach der Aussaat gemessen, die in  
diesem Zeitraum gefallene Niederschlagsmenge betrug 80 mm.

Die Pillensaat bringt zwar kaum Doppelbelegungen (d.h. zunächst  
flacher Kurvenverlauf), jedoch weist sie aufgrund des weiteren  
flachen Kurvenverlaufes zu viele Fehlstellen auf, deren Ursache in  
der schlechten Keimfähigkeit, bedingt wohl durch die Hüllmasse und  
durch Bodenverkrustungen, zu suchen ist.

Bei Aussaat mit einer Schöpfbechermaschine traten viele Doppelbe-  
legungen auf, dokumentiert durch den raschen Abfall der Kurve. Das  
Lochbandgerät wurde für das Ausbringen von Horstsaat verwendet, wo-  
bei jeweils 3 bis 5 Samen pro Horst abgelegt wurden, deshalb der  
steile Kurvenverlauf. Das günstigste Ergebnis lieferte das Samen-  
band mit relativ wenigen Doppelbelegungen und Fehlstellen (steiler  
Kurvenverlauf am gewünschten Ablageabstand). Für eine Beurteilung  
sind noch die Kosten der verschiedenen Verfahren von Bedeutung.  
Sie betragen bei Ausbringung von Normalsaatgut ca. 80 bis 240 DM/ha,  
bei Pillensaat annähernd das doppelte. Für das Samenband lassen  
sich keine Zahlen angeben, da dieses Verfahren in der Bundesrepu-  
blik noch nicht über das Versuchsstadium hinaus ist. Großflächige  
Aussaaten müssen also weiterhin mit Schöpfbecher- und Lochbandge-  
räten durchgeführt werden.

Für den in Niederbayern üblichen Folienanbau zur Sicherung und Er-  
höhung des Ertrages ist zur Zeit noch kein Gerät zur Aussaat durch  
die Folie vorhanden. Dies wird ein Schwerpunkt unserer Forschung  
in den nächsten Jahren sein. Nach Behandlung der Anbautechnik möch-  
te ich nun zum zweiten Teil zur Erntetechnik übergehen.

In den amerikanischen Hauptanbaugebieten wurden 1971 bereits über 85 % der Einlegegurken vollmechanisch geerntet, d.h. Einmalernte. Mechanische Verfahren zur Mehrmalernte werden in den USA in regelmäßigen Abständen wieder ausgegraben und untersucht, obwohl die Nachteile bereits mehrmals nachgewiesen worden sind:

- Ertrag wird nur unwesentlich gesteigert (Flächenertrag sinkt infolge des maschinenbedingten großen Reihenabstandes)
- mechanische Beschädigung der vegetativen Pflanzenteile
- geringe Flächenleistung der Maschine (da mehrmalige Ernte)
- gewünschte Sortierungen werden bei einigen Sorten nicht ausreichend geerntet.

Die in Niederbayern derzeit verbreitete Form der Teilmechanisierung größerer Anbauflächen durch Pflückwagen bringt eine Steigerung der Ernteleistung und des Ertrages und verbessert die Qualität des Erntegutes, da die Pflücker nicht mehr durch den Bestand gehen müssen. Dieses Ernteverfahren ist bei den augenblicklich verfügbaren Saison-Arbeitskräften und Betriebsergebnissen eine sehr gute Lösung (Deckungsbeitrag) - jegliche Teilmechanisierung ist in der Übergangszeit die optimale Lösung -, doch ist es bei weiterer Abnahme der Saisonarbeitskräfte, wie es die Tendenz zeigt, nur als Übergangslösung zu betrachten. Daher die Forderung nach mechanischer Einmalernte, wenn die Anbaufläche nicht weiter abnehmen soll.

Den schematischen Aufbau und das Funktionsprinzip einer Vollerntemaschine für Einlegegurken zeigt die nächste Abbildung (Abb. 3).

Eine Sonderform des Fingerbalkens (oder starres Messer) trennt die Pflanze (bzw. Ranke) ca. 2 bis 3 cm unter der Erde von der Wurzel. Ein Aufnehmer, hier eine Pick-up-Trommel, nimmt das Erntegut auf und fördert es zu einem horizontalen Pflückwalzenpaar (78 und 120 mm  $\emptyset$ , Umfangsgeschwindigkeit 0,8 und 1,3 m/sec) und einer nachgeschalteten Auswurfwalze (140 mm  $\emptyset$ , Umfangsgeschwindigkeit 1,3 m/sec). Die abgetrennten Gurken werden einer Nachreinigung zugeführt und anschließend in ein Transportfahrzeug entladen. Die Aufnahmebreite des amerikanischen Systems beträgt nach den dortigen Anbauverhältnissen 2,1 m.

Bei einer Erntegeschwindigkeit von ca. 1,5 km/h wird eine Flächenleistung von 0,3 ha/h erreicht. Dies entspricht bei einem Ertrag von 150 dz/ha einer technischen Leistung von 4 t/h.

Technische Leistungswerte ohne Angabe der Erntemenge in der Sortierung sind jedoch unvollständig. Bei den Einlegegurken ist die Bezahlung der einzelnen Sortierungen stark degressiv, d.h. die längenmäßig großen Sortierungen werden wesentlich schlechter be-

HART CARTER Pickle Harvester

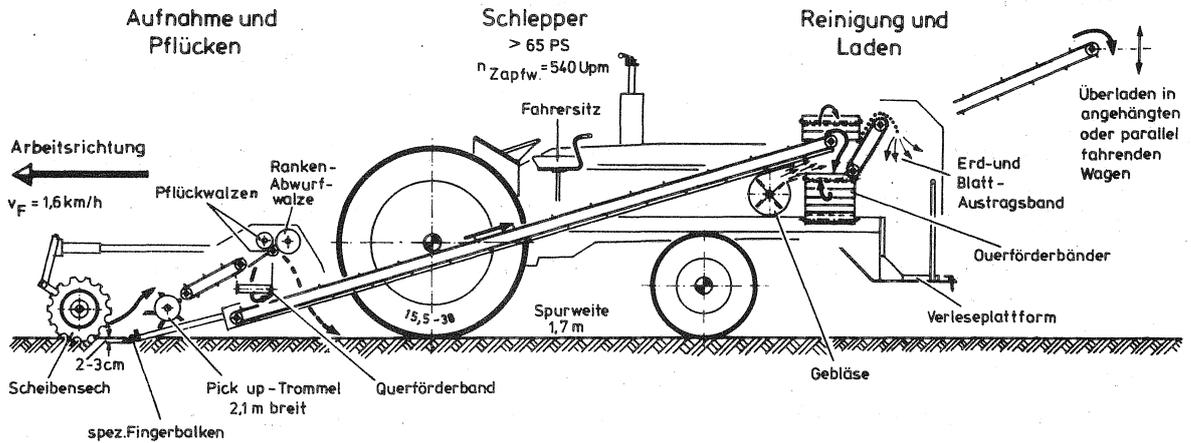


Abb. 3: Schematische Darstellung eines Einlegegurken-Vollernters.

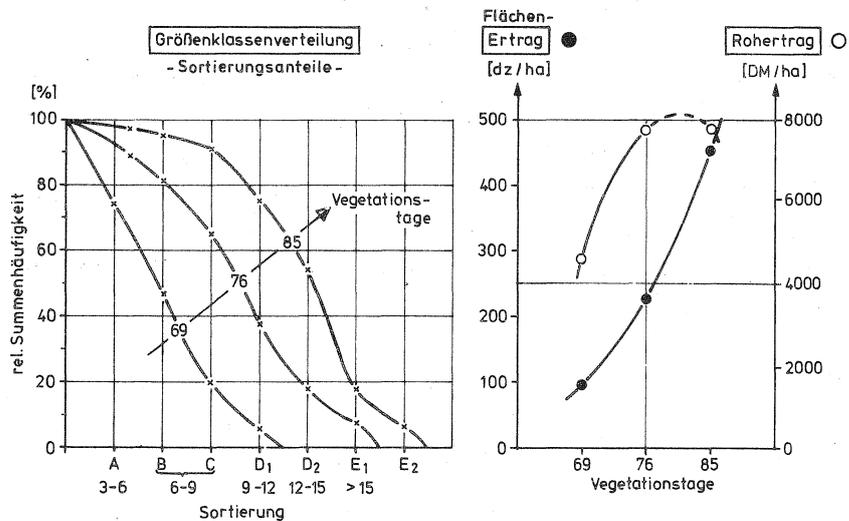


Abb. 4: Einfluß des Erntezeitpunktes (Vegetationszeit) auf die Sortierungsanteile, den Flächen- und Rohertrag.

zählt als die kleinen. Wenn dies so ist, kommt der Bestimmung des Erntezeitpunktes eine Schlüsselstellung zu, denn wir fordern zur Zeit der Ernte einen hohen prozentualen Gewichtsanteil in der gewünschten Sortierung (3 bis 12 cm Länge). Der optimale Erntezeitpunkt ist stark sortenabhängig, in den USA wird überwiegend zu dem Zeitpunkt geerntet, an dem auf 10 m<sup>2</sup> 2 übergroße Früchte (über 15 cm Länge) gefunden werden.

Abb. 4 zeigt die Abhängigkeit des Ertrages der einzelnen Größenklassen (Sortierungsanteile), des Flächen- und des Rohertrages vom Erntezeitpunkt. Um einen hohen Sortierungsanteil von 3 bis 12 cm zu erzielen, ist ein relativ steiler Kurvenverlauf erwünscht. In Abhängigkeit vom Erntezeitpunkt ist ein Maximum des Rohertrages zu erwarten, genau an diesem Punkt muß die Einmalernte durchgeführt werden. Das bedeutet, die Bestimmung des Erntezeitpunktes muß nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten (höchster Rohertrag) durchgeführt werden.

Bei einer Maschinenernte zum optimalen Zeitpunkt lassen sich folgende Ergebnisse (Abb. 5) erzielen:

Die großdimensionierten Pflückwalzen der Erntemaschine ermöglichen zwar ein störungsfreies Ernten, d.h. Pflücken auch eines ranken- und blattreichen Pflanzenbestandes mit starkem Unkrautbesatz, jedoch werden die wirtschaftlich interessanten "kleinen Sortierungen" infolge des großen Walzendurchmessers und der geringen Umfangsgeschwindigkeit nur im geringen Maße gepflückt (Abb. 6). Da die Pflückgüte aber auch von der Öffnung der Pflückwalzen durch die Ranken entscheidend beeinflusst wird (kleine Gurkendurchmesser fallen in die Spaltenbreite des geöffneten Walzenpaares und werden dann nicht mehr gepflückt), kann eine Verbesserung neben geeignetem Walzendurchmesser und optimaler Umfangsgeschwindigkeit auch durch kurzrankige Sorten erzielt werden (bisheriges Gewichtsverhältnis Frucht-Ranke 1:2), ein Problem, das von den Pflanzenzüchtern zu lösen ist. Nach den Ergebnissen über Menge und Sortierung kommen wir nun zum dritten Punkt der Beurteilung - zur Qualität.

möchte

Eine Beurteilung wird hier nach Beschädigung und Schmutzanteilen vornehmen. Der Anteil der Beschädigungen ist sortenspezifisch, wobei die hartschaligen und stacheligen amerikanischen Sorten besser geeignet zu sein scheinen. Stärkere Beschädigungen (Bruch, Stücke) treten hauptsächlich bei kleineren Sortierungen auf und betragen 4 % in der 6 bis 9 cm-Sortierung und 3 % in der 9 bis 12 cm Sortierung. Leichte Beschädigungen (Abrieb, Druckstellen) sind zwar vermehrt festzustellen, spielen bei rascher Verarbeitung aber eine geringere Rolle. Eine Zwischenlagerung sollte jedoch weniger als 48 Stunden betragen, da der Gasstoffwechsel bereits nach 16 Stunden eine ungünstige Tendenz aufweist und der Schwundanteil zunimmt.

Der aufgenommene Schmutzanteil - als weiteres Kriterium der Qualitätsbeurteilung - liegt je nach Witterungs- und Bodenverhältnissen

Ergebnisse bei Ernte zum optimalen Zeitpunkt	
Ertrag:	150 - 180 dz/ha
Rohertrag:	4000 - 5000 DM/ha
Sortierung	Gewichtsanteil(%)
3/6	2
6/9	20
9/12	33
12/15	30
>15	15

Abb. 5: Ergebnisse bei mechanischer Ernte zum optimalen Zeitpunkt.

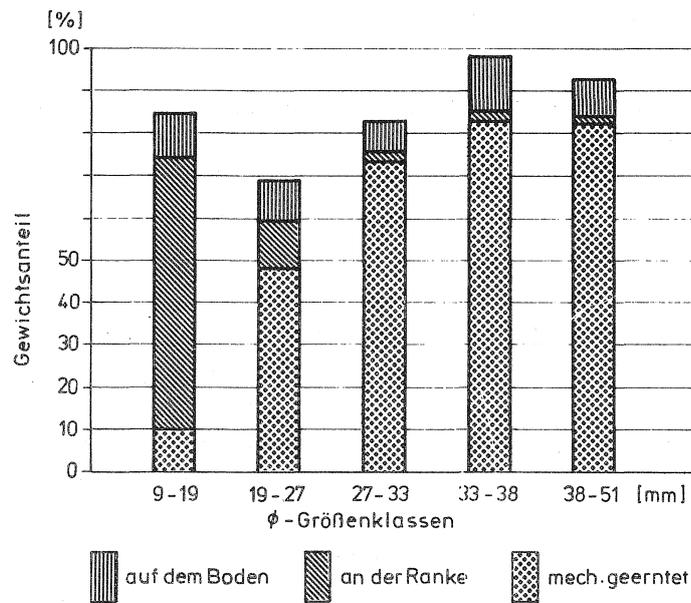


Abb. 6: Anteil der mechanisch geernteten Gurken in den verschiedenen Größenklassen.

bei 1 bis 3 %, Feldverluste (d.h. liegen gebliebene Früchte) treten bis zu 10 % auf und resultieren sich überwiegend aus Früchten der übergroßen, unwirtschaftlichen Sortierung.

Eine Gesamtwertung soll hier aus verfahrenstechnischer Sicht vorgenommen werden nach

1. Deckungsbeitrag
2. Arbeitskraftbedarf

Im Vergleich zur Handernte sinkt der Deckungsbeitrag bei mechanischer Ernte auf den halben Wert, kann aber durchaus mit konkurrierenden Feldfrüchten verglichen werden. Interessant erscheint dabei, daß sich die Erntekosten von ca. 60 % bei der Handernte auf 6 % bei Maschinenernte bezogen auf die Gesamtkosten für Anbau, Pflege, Ernte und Transport reduzieren (Abb. 7).

Der große Vorteil des mechanischen Verfahrens liegt aber zweifellos in der Senkung des AK-Bedarfes von ca. 70 auf nahezu 2 % für die Ernte (Abb. 8).

Dieser Punkt spricht als entscheidendes Kriterium für die Maschinenernte, wenn die Arbeitskräfte zur Bewältigung der Arbeitsspitzen in Zukunft kaum mehr verfügbar sein werden und die Aufrechterhaltung der heimischen Produktion dann nur durch stärkere Mechanisierung erreicht werden kann.

Sicherlich ist die Betrachtung einer neuen Verfahrenstechnik ohne Berücksichtigung von Pflege-, Transport- und Lagerungstechnik unvollständig - wir sprachen am Beginn von vertikaler Mechanisierung - doch war die Betrachtung dieser Probleme nicht Thema meines heutigen Vortrages.

Einige dieser Fragen werden aber in nächster Zeit Schwerpunkte unserer Untersuchungen sein.

Abschließend bleibt festzustellen:

1. Die Anbautechnik ist verbesserungsbedürftig, die Voraussetzungen für eine 1mal-Ernte sind zu vervollständigen;
2. Die biotechnischen Grundlagen sind für eine Optimierung des Verfahrens zu erweitern;
3. Die amerikanische Erntetechnik ist bereits heute für den Einleggurkenanbau in der Bundesrepublik geeignet.

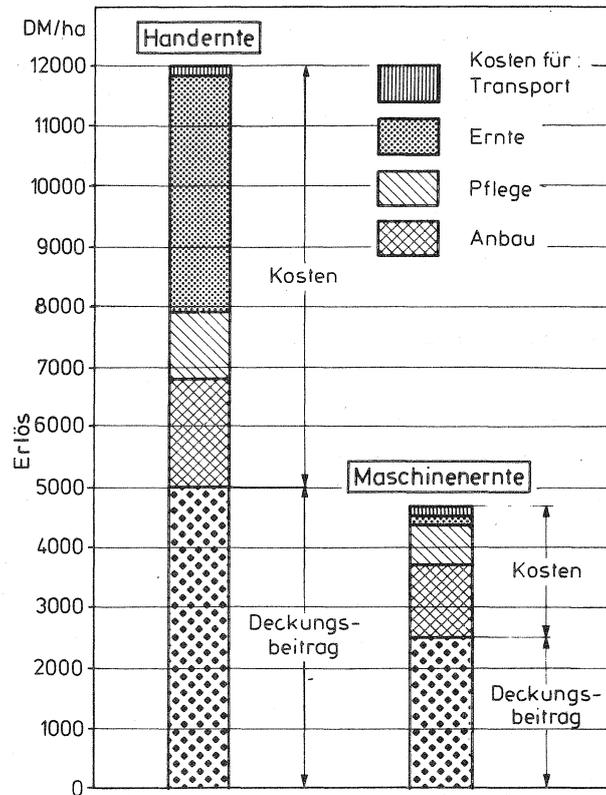


Abb. 7: Vergleich betriebswirtschaftlicher Kennzahlen bei Hand- und Maschinenernte.

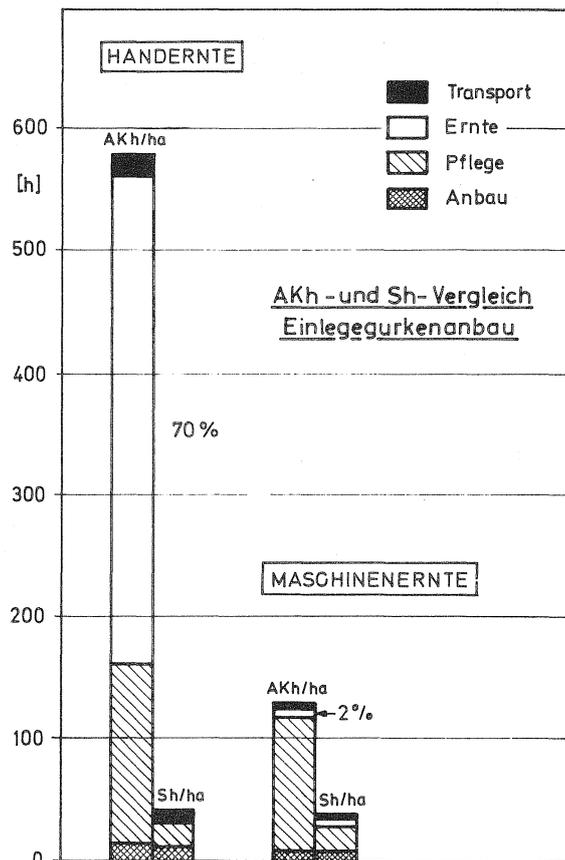


Abb. 8: Vergleich des Arbeitsaufwandes bei Hand- und Maschinenernte.

## Verbesserte Geräte und Verfahren zur Beschickung von Hochsilo

von Dr. M. Schurig

In den letzten Jahren hat es besonders bei den Futtererntemaschinen eine Reihe von neueren Entwicklungen und verbesserten Konstruktionen gegeben. In Verbindung mit einem vermehrten Einsatz stärkerer Schlepper wurde zusätzlich die Leistungsfähigkeit der Lade- und Transportgeräte für die Siloguternte stark erhöht. Dieser, eigentlich bekannten Tatsache, wurde jedoch in Zusammenhang mit den gestiegenen Anforderungen an die Einlagerungsleistung auf dem Hof z.T. wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Die gesteigerten Ernte- und Transportleistungen konnten so vielfach nicht zu einer wirksamen Verbesserung der gesamten Bergeleistung der einzelnen Arbeitsverfahren führen, da sich durch den Einsatz nicht ausreichend leistungsfähiger Fördergeräte für die Hochsilobefüllung längere Abladezeiten ergeben.

Dem sog. "Nadelöhr" bei der Hochsilobefüllung wurde seit Jahren von der Landtechnik Weihenstephan besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Aufgrund neuerer Entwicklungen, vor allen Dingen bei Silobefüllgebläsen, unterstützte das KTBL in den vergangenen zwei Jahren ein von uns durchgeführtes Versuchsprogramm an Geräten zur Hochsilobefüllung. Im folgenden wird ein kurzer Überblick über einen Teil dieser Ergebnisse gegeben. An den Untersuchungen arbeiteten Dr. Kromer, Dr. Stanzel und agr. Ing. Zirngibl mit.

In erster Linie ging es darum, verbesserte Silobefüllgebläse, die teilweise mit Unterstützung des Bundeslandwirtschaftsministeriums aus Amerika eingeführt werden konnte, aber auch deutsche Fabrikate, bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit und ihres Leistungsbedarfes zu untersuchen und Arbeitsverfahren zuzuordnen. Ich möchte an dieser Stelle darauf hinweisen, daß am Institut von Prof. Segler in Hohenheim und Prof. Matthies in Braunschweig seit Jahren umfangreiche Untersuchungen physikalischer und technischer Art an Gebläsen vorgenommen wurden. Uns ging es hauptsächlich darum, die Leistungsfähigkeit vorhandener Geräte unter praktischen Bedingungen zu ermitteln und wenn möglich zu verbessern. Weiterhin möchten wir die notwendigen Gebläseleistungen in Verbindung mit landwirtschaftlichen Ernteverfahren darstellen.

Um die Versuche unter annähernd gleichen Bedingungen ablaufen zu lassen, wurde ein 12 m hohes Gerüst errichtet, an dem verschiedene Steigleitungen mit unterschiedlichem Rohrdurchmesser und zwar von 450 mm, 310 mm und 220 mm verwendet wurden. Die Förderhöhe betrug bei allen Einsätzen 13,5 m, als Fördergut wurde angewelktes Wiesen gras und Silomais unterschiedlicher Häckselung und mit unterschiedlichem TM-Gehalt verwendet. Die Beschickung der Gebläse erfolgte über ein 10 m langes Förderband, auf dem die jeweilige Fördermenge vorgegeben wurde und sowohl gleichmäßige als auch ungleichmäßige

Beschickung simuliert werden konnte. Wir sind uns bewußt, daß es günstiger wäre, eine längere Bandstrecke zu verwenden, aus technischen Gründen war das jedoch leider nicht möglich. Wir haben daher eine Reihe von Messungen mit den gleichen Gebläsen und den gleichen Fördergütern im praktischen landwirtschaftlichen Einsatz vorgenommen, um die am Prüfstand gewonnenen Werte zu überprüfen.

Folgende Werte wurden von den einzelnen Gebläsen ermittelt:

1. Der Drehleistungsbedarf im Leerlauf
2. Der Luftdurchsatz im Leerlauf
3. Der Drehleistungsbedarf in Abhängigkeit vom Durchsatz bei gleichmäßiger und ungleichmäßiger Gutzuführung.

Vor Beginn der Leistungsbedarfsmessungen wurde bei allen Gebläsen die Stopfgrenze ermittelt. Anschließend wurde dann jedes Gebläse nach dem in Abb. 1 gezeigten Schema mit Fördergut beschickt. Um entsprechende Punkte auf der später zu erstellenden Leistungskurve zu ermitteln, erfolgte die Gebläsebeschickung mit 25, 50 und 75 % vom Wert der gefundenen Stopfgrenze. Anschließend versuchten wir festzustellen, welchen Einfluß ungleichmäßige Zuführung von Fördergut auf den Leistungsbedarf der einzelnen Gebläse hat, dabei wurde nach dem auf Abb. 1 unten dargestellten Schema verfahren.

Wesentlich für den Leistungsbedarf von Gebläsen ist die gleichmäßige Zuführung des Fördergutes.

Ungleichmäßige Beschickung, die von uns im Versuch simuliert wurde, bringt erhebliche Drehmomentspitzen, die einen Wert des 1,8-fachen des mittleren Antriebsdrehmomentes erreicht haben.

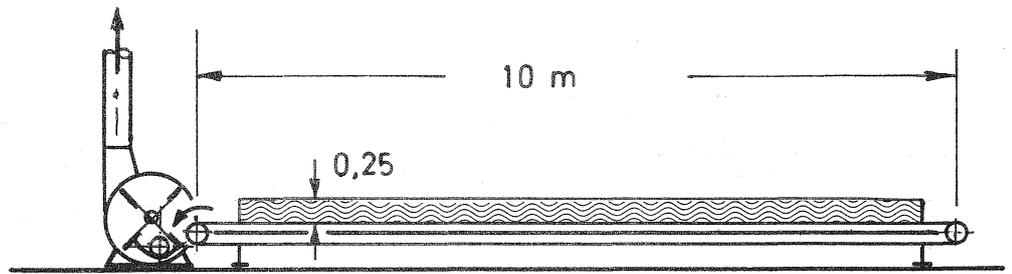
Das bedeutet, je ungleichmäßiger die Beschickung, umso größer muß die Leistungsreserve des Antriebsmotores sein. Gleichmäßige Zuteilung aus Selbstentladewagen oder Dosiertischen führt daher zwangsläufig zu einer geringeren Spitzenbelastung der Antriebsmotoren. (Abb. 2)

Auf Abb. 3 wird nun die von uns gemessene Förderleistung und der Leistungsbedarf ausgewählter Gebläsetypen gezeigt. Als Fördergut stand angewelktes Wiesengras mit einem TM-Gehalt von 44 - 46 % zur Verfügung, das Material war gehäckselt, die einzelnen Längenteile sind auf der rechten Seite in % angegeben. Deutlich wird aus den aufgetragenen Meßergebnissen von drei Gebläsen sichtbar, wie die konstruktive Auslegung des Gebläses entscheidend für seine Leistungsfähigkeit bei der Förderung von Silogut ist. Das Gebläse mit dem Rohr von 450 mm Durchmesser zeichnet sich durch einen hohen Leistungsbedarf im Leerlauf aus, der aus der höheren Luftmengenförderung resultiert. Immerhin werden im Leerlauf von diesem Gebläse

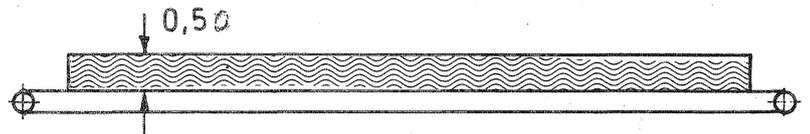
# Materialzuführung mit Förderband

## 1.) gleichmäßige Zuführung

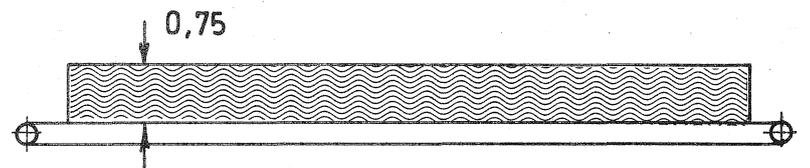
a)  $0,25 Q_{\max}$



b)  $0,50 Q_{\max}$



c)  $0,75 Q_{\max}$



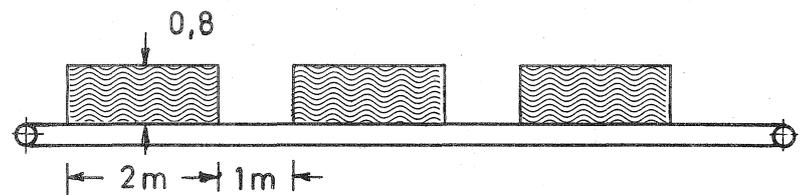
Förderbandgeschwindigkeit



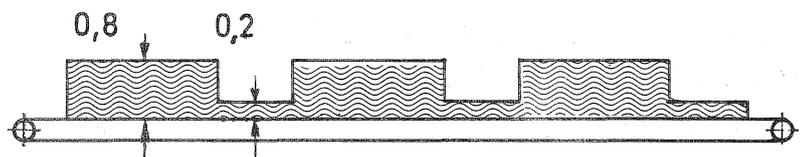
$$v_B = 0,9 \text{ m/s}$$

## 2.) ungleichmäßige Zuführung

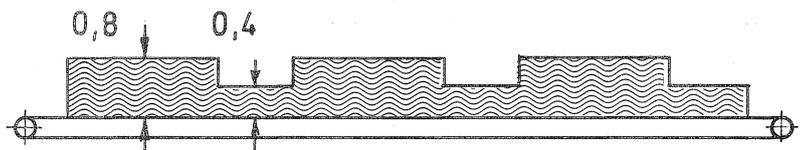
a)  $0,80$  und  $- Q_{\max}$



b)  $0,80$  und  $0,20 Q_{\max}$

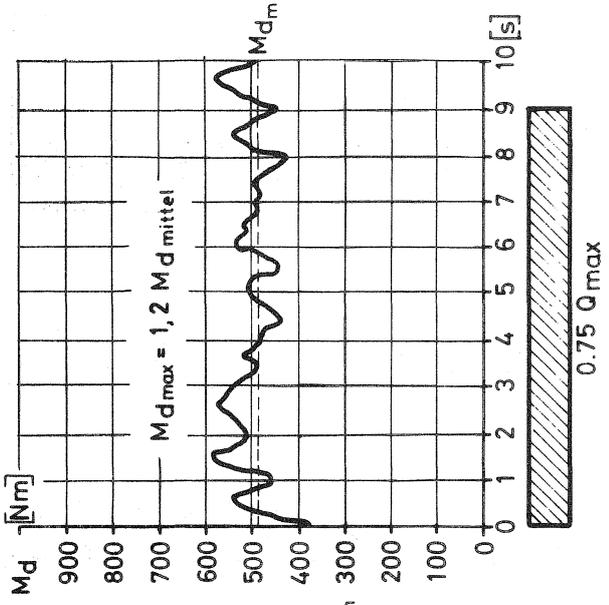
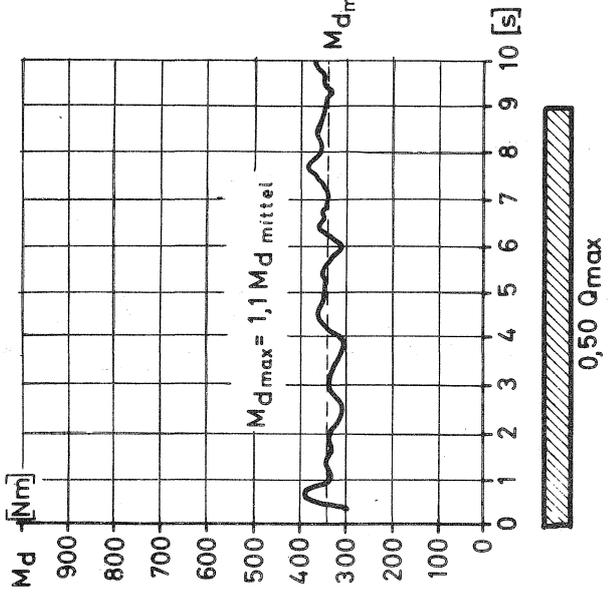
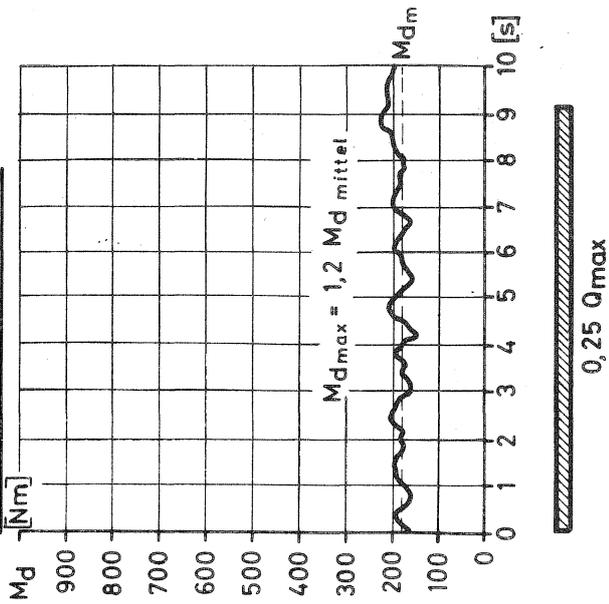


c)  $0,80$  und  $0,40 Q_{\max}$

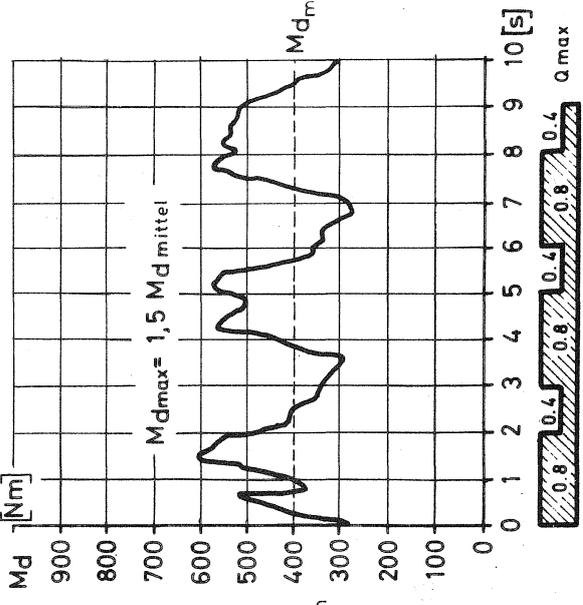
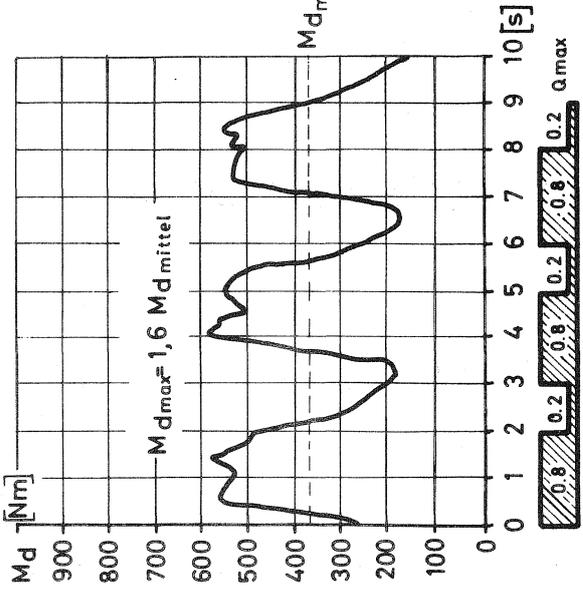
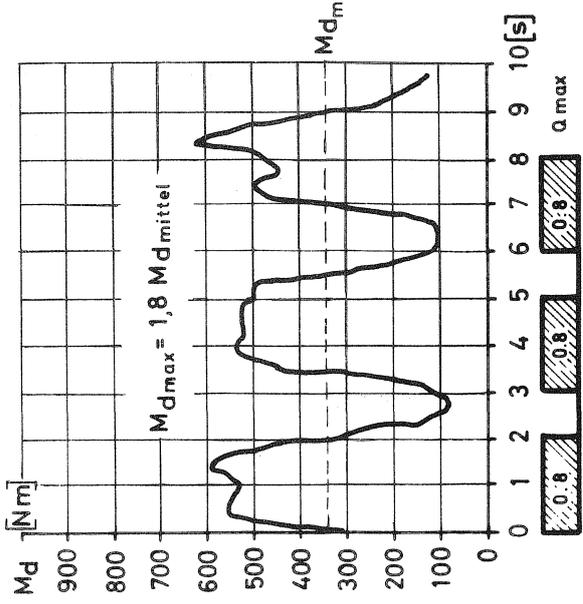


$Q_{\max}$  = Stopfgrenze des Silobefüllgebläses in t/h

Gleichmäßige Zuführung



Ungleichmäßige Zuführung



Einfluß der Materialzuführung auf den Drehmomentverlauf

stündlich ca. 25 000 m<sup>3</sup> Luft gefördert, wie Sie wissen, wiegt 1 m<sup>3</sup> Luft ca. 1 kg, so daß die stündliche Luftmengenförderung im Leerlauf etwa 25 t ausmacht. Der Leistungsbedarf steigt mit zunehmendem Durchsatz fast linear an, liegt aber immer über den beiden anderen Gebläsen. Die Stopfgrenze wird bei diesem Fördergut kurz vor der 25 t Marke erreicht, sie liegt damit höher als bei den anderen Gebläsen, was z.T. auf die hohe Luftmengenförderung zurückzuführen ist, denn die Luft wird hier als tragendes, förderndes Element benutzt und macht sich bei den relativ leichten Grasteilchen besonders bemerkbar, anders sieht es bei feuchteren Gütern wie z.B. Silomais aus, worauf ich weiter unten noch eingehen werde.

Reine Wurfgebläse mit einem Rohrdurchmesser von 220 mm und einer sehr geringen Luftmengenförderung von 1 m<sup>3</sup>/sec erscheinen für die Förderung von Anwelkgut wenig geeignet, da die Stopfgrenze sehr früh, etwa bei einem stündlichen Durchsatz von 5 t erreicht würde. Dagegen sind Gebläse mit einem Rohrdurchmesser von 310 mm und einer etwas erhöhten Luftmengenförderung von etwa 2 m<sup>3</sup>/sec, aber einer wesentlich geringeren Umfangsgeschwindigkeit als das obere Gebläse, zum Fördern von Anwelkgut sehr gut geeignet, zumal der Leistungsbedarf bis zum Erreichen der Stopfgrenze bei etwa 20 t/h immer unterhalb dem des Gebläses mit der hohen Luftmengenförderung liegt.

In der Mitte der Darstellung ist angegeben, welche Motorenleistung für den Gebläseantrieb entweder über die Schlepperzapfwelle oder den E-Motor bereitzustellen ist. Als Faustzahl kann dabei gelten, daß pro stündlich zu fördernder Tonne etwa 2 Zapfwellen-PS notwendig sind. Das heißt also 20 t/h Durchsatz erfordern 40 Zapfwellen-PS. Betriebe, die E-Motore entsprechender Größe anschließen können, müssen dafür einen E-Motor mit 20 kW einsetzen.

Im Vergleich dazu nun die Meßwerte für die gleichen Gebläsetypen beim Fördern von Silomais mit 34 % TM (Abb. 4). Sie finden auch hier den Häcksellängenanteil auf der rechten Seite angegeben. Die Förderhöhe betrug ebenfalls 13,5 m. Der Maßstab ist etwas verändert, da aufgrund des geringen TM-Gehaltes des Gutes die Durchsatzmenge höher liegt als bei Gras. Man sieht deutlich, daß das Gebläse mit der hohen Luftmengenförderung und dem großen Rohrdurchmesser sehr bald seine Stopfgrenze, wiederum bei etwa 25 t/h Durchsatz erreicht und dazu noch einen Leistungsbedarf hat, der weit über den anderen Gebläsetypen liegt. Das reine Wurfgebläse mit geringerer Luftmengenförderung und engem Rohrdurchmesser erreicht den höchsten Durchsatz. Das Gebläse nutzt im wesentlichen der Wurfefekt der Schaufeln zum Fördern des Gutes, der geringe TM-Gehalt macht sich hier sehr deutlich bemerkbar. Jedoch ist einschränkend zu bemerken, daß wir mit diesem Gebläsetyp beim Fördern von Silomais mit einem TM-Gehalt

Leistungsbedarf von Silobefüllgebläsen in Abhängigkeit von der Förderleistung bei Anwelkgut (44-46% TM)

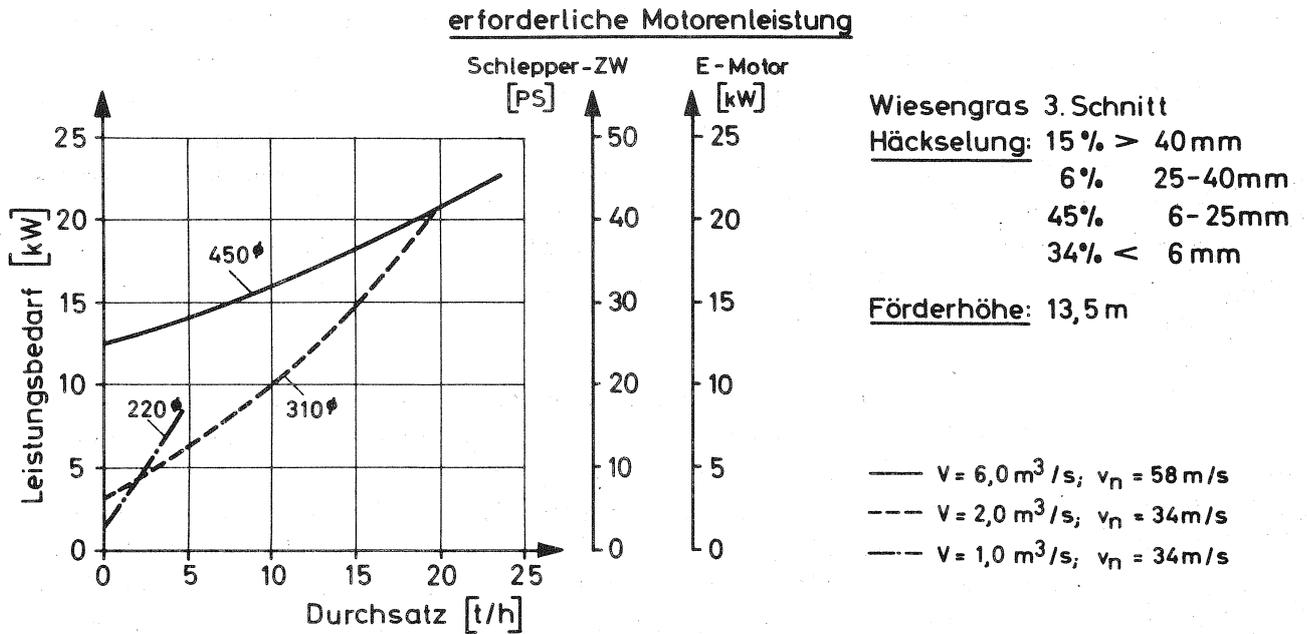


Abb. 3

Leistungsbedarf von Silobefüllgebläsen in Abhängigkeit von der Förderleistung bei Silomais (34% TM)

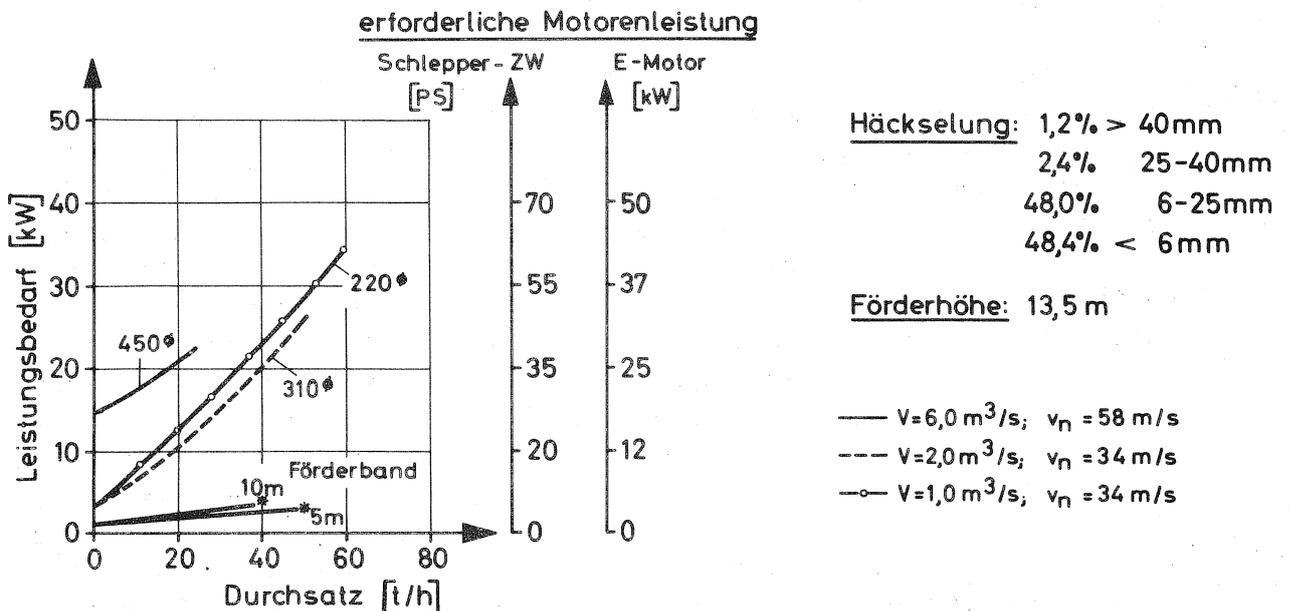


Abb. 4

zwischen 22 und 24 % Rohrverstopfungen schon bei einem sehr geringen Durchsatz feststellten. Diese Verstopfungen sind in erster Linie mit auf den rundum geschlossenen Rohrkrümmer am Ende der Steigleitung zurückzuführen. Das feuchte, schwere Gut baut sich auf der Unterseite des Rohres auf und führt dann zwangsläufig zum Verstopfen. Es kann die Empfehlung gegeben werden, daß grundsätzlich die Rohrkrümmer beim Fördern von Siliergütern unten offen sein sollen, um ein Aufbauen des Fördergutes zu verhindern, wir haben damit gute Erfahrungen gesammelt.

Aber auch das Gebläse mit 310 mm Durchmesser, welches beim Fördern von Anwelkgut sehr gut abschnitt, bringt beim Fördern von Silomais sehr befriedigende Durchsatzleistungen, zumal der Leistungsbedarf dabei sehr niedrig liegt, so daß die Empfehlung gegeben werden kann: Betriebe die sowohl angewelktes Siliergut (Gras) als auch Silomais fördern müssen, finden in Gebläsen mit einem Rohrdurchmesser von 310 mm das für sie im Moment brauchbarste Gerät.

Es muß hier noch gesagt werden: Die Versuche wurden alle mit einer Förderhöhe von 13,5 m durchgeführt. Es wurde noch nicht festgestellt, wie hoch die einzelnen Gebläse tatsächlich fördern können. Es ist anzunehmen, daß die max. Förderhöhen für die einzelnen Gebläse unterschiedlich sind, aus Erfahrungen, die ich in USA sammeln konnte, sind Förderhöhen von 20 und 25 m, die mit reinen Wurfgebläsen erreicht werden, fast die Regel.

Es sei noch einiges zu Förderbändern bzw. Schrägförderern gesagt. Im Laufe der Untersuchungen wurde an einer Anzahl von stationären Schrägförderern auf praktischen Betrieben Förderleistungs- und Leistungsbedarfsmessungen vorgenommen. Dabei bestätigte sich die bekannte Tatsache, daß mit Schrägförderern ausreichende Durchsatzleistungen bei geringem Leistungsbedarf zu erzielen sind. Solche Schrägförderer sind immer wieder für Betriebe interessant, die nicht in der Lage sind, entsprechende Antriebsleistungen bereitzustellen. Dem steht jedoch vielfach der hohe Anschaffungspreis, der etwa das 3-fache eines Silobefüllgebläses ausmacht, der große Platzbedarf und die begrenzte Mobilität gegenüber. Bemühungen, den Anstellwinkel von Schrägförderern zu verkleinern, haben bisher kaum zu einer Lösung geführt.

Es sollte meiner Ansicht nach dem Silobefüllgebläse die größere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da hier mit geringen finanziellen und technischen Mitteln die höchsten Leistungen erzielt werden können. Wo entsprechend hohe Gebläseantriebsleistungen für bestimmte Ernteverfahren notwendig, aber nicht verfügbar sind, bietet sich der Weg über ein Dosiergerät an.

Ich habe eingangs gesagt, eine ausreichende Bergeleistung der einzelnen Verfahren der Siloguternte wird nur erreicht, wenn die Ladeleistung auf dem Feld, der Transport und die Einlagerungsleistung wohl aufeinander abgestimmt sind. Ich möchte Ihnen diese Zusammenhänge an einem ausgewählten Beispiel zeigen (Abb. 5). Aus jahreszeitlich aktuellem Anlaß habe ich die Silomaisernte für dieses Beispiel ausgewählt. Auf der linken Seite ist die Feldbergeleistung angegeben, die mit Feldhäcksler bei unterschiedlicher Schlepperleistung erreicht wird. Die 3 Geraden markieren die Transport- und Einlagerungsleistung, die entweder mit einem, mit zwei oder mit drei Selbstentladewagen in Abhängigkeit von der jeweiligen Abladedauer erzielt wird. Unterstellt sich eine gleichbleibende Feldentfernung von 1000 m, eine Wagenausladung von 4 t und durchschnittliche Transportgeschwindigkeit von 12 km/h. Greifen wir nun ein Beispiel heraus. 20 t ist die stündliche Feldbergeleistung, diese Menge gilt es abzutransportieren. Für die getroffenen Unterstellungen reichen in dem Fall 2 Selbstentladewagen aus. Die Abladedauer darf dann 10 Min. nicht überschreiten, dazu ist eine Gebläseleistung von 30 t/h notwendig, zum Antrieb muß ein Schlepper mit 45 PS an der Zapfwelle oder ein 20 kW E-Motor bereitstehen. Wird die Abladedauer von 10 Minuten pro Wagen nicht erreicht, sinkt praktisch die gesamte Bergeleistung des Verfahrens.

Noch ein anderes Beispiel: Bei einer höheren Feldbergeleistung sind 24 t/h abzutransportieren, dafür reichen 2 Selbstentladewagen noch aus, wenn die Anladedauer 5 Min. pro Wagen nicht überschreitet. Es läßt sich aus der Darstellung ablesen, es wird dafür eine Gebläseleistung von 60 t/h notwendig, die nur mit einem 80 PS Schlepper oder 40 kW E-Motor zu erreichen ist. Diese Antriebsleistung kann von vielen Betrieben nicht bereitgestellt werden, es wird daher auf einen zusätzlichen Transportwagen ausgewichen, die Abladedauer pro Wagen kann dann 15 Min. betragen, wozu eine Gebläseleistung von 25 t/h mit einer Antriebsleistung von 35 PS von der Schlepperzapfwelle her ausreichend ist. Oder aber man verzichtet gänzlich auf den Einsatz von Selbstentladewagen und benutzt 2 Kipper in Verbindung mit einem Dosiertisch. Die Transportleistung der beiden Kipper reicht aus, um spielend die geforderten 24 t abzutransportieren und in den Dosierer am Hof schnell zu entleeren. Die erforderliche Gebläseleistung ist verhältnismäßig gering, da über den Dosierer das Siliergut gleichmäßig ohne Unterbrechung zugeteilt wird. Die notwendige Gebläseleistung ist hier der Feldbergeleistung gleichzusetzen. Sie beträgt 24 t, wofür eine Antriebsleistung von ca. 35 Zapfwellen PS bzw. ein 15 kW E-Motor zur Verfügung stehen muß.

Für größere Betriebe, die höhere Feldbergeleistungen haben, aber auch für den überbetrieblichen Einsatz wird das Verfahren mit Kipper und Dosiertisch zunehmend an Interesse gewinnen, einmal weil die Kippfahrzeuge vielleicht schon für andere Betriebszweige notwendig und vorhanden sind, zum anderen aber die Verwendung eines Dosierers eine geringere Gebläseleistung und damit auch eine geringere Antriebslei-

stung erfordert. Es werden also zusätzlich keine starken Schlepper festgelegt. Ich meine, wir sollten daran arbeiten, daß es gelingt, in Zukunft Dosiergeräte zu bekommen, die ohne Aufsichtsperson gefahrlos, störunanfällig und gleichmäßig arbeiten. Ich sehe im Dosierer ein Gerät, um die Probleme bei der leistungsfähigen Hochsilobefüllung, die wir bisher fast nur durch den Einsatz von mehr Antriebs-PS gelöst haben, für unsere jetzigen Verhältnisse sinnvoll zu lösen.

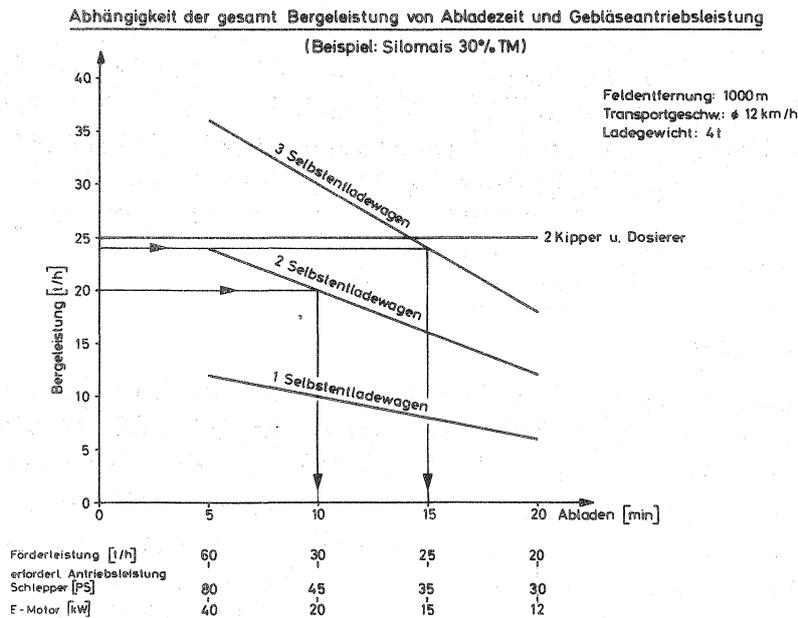


Abb. 5

## Verbesserte Geräte und Verfahren zur Entleerung von Gärfuttersilos

von Dipl.-Ing.agr. H. Pirkelmann, OLR

Bei den Bemühungen um vereinfachte Fütterungsverfahren in großen Rindviehbeständen ist die Silage eine der wichtigsten Grundfutterarten. Bei ihrer Verfütterung entfallen nach SCHÖN ca. 60 % des Gesamtarbeitsaufwandes auf die Entnahme aus den Silobehältern, die zudem als sehr schwere Arbeit zu werten ist. Bemühungen um eine Arbeitszeiteinsparung und Arbeitserleichterung in der Silagefütterung müssen daher bei der Silageentnahme ansetzen.

In der Landtechnik Weihenstephan wurden sowohl bei Hoch-, Tief- und Flachsilos verschiedene Entnahmeverfahren auf ihre Einsatzbedingungen und Entnahmeleistungen untersucht. Die dabei gewonnenen Ergebnisse der für die Praxis wichtigsten Entnahmetechniken sollen im folgenden der verfügbaren Zeit entsprechend, kurz erläutert werden.

### 1. Entnahmegерäte für Hoch- und Tiefsilos

#### 1.1 Laufkrananlagen

Für die Entnahme von Hoch- und Tiefsilos stellen Greifer bei geringem Kraftbedarf funktionssichere und leistungsfähige Geräte für alle Futterarten dar. Die neueren, als Hallenlaufkräne ausgebildeten Anlagen mit selbstgreifenden Zangen erlauben einen vollmechanischen Ablauf aller Bewegungsvorgänge. Die Steuerung erfolgt über ein tragbares elektrisches Steuergerät, die sogenannte Steuerflasche. Bei entsprechender Ausbildung kann der Kranwagen Steigungen bis maximal 45 % überwinden. Die entnommene Silage kann auf einen Futterwagen abgelegt oder bei geeigneter Gebäudeanordnung direkt auf den Futtertisch transportiert werden.

Die selbstgreifenden Zangen sind bei jeder Silage ohne Rücksicht auf Schnittlänge, TM-Gehalt, Siloraumgewicht und die Siloform einsetzbar. Für einen reibungslosen Arbeitsablauf muß über den Silos ein lichter Freiraum von mindestens 2 m Höhe sein und in den Einsatzgebäuden sollten keine Stützen die Bewegungsmöglichkeiten einengen. Da vor allem bei dicht lagernder Silage und langem Halmgut erhebliche Losreißkräfte bis zu 1600 kg auftreten können, ist über den Silos eine massive Tragkonstruktion erforderlich.

Die Entnahmeleistungen werden in erster Linie bestimmt von der Zangengröße und damit den Zangenfüllgewichten und von den Hub- und Fahrgeschwindigkeiten. Nach Untersuchungen, die mit finanzieller Unterstützung der LAV von KRINNER durchgeführt wurden, kann bei Zangenfüllgewichten von 200 kg, wie sie durchschnittlich bei kurzgehäckselttem Silomais zu erreichen sind, mit Entnahmegewichten von

120 - 140 dz/h gerechnet werden, wenn bei Tiefsilos nur sehr kurze waagrechte Strecken zurückzulegen sind, oder wenn bei Hochsilos die Silageablage unmittelbar neben dem Silo auf Futterwagen erfolgt (Abb. 1). Erhöhen sich die Zangenfüllgewichte auf 350 kg, wie sie bei Anwelkgut ohne weiteres erreicht werden können, so sind unter gleichen sonstigen Bedingungen Entnahmeleistungen von 230 - 250 dz/h zu erreichen. Sind größere waagrechte Förderstrecken zu überwinden, ist in jedem Falle eine starke Leistungsabnahme zu verzeichnen.

Die Laufkrananlagen finden ihren Haupteinsatz in Futterbaubetrieben mit überwiegend Grassilage, da mit dem gleichen Gerät auch die Ein- und Auslagerung von Heu voll mechanisiert werden kann. Da durch den Greifereinsatz die Silage an den Entnahmestellen aufgelockert wird, ist zur Verhinderung von Nachgärungen darauf zu achten, daß täglich je nach Stabilität der Silage entsprechende Mengen entnommen werden.

## 1.2 Silofräsen

Spezielle Siloentnahmegерäte für Hochsilos stellen die Silofräsen dar. Untenentnahmefräsen erfordern nach WEIDINGER sehr exaktes Häcksel mit Schnittlängen unter 25 mm und TM-Gehalte ab 40 % bei Grassilage und ab 25 % bei Maissilage. Da diese Bedingungen zumindest bei Grassilage in der Praxis schwer zu erfüllen sind und Untenentnahmefräsen zudem für die Hochfundamente einen erhöhten baulichen Aufwand und in einer Anschaffung die Einrichtung einer kompletten Mechanisierungskette erfordern, fanden diese Fräsen nur geringe Verbreitung. Deshalb wurden diese Geräte auch von unserer Seite nicht in die neueren Untersuchungen einbezogen.

Einen größeren Einsatzbereich fanden dagegen die Obenentnahmefräsen. Dementsprechend wurden auch intensivere Anstrengungen zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit unternommen.

Im Prinzip sind zur Zeit 3 Bauarten bekannt:

- Bei der klassischen Obenentnahmefräse wird die Silage von der Oberfläche über der Futteroberfläche rotierenden Fräsorgan gelockert, zur Silomitte in ein Gebläse gefördert und über einen feststehenden Auswurfkrümmer durch die Siloluken in einen Abwurfschacht geworfen. Zum Abfräsen werden Fräsketten oder Frässhnecken, die mit Messern bestückt sein können, eingesetzt. Zum Teil wird die Fräskette auch mit einer Vorfräswalze kombiniert, wobei die Kette vornehmlich nur noch Transportaufgaben übernimmt. Das Gebläse von einem E-Motor mit Anschlußwerten von 5,5 - 9,5 KW ist in der Regel vertikal angeordnet. Die Stromzufuhr erfolgt über einen Schleifringkörper, den sogenannten Kollektor. Eine neuere Bauart legt das Gebläse horizontal über die Frässhnecke. Dadurch kann der Kollektor entfallen und der Bauaufwand verringert werden. Die Frästiefe wird über eine Seilwinde, an der die Fräse aufgehängt ist, eingestellt.

Entnahmeleistung bei Laufkrananlagen aus Tiefsilos in Abhängigkeit von der

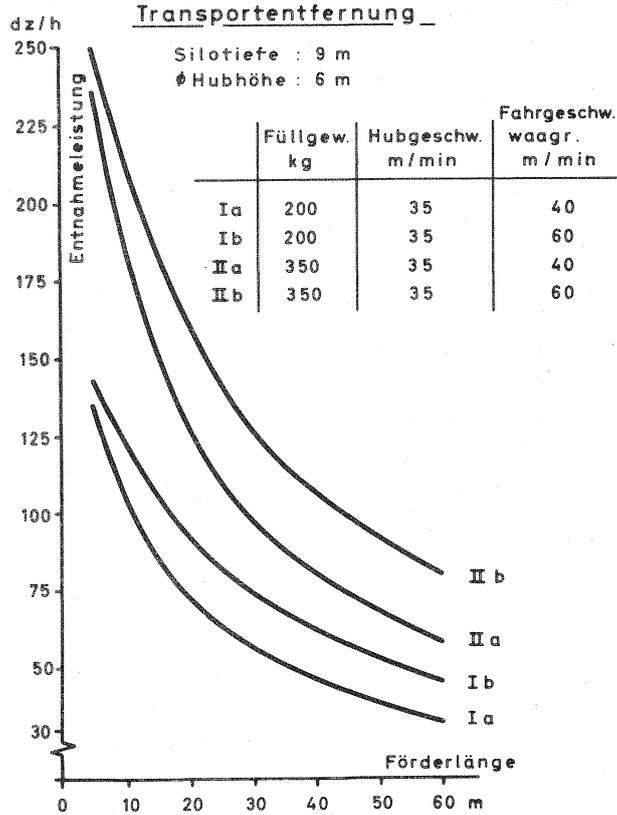


Abb. 1

Gewichtsanteil in Siebfractionen in [%]

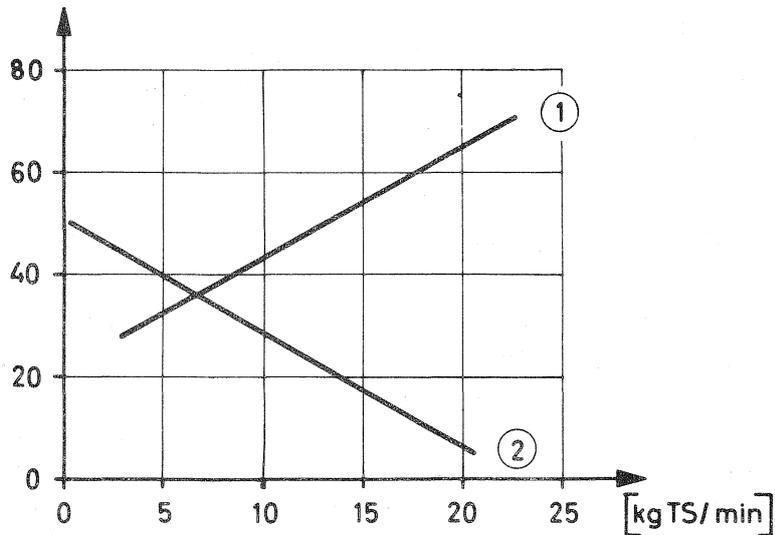


Abb. 2

①  $< 10 \text{ mm}; y = 10.21 + 0.46x; R^2 = 0.76; n = 66$

②  $> 25 \text{ mm}; y = 23.04 - 0.45x; R^2 = 0.75; n = 66$

Abhängigkeit der Förderleistung vom Schnittlängenanteil in den Siebfractionen  $< 10 \text{ mm}$  u.  $> 25 \text{ mm}$  bei Grassilage 1. Schnitt

Bei einer anderen Bauart wird die Silage über einen flexiblen Schlauch durch die obere Einfüllöffnung über die gesamte Silohöhe ausgeblasen. Die Fräse sitzt auf einer Bodenplatte, die sich mit der Fräse dreht. Da die Silage auch unter der Bodenplatte abgefräst wird, sinkt die Fräse von selbst nach. Für die Zentrierung und Horizontalführung ist ein Führungsstern mit federbelasteten Rollen angebracht.

Bei der dritten Bauart wird die losgefräste Silage von einem außerhalb des Silos stehenden Gebläse über die Einfüllöffnung oder die seitlichen Luken abgesaugt und über einen Ausblaskopf zur Abwurfstelle befördert. Dadurch besteht der im Silo befindliche Teil der Fräse nur aus der Fräskette und den Antriebsaggregaten. Die zentrale und horizontale Führung erfolgt über Räder, über die auch die Frästiefe eingestellt werden kann. Der Antrieb des außen stehenden Gebläses kann über E-Motor oder Zapfwelle erfolgen, so daß beliebige Anschlußwerte gewählt werden können.

Da die genannten Oberfräsen bei Silomais in Funktionssicherheit und durchschnittlichen Leistungen von 80 - 120 kg/min also 48 - 72 dz/h, weitgehend befriedigen, wurden die Oberfräsen hauptsächlich in Grassilage eingesetzt. Die mit Unterstützung der DFG von WEIDINGER und MAIER durchgeführten Untersuchungen erbrachten im wesentlichen folgende Ergebnisse:

Während bei Maissilage Fräskette und Frässchnecke annähernd gleich gut arbeiten, hat sich in Grassilage die Kombination aus Vorfräswalze und Förderkette gut bewährt. Die Vorteile werden vor allem bei ungünstigem Zerkleinerungsgrad der Silage deutlich.

Der Kollektordurchgang sollte einen inneren Durchmesser von ca. 180 mm haben. Bei Durchmessern von 130 und 140 mm kommt es vor allem bei ungleichmäßiger Zufuhr sehr rasch zu Verstopfungen.

Der Gebläsedurchmesser hat sich mit 500 - 600 mm bewährt. Kleinere Durchmesser bringen eine zu geringe Beschleunigung der Silage, bedingen dadurch einen Rückgang der Luftförderrate und die Silage wird nicht mehr ausgeworfen.

Hohe Umlaufdrehzahlen der Gebläse bedingen einen hohen Leistungsbedarf ohne zu einer wesentlichen Leistungssteigerung beizutragen. Die günstigsten Werte wurden für 1400 - 1600 U/min festgestellt. Bei geringeren Umdrehungszahlen ist keine ausreichende Wurfleistung mehr gegeben.

Von entscheidendem Einfluß auf die Leistung der Oberfräsen ist der Häckselzerkleinerungsgrad der Silage, wobei die Anteile in der Siebfraction  $< 10$  mm und  $\geq 25$  mm von besonderer Bedeutung sind. (Abb. 2)

Keine gesicherte Abhängigkeit ergab sich dagegen vom Anteil der Siebfraction von 10 - 25 mm, so daß für einen funktionssicheren Einsatz von Obenfräsen zum überwiegenden Anteil (85 %) die Häcksellängen unter 25 mm liegen sollten.

Nur ein geringer Einfluß auf die Förderleistung konnte erstaunlicherweise durch die TS und noch weniger durch den Rohfasergehalt festgestellt werden. Keinerlei Abhängigkeit ergab das Raumgewicht der eingelagerten Silage.

Je nach Bauart und Leistungsaufnahme ergeben sich bei den verschiedenen Silofräsen unterschiedliche Förderleistungen. (Abb. 3) Bei Grassilage mit gutem Häckselzerkleinerungsgrad (weniger als 10 %  $\geq$  25 mm) und einer TM von 30 - 40 % zeigte eine Fräse (I<sub>1</sub>) mit Förderkette kombiniert mit Vorfräsvalze und einem Kollektor  $\emptyset$  von 195 das günstigste Verhältnis von Leistungsaufnahmen zu Förderleistung. Eine Erhöhung der Gebläsedrehzahl bedingte nur einen höheren Kraftbedarf (II). Der gleiche Effekt wurde bei der Fräse V festgestellt, die mit einer einfachen Frässchnecke ausgerüstet war. Der sehr hohe Leistungsbedarf ist auf den engen Kollektordurchgang von 155 mm zurückzuführen. Zudem schlugen bei dieser Ausführung die Gebläseflügel gegen den noch nicht gelockerten Futterstock. Den höchsten spezifischen Leistungsaufwand zeigte die Fräse IV mit Absaugung durch einen flexiblen Förderschlauch bei 10 m Förderhöhe.

Die Entnahmeleistungen schwanken damit zwischen 50 und 80 kg/min oder 30 - 40 dz/h ohne Rüst- und Nebenzeiten.

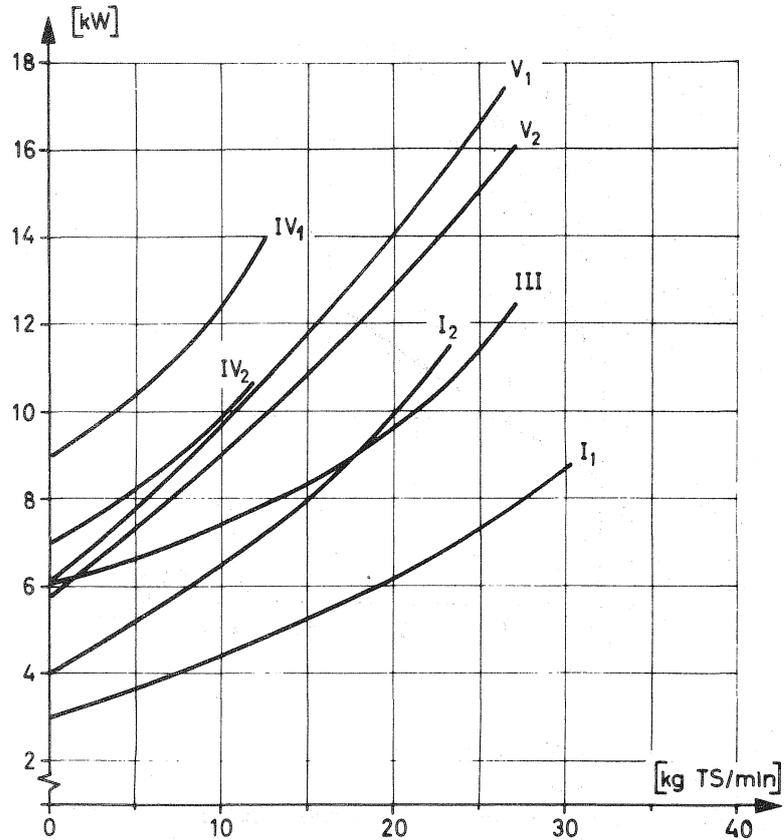
Bei schlechtem Häckselzerkleinerungsgrad (35 - 40 % über 25 mm) ergab sich bei allen Fräsen ein starker Rückgang der Förderleistung (Abb. 4). Am günstigsten schnitt mit Abstand die Fräse I mit kombinierter Vorfräsvalze/Förderkette ab. Die übrigen Fräsen liegen dicht beieinander. Bei Fräse IV mit Obenabsaugung und Fräse V (klassische Obenfräse mit Frässchnecke) entsteht mit zunehmender Förderleistung ein rascher Anstieg der Leistungsaufnahme. Bei Fräse VI mit außenstehendem Gebläse ist ebenfalls ein hoher Leistungsaufwand, aber ein relativ flacher Anstieg mit zunehmender Förderleistung zu erkennen. Die durchschnittlichen Entnahmeleistungen betragen somit 10 - 45 kg/min oder 6 - 27 dz/h.

Aufgrund dieser Ergebnisse muß also trotz technischer Verbesserungen für befriedigende Leistungen bei Obenentnahmefräsen exaktes Häcksel und eine gleichmäßige Befüllung der Silos gefordert werden.

## 2. Entnahmegerate für Flachsilos

### 2.1 Frontlader

Zur Entnahme von Flachsilos ist nach wie vor der Frontlader aktuell. Während bei Grassilage ein paketweises Vorschneiden unumgänglich ist,



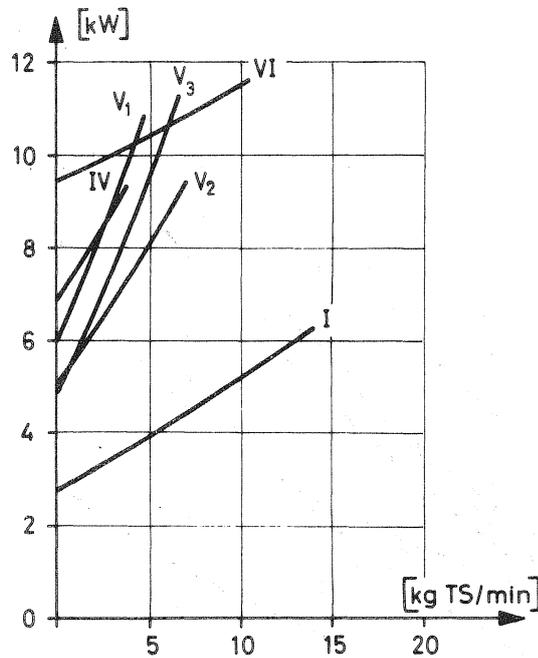
- I<sub>1</sub> = Fräse I Gebläsedrehzahl 1430 U/min
- I<sub>2</sub> = Fräse I Gebläsedrehzahl 1910 U/min
- III = Fräse III
- IV<sub>1</sub> = Fräse IV Gebläsebreite 180 mm, Gebläsedrehzahl 2850 U/min
- IV<sub>2</sub> = Fräse IV Gebläsebreite 150 mm, Gebläsedrehzahl 2800 U/min
- V<sub>1</sub> = Fräse V Gebläsedrehzahl 1650 U/min
- V<sub>2</sub> = Fräse V Gebläsedrehzahl 1550 U/min

Leistungsaufnahme [kW] von Oberfräsen in Abhängigkeit von der Förderleistung [kg TS/min]

Material: Grassilage 30-40% TS; Silo<sup>Ø</sup> 6.00 m  
Häckselzerkleinerungsgrad: gut

M/as. 14.6.1973

Abb. 3



- I = Fräse I Gebläsedrehzahl 1430 U/min
- IV = Fräse IV Gebläsebreite 150 mm
- V<sub>1</sub> = Fräse V Gebläsedrehzahl 1650 U/min, Gebläse $\phi$  610 mm
- V<sub>2</sub> = Fräse V Gebläsedrehzahl 1450 U/min, Gebläse $\phi$  610 mm
- V<sub>3</sub> = Fräse V Gebläsedrehzahl 1650 U/min, Gebläse $\phi$  508 mm
- VI = Fräse VI

Leistungsaufnahme [kW] von Oberfräsen in Abhängigkeit von der Förderleistung [kg TS/min]

Material: Grassilage 25 - 30% TS, Silo $\phi$  5.10 m  
Häckselzerkleinerungsgrad: schlecht

M/as. 18.6.1973

Abb. 4

kann Maissilage ohne Vorschneiden bei Einsatz einer hydraulisch kippbaren Schaufel entnommen werden, ohne die Anschnittfläche bedenklich aufzulockern. Pro Arbeitstakt kann mit einem Arbeitszeitbedarf von 1 min gerechnet werden. Bei einem Fassungsvermögen der Schaufel von 500 l ist demnach eine Entnahmeleistung von 150 dz/h möglich. Bei Radladern und Raupen ist pro Arbeitstakt der gleiche Zeitaufwand erforderlich. Wegen des größeren Fassungsvermögens können die Leistungen jedoch je nach Schaufelinhalt auf das Doppelte bis Dreifache ansteigen.

## 2.2 Schlepperanbaugeräte mit selbsttätiger Schneidvorrichtung

Neu sind die Heck- und Frontanbaugeräte mit selbsttätig arbeitender Schneidvorrichtung, die für alle Silagearten geeignet sind. Sie übernehmen in einem Arbeitsgang das Vorschneiden, die Entnahme und den Transport auf den Futtertisch. Nur die Verteilung in den Trog muß in Handarbeit ausgeführt werden. Da sowohl im Silo als auch an den Paketen glatte, dichte Anschnittflächen entstehen, kann ohne Gefahr von Nachgärungen für mehrere Tage auf Vorrat entnommen werden.

Die Grundausrüstung besteht bei allen Geräten aus einer Front- oder Heckgabel. Die Schneidgeräte sind unterschiedlich gestaltet. Zwei verschiedene Varianten konnten in eigenen Untersuchungen eingesetzt werden. Bei einer Bauart wird das mit einem Stufenschliff ausgerüstete Messer bei einem Hub von 120 mm halbkreisförmig über einen Kettenzug durch den Futterstock gezogen. Die Schneidgeschwindigkeit ist in Abhängigkeit von der Zapfwellendrehzahl bei allen Futterarten gleich.

Das zweite Gerät besitzt einen rechteckigen Schneidkasten, der an der rechten und hinteren Seite mit je 2 gegenläufigen Messern bestückt ist. Durch das Eigengewicht des Schneidkastens arbeiten sich die über zwei Doppelsexcenter angetriebenen Messer in den Futterstock. Um ein Verklemmen und damit zu lange Schneidzeiten zu vermeiden, muß das Gerät immer senkrecht stehen. Unter schwierigen Einsatzbedingungen ist daher ein doppelt wirkender Hydraulikzylinder dem starren Oberlenker vorzuziehen.

Weitere Ausführungen mit hydraulisch angetriebenen Messern oder spatenförmigen Schneidgeräten, die von Hand versetzt werden müssen, sind bekannt, standen uns aber nicht zur Verfügung.

Die beiden von uns eingesetzten Geräte haben ein theoretisches Fassungsvermögen von  $0,75 \text{ m}^3$ . Eine volle Auslastung wird aber nur bei optimalen Einsatzbedingungen möglich sein, da Unebenheiten am Silo, unregelmäßige Anschnittflächen oder bei der Entnahme entstehende Resthöhen und -breiten des Futterstockes meist nur kleinere Pakete zulassen. So wurden bei Maissilage je nach TM-Gehalt und Rauminhalt der Silos Entnahmegewichte zwischen 180 und 485 kg, im Mittel 255 kg festgestellt. Bei Grassilage mit 35 % TM konnte maximal eine Entnahmemenge von 628 kg erfaßt werden, im Mittel waren aber auch hier nur 363 kg pro Füllung zu erreichen. Bei einem Arbeitszeitbedarf für das Einstechen

der Heckgabel, das Schneiden und das Ausheben von durchschnittlich 2 min sind damit je nach Futterart Entnahmeeleistungen von 76 - 108 dz/h möglich. Werden je nach Entfernung zum Stall 1,5 - 2 min für den Transport und das Absetzen zugeschlagen, so kann mit effektiven Leistungen von 38 bis 43 dz/h bei Mais und 54 - 62 dz/h bei Anwelksilage gerechnet werden.

Bei Eigengewichten der Geräte von 250 - 680 kg werden hohe Anforderungen an die Hubkraft und Tragfähigkeit der Schlepper gestellt. Bei den genannten Füllgewichten muß eine Tragfähigkeit von 800 - 1200 kg gegeben sein, so daß eine Auslastung dieser Geräte nur mit Schleppern ab 50 PS, die zum Teil mit Frontgewichten ausgestattet werden müssen, möglich ist. Da die Schlepper in dieser Größenklasse nur in den seltensten Fällen ausschließlich für die Siloentnahme bereitgestellt werden können, sollten die Anbaugeräte unbedingt mit Schnellkupplern ausgerüstet werden, um den lästigen, häufigen An- und Abbau zu erleichtern. Weiterhin wäre es wünschenswert, daß die Arbeitsbreite dieser Geräte auch den Schlepperbreiten angepaßt wird, damit in massiven Behältern nicht erreichbare Reste an den Wänden nicht von Hand entfernt werden müssen.

### 2.3 Flachsilofräsen

Mit wachsenden Viehbeständen und einer Vollmechanisierung der Fütterung gewinnen Flachsilofräsen an Bedeutung. Sie sind als Anbau oder als Anhängegeräte konzipiert. Die Silage wird von Fräsorganen über eine Sammelschnecke einem Wurfgebläse zugeführt und auf einen Futterwagen gefördert.

Als Fräswerkzeug kann bei Maissilage eine umlaufende Fräskette eingesetzt werden. Die gezeigte Flachsilofräse erfaßt Futterstöcke bis zu 5,0 m Höhe. Das Heben und Senken des Fräsorgans erfolgt über einen doppelt wirkenden Hydraulikzylinder.

Eine andere Bauart setzt als Fräsorgan eine messerbestückte Frästrommel ein. Auch hier wird der Fräsarm hydraulisch gehoben und gesenkt. In der kleineren Ausführung sind Silos bis 2,8 m Höhe, mit Hubbock bis zu 5 m Höhe zu entnehmen.

Eine als Anhängegerät gebaute Fräse besitzt einen mit Messern besetzten Fräskopf, der an einem hydraulisch horizontal und vertikal schwenkbaren Arm aufgesetzt ist.

Eine weitere Variante mit ähnlichem Fräskopf ist auf den Schlepper aufgesattelt und an Stelle des Gebläses mit einem Förderband ausgerüstet. Leider standen uns die letzten beiden Geräte nicht zur Verfügung.

Die beiden ersten Geräte wurden bei unseren Untersuchungen, die mit Unterstützung der LAV durchgeführt wurden, zur Entnahme von Silomais eingesetzt. Die Entnahmeeleistungen sind bei beiden Fräsen entscheidend

ang. Die beiden ersten Geräte wurden bei unseren Untersuchungen, die mit Unterstützung der LAV durchgeführt wurden, zur Entnahme von Silomais eingesetzt. Die Entnahmeeleistungen sind bei beiden Fräsen entscheidend

von der verfügbaren Antriebsleistung des Schleppers abhängig. (Abb.5) Die mittlere Leistungsaufnahme ist bei Fräskette und Frästrommel annähernd gleich. Der geringfügige Unterschied ist auf die Differenz der Leistungsaufnahme im Leerlauf zurückzuführen.

Entscheidender als das Mittel der Leistungsaufnahme ist aber der tatsächliche Verlauf während des Fräsvorgangs (Abb. 6). Hier ergeben sich zwischen beiden Geräten gravierende Unterschiede. Während das Gerät mit der Frästrommel bei einem technischen Durchsatz 48 t/h nur geringe Abweichungen vom Mittel aufweist, ergaben sich bei dem mit Fräskette erhebliche Schwankungen in der Leistungsaufnahme. Diese Abweichungen kommen noch deutlicher bei einer Darstellung der mittleren Drehmomente, der Mittel der Drehmomentspitzen und der maximalen Drehmomente in Säulenform zum Ausdruck (Abb. 7). Da bei den Flachsilofräsen die Gebläse zum überwiegenden Teil den hohen Kraftbedarf erfordern, dürfen diese Unterschiede nicht den Fräsorganen, sondern vielmehr der Gleichmäßigkeit der Gebläsebeschickung zugeschrieben werden. Während bei dem Gerät mit Frästrommel das Absenken über eine Senkdrossel in der Hydraulikleitung sehr gleichmäßig erfolgen konnte, war mit der Handsteuerung bei dem Gerät mit Fräskette nur ein ungleichmäßiges und zum Teil ruckartiges Absenken möglich. Zur Verminderung des hohen Kraftbedarfes sollen weitere Untersuchungen angestellt werden, wobei der Einsatz eines Förderbandes an Stelle des Gebläses eine Lösung bringen könnte.

Bei den genannten Leistungen handelt es sich um technische Durchsätze. Werden entsprechende Rüst- und Nebenzeiten für Inbetriebnahme und das Umsetzen der Fräse zugerechnet, so darf bei den genannten Geräten in Silomais bei einer Antriebskraft durch einen Schlepper mit 75 PS mit 20 - 25 t/h gerechnet werden. Auch bei diesen Geräten sollten Arbeits- und Schlepperbreite übereinstimmen oder es sollte, wie es bereits von einem Hersteller praktiziert wird, die Möglichkeit des seitlichen Versetzens geboten werden.

Der Einsatz von Grassilage war leider aus zeitlichen Gründen nicht mehr möglich und wird nachgeholt werden. Aus früheren Untersuchungen ist jedoch bekannt, daß bei Grassilage nur schneidende Fräswerkzeuge mit Erfolg eingesetzt werden können. Die erzielbaren Leistungen lagen etwa nur halb so hoch wie bei Silomais.

Die Silageentnahme ist nur ein Teilbereich der Fütterung. Alle Siloentnahmegeräte müssen daher in die Fütterungsverfahren eingegliedert werden. Die Beschickung stationärer Futtermittelanlagen ist nur bei in Stallnähe stehenden Hochsilos mit Fräsentnahme möglich. Alle absätzig arbeitenden Entnahmegeräte beim Hochsilo und die aufgezeigten Mechanisierungsmöglichkeiten für die Entnahme von Flachsilos lassen sich am zweckmäßigsten mit mobilen Futtermittelwagen kombinieren.

Mittlere Leistungsaufnahme in KW verschiedener Flachsilofräsen  
in Abhängigkeit vom Durchsatz bei Silomais mit 23 % TM

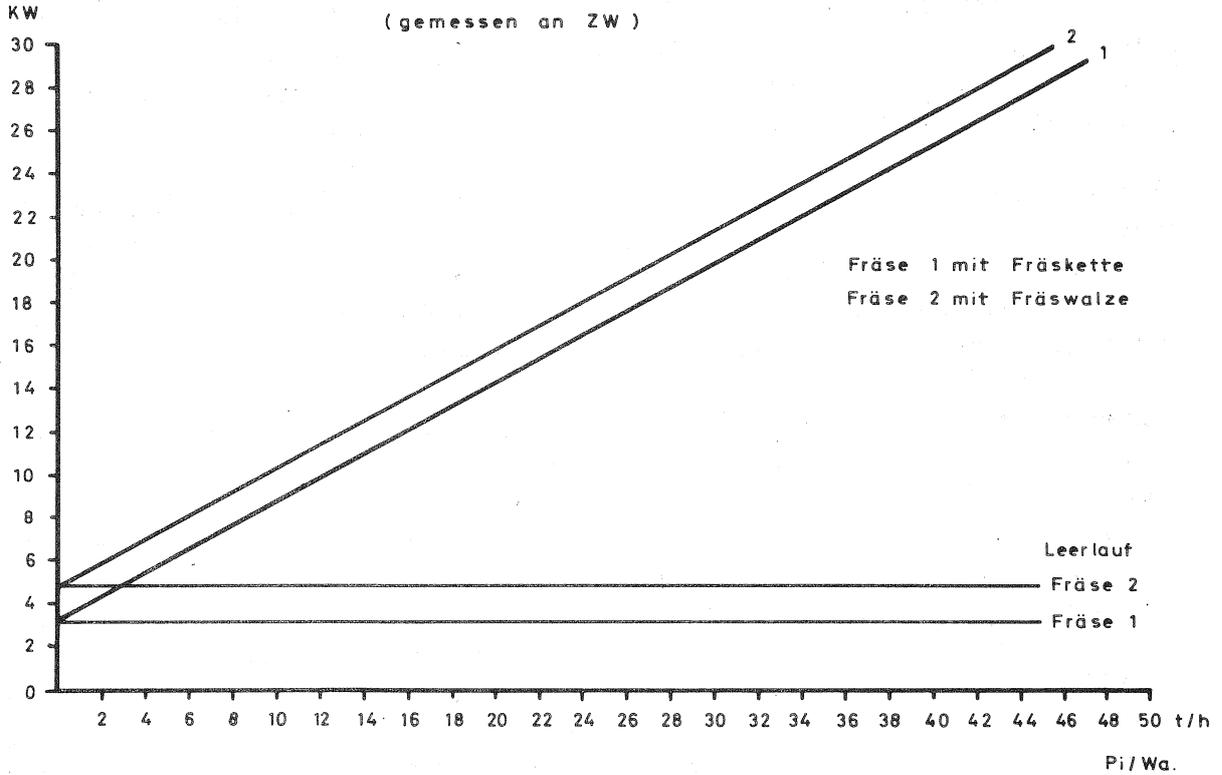


Abb. 5

Verlauf der Leistungsaufnahme bei verschiedenen Flachsilofräsen

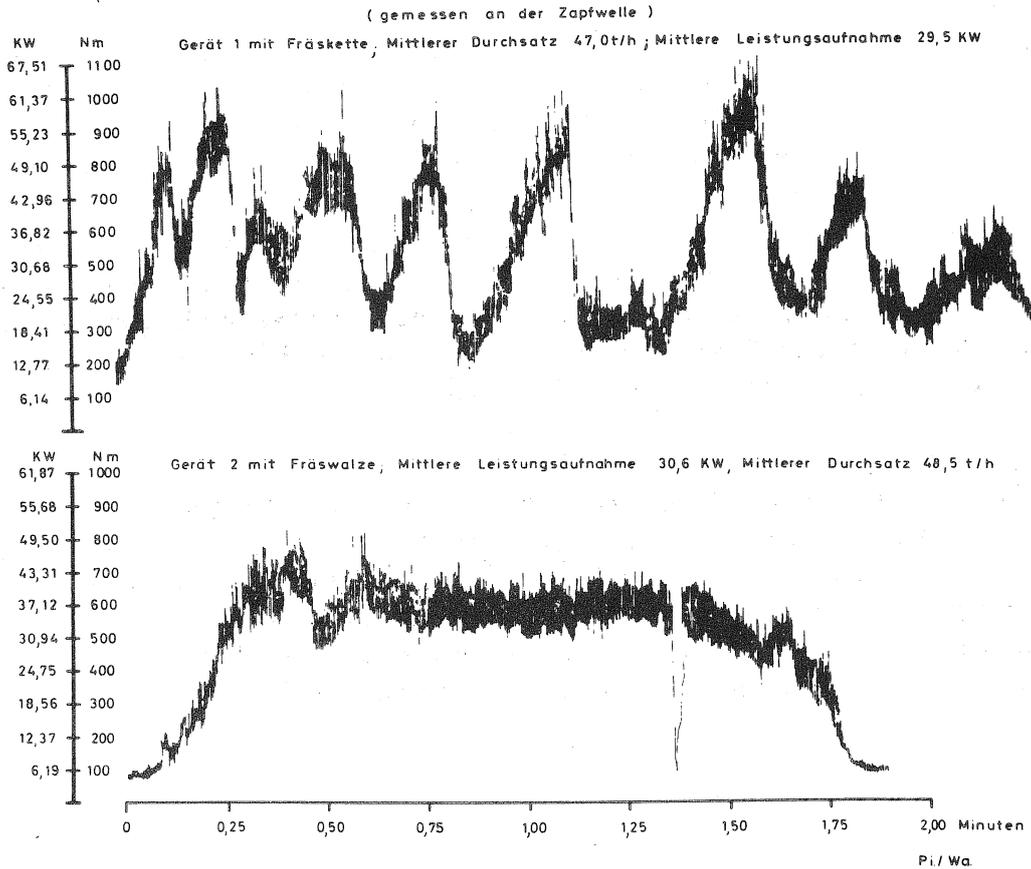


Abb. 6

### Mittlere und maximale Drehmomente bei zwei verschiedenen Flachsilofräsen

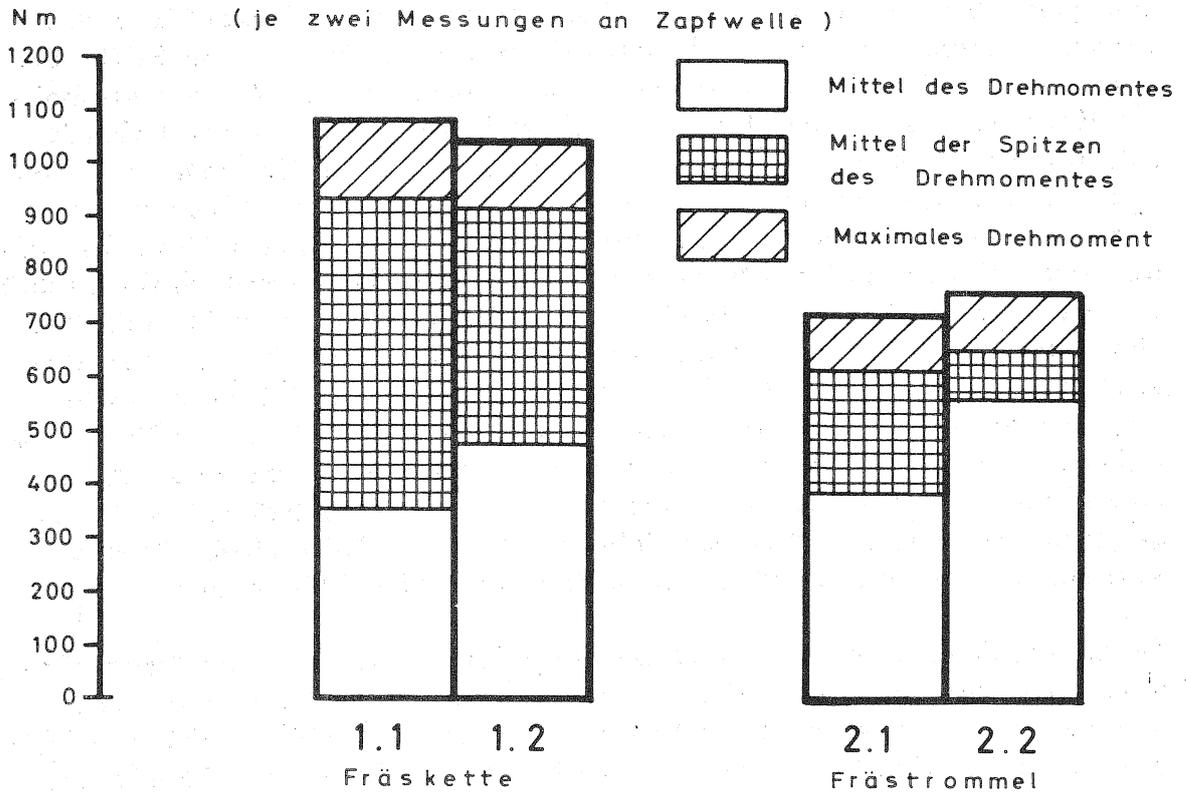


Abb. 7

## Stand der Entwicklung bei Grünfütterttrocknungsanlagen

von Prof.Dr.H.L. Wenner, LR A.Strehler und Dipl.-Ing.agr.W.Richter

Die Grünfüttertheißlufttrocknung hat in letzter Zeit eine außerordentliche Aktualität erlangt, und in diesem Jahr haben sich bereits mehrere Tagungen mit dem sehr umstrittenen Thema der Heißlufttrocknung von Grüngut beschäftigt. Dabei sehen die Befürworter dieser Konservierungsform sehr oft nur einseitig Vorteile, wie Ernte des Futters im optimalen Schnittzeitpunkt, weitgehende Witterungsunabhängigkeit, nur unbedeutende Futterverluste, hohe Futterqualität und Nährstoffkonzentration, und daher Einsparung von teurem Kraftfutter. Auf der anderen Seite betonen die Gegner der Grünfütterttrocknung vielfach wiederum sehr einseitig nur ihre Nachteile, also die beträchtlichen Investitionen für entsprechende Anlagenleistungen, die sehr hohen Trocknungskosten und daher eine geringe Konkurrenzfähigkeit gegenüber herkömmlichen Konservierungsmethoden, die Umweltbelastung u.a.m.. Man hat offenbar wieder einmal frühzeitig mehr emotionell Stellung bezogen über eine landtechnische Neu- bzw. Weiterentwicklung, vielfach ohne ausreichende Erfahrungswerte und abgesicherte Versuchsergebnisse abzuwarten. So erinnern die heutigen Debatten der Grünfütterttrocknung in ihrer Heftigkeit an die seinerzeitigen ersten Streitgespräche über den Mähdrescher.

In dieser Situation ist es daher die primäre Aufgabe der Landtechnik, zunächst einmal objektiv und stichhaltige Erkenntnisse über die Funktion dieses technischen Hilfsmittels "Grünfütterttrocknungsanlage" einschließlich der wichtigsten Einflußfaktoren zu erarbeiten und zweckmäßige Arbeitskettens für das gesamte Konservierungsverfahren darzulegen. Grundlage hierzu sind die Arbeiten von WIENEKE und die Versuchsergebnisse von STREHLER und RICHTER aus einem umfangreichen Arbeitsvorhaben, das dankenswerter Weise vom Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten seit 1971 finanziell gefördert wurde.

Als Ausgangspunkt sollen zunächst die Entwicklung der Heißlufttrocknungsanlagen im bayerischen Raum und die augenblickliche Situation gekennzeichnet werden, wobei die statistisch erfaßten Genossenschaftsanlagen im Vordergrund stehen (Abb.1). Die Zahl der Genossenschaftstrockner war 1960 völlig unbedeutend, bis 1965 erhöhte sich die Anzahl auf 20 Anlagen, bis 1970 kamen noch 4 Mehrfruchttrockner hinzu, jedoch waren 1973 bereits 41 Trocknungsanlagen in Betrieb. Diese sprunghafte Steigerung wurde in den letzten Jahren durch die hinzugekommenen Grünfütterttrockner verursacht. Jedoch gibt die insgesamt installierte Wasserverdampfungsleistung ein noch deutlicheres Bild. Während bis 1970 die Verdampfungsleistung für Graströcknungsanlagen sehr niedrig lag, stieg die Gesamtleistung bis heute infolge der in den letzten Jahren

gebauten Großanlagen zur Grünfüttertrocknung ganz beträchtlich an. Diese weiter steigende Tendenz wird anhalten, da bereits in diesem Jahr wiederum mehrere, noch nicht in Betrieb genommene Anlagen mit hoher Verdampfungsleistung erstellt wurden. Fest steht also, daß sich die Grünfüttertrocknung sprunghaft ausdehnt, sei es infolge hoher staatlicher Subventionen für die Anlageninvestitionen, sei es durch verfahrensbedingte Vorteile verursacht.

In der Tat ist die Grünfütter-Heißlufttrocknung ein Konservierungsverfahren, das sich bezüglich Futterqualität, Kapital- u. Energiebedarf sowie in der Arbeitsverteilung deutlich von den herkömmlichen Methoden der Heu- und Silagegewinnung unterscheidet. Diese verfahrensbedingten Unterschiede werden besonders deutlich, wenn man vom Futteraufwuchs während der Vegetationsperiode ausgeht und dabei die Anforderungen für die verschiedensten Formen der Gewinnung von Futtermitteln berücksichtigt (Abb.2). In Abhängigkeit von der Betriebslage der Futterpflanzenzusammensetzung, der Düngung und anderer Einflußfaktoren ergibt sich von Anfang April bis Anfang Oktober eine typische Futteraufwuchskurve, deren Verlauf hier nur als Fiktion angegeben werden kann. Vom gesamten Futteraufwuchs werden etwa 50% für die Sommerfütterung, also meistens für den Weidengang benötigt, während die restliche Hälfte als Winterfutter konserviert werden muß (siehe Abb.2 oben).

In der Praxis werden die hofnahen Flächen nahezu ausschließlich als Weide genutzt, während die entfernteren Schläge für die Winterfütterbereitstellung herangezogen werden. Wird nun die auf einer bestimmten Fläche heranwachsende Futtermenge ausschließlich für die Konservierung benötigt, (siehe Abb. 2 Mitte) dann ergibt sich für die Silage- und Heuernte folgender Zusammenhang: Ende Mai bis Anfang Juni erfolgt der erste Schnitt. Mitte Juli kann dann der 2. Schnitt einsetzen (nach Futterqualität noch als Heu zu bezeichnen) und schließlich Ende August bis Anfang September der 3. Schnitt. Kennzeichnend für diese bisherigen Erntemethoden ist, daß in jeweils sehr kurzen Zeitspannen mit hoher Bergeleistung der vorher erfolgte Futteraufwuchs geerntet und konserviert werden muß; wodurch eine sehr hohe Schlagkraft für die Futterernte benötigt wird. Bei diesem Verfahren kann der optimale Schnittzeitpunkt je nach Witterung weit verfehlt werden. Demgegenüber setzt das Ernteverfahren für die Heißlufttrocknung bereits frühzeitiger und zwar bereits in der ersten Maihälfte ein, und erfolgt während der ganzen Vegetationszeit bis etwa Ende September mit vielleicht einer kleinen Unterbrechung Ende August. Dadurch ergibt sich eine wesentlich bessere Arbeitsverteilung über die Gesamtzeit des Futteraufwuchses, der opt. Schnittzeitpunkt für hohe Futterqualitäten wird leichter erreicht. Der Hauptanteil des Futteraufwuchses für die Heißlufttrocknung kann bei zehn-stündiger täglicher Arbeitszeit geborgen werden, lediglich Ende Mai bis Anfang Juni muß der Trockner über 14 Tage hinweg etwa 20 Stunden pro Tag in Betrieb sein (siehe Abb. 2 unten). Unter diesen Voraussetzungen kann ein grober Kalkulationswert für die notwendige Trocknerleistung mit 0,1 dz Trocken-

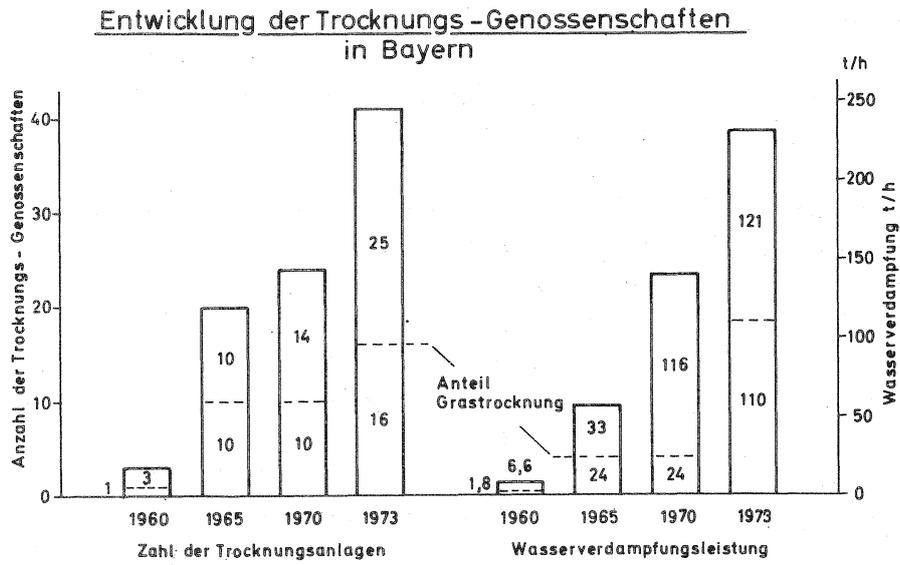


Abb. 1

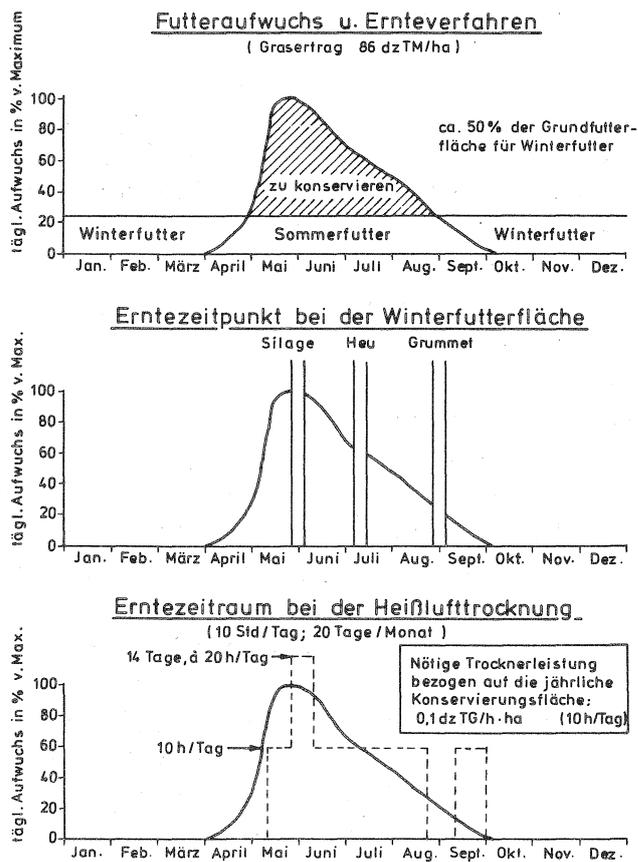


Abb. 2

gut je Stunde und ha Futterfläche, die insgesamt konserviert wird, errechnet werden. Für eine Konservierungsfläche von 50 ha Futteraufwuchs wäre demnach eine Trocknerleistung von 5 dz TG/h erforderlich (entspricht bei Frischguttrocknung einer Wasserverdampfung von ca. 1,8 t/h).

Diese Gegenüberstellung zeigt also, daß bei der Silage- und Heugewinnung außerordentliche Arbeitsspitzen auftreten, und infolge des späteren Erntezeitpunktes und hoher Witterungsabhängigkeit mit beträchtlichen Nährstoffverlusten gerechnet werden muß. Demgegenüber zeichnet sich die Heißlufttrocknung einmal durch eine gute Arbeitsverteilung aus; zum anderen kann sie als weitgehend witterungsunabhängiges Verfahren und durch Vorverlegungen des Schnittzeitpunktes in den optimalen Bereich hohe Futterqualitäten bereitstellen, die nun erstmals bei konserviertem Grundfutter dem Frischgut nahezu gleichkommen.

Die Arbeitskette zur Bergung des Frischgutes für den Trockner gleicht in etwa den eigenbetrieblichen konventionellen Konservierungsmethoden, besonders dem Verfahren zur Silagegewinnung (von nicht vorgewelktem Silofutter). Auch bei der Grünfütterttrocknung fallen vorausgehend die Arbeitsglieder Mähen, Schwaden, Aufladen, Transport und Abladen des Erntegutes an. Diese einzelnen Arbeiten sollen hier nicht nochmals in ihren Abhängigkeiten behandelt werden, da bereits beim KTBL-Symposium eingehend auf die Frischgutbereitstellung eingegangen wurde. Lediglich sei nochmals auf den wesentlichen Unterschied gegenüber der eigenbetrieblichen Konservierung hingewiesen, der dadurch auftritt, daß für stationäre Großtrocknungsanlagen der nachteilige Effekt größerer Transportentfernungen berücksichtigt werden muß. Hier sind sehr hohe Anforderungen an das durchschnittliche Ladegewicht und an die Transportgeschwindigkeit bei steigenden Entfernungen zu erfüllen, wie aus Abb. 3 hervorgeht.

Wird zunächst eine Trocknerleistung von 10 t Wasserverdampfung/h unterstellt, und soll der Trockner 12 Stunden pro Tag in Betrieb sein, dann ergibt sich eine notwendige Bergeleistung von etwa 16 t Frischgut je Stunde, wobei eine Bergezeit von 10 h/Tag unterstellt ist. Ein Selbstfahrladewagen erreicht auf bei nur 1 km Feldentfernung diese geforderte Bergeleistung nicht; bis zu einer Entfernung von 7 km sind 2 Selbstfahrladewagen notwendig, die jeweils 5 t Frischgut fassen und eine durchschnittliche Transportgeschwindigkeit von 40 km/h erreichen. Über 7 km Feldentfernung sind bereits 3 Selbstfahrwagen notwendig. Bleibt jedoch der Trockner während der Hauptfutteraufwuchszeit 24 Stunden je Tag in Betrieb, ergibt sich eine Verdoppelung der notwendigen Bergeleistung auf 32 t Grüngut/h. Dann sind bis 4 km durchschnittlicher Feldentfernung 3 Selbstfahrladewagen erforderlich, bis 7 km Feldentfernung 4 Selbstfahrladewagen und bei noch größerer Feldentfernung weitere Transportfahr-

zeuge. Bei Tag- und Nachttransport sinken die notwendigen Bergeleistungen auf etwa die Hälfte. Demgegenüber genügt für einen kleineren fahrbaren Trockner mit etwa 2,5 t Wasserverdampfung je Stunde bei kurzen Feldentfernungen 1 Häckselladewagen.

Jedoch steigen mit zunehmenden Entfernungen nicht nur die Anforderungen an die zu bewältigende Transportarbeit beträchtlich an, sondern auch die Transportkosten. Werden für eine überschlägige Berechnung die Verrechnungssätze der Maschinenringe unterstellt und an Arbeitskosten 8 DM/Stunde, dann vergibt sich mit steigender Transportentfernung ein linearer Anstieg der Transportkosten (Abb.4). Beim Einsatz eines Selbstfahrladewagens mit 5 t Fassungsvermögen und einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 30 km/h ergibt sich bei 1 km Feldentfernung eine Kostenbelastung von 1,50 DM/dz Trockengut, bei 10 km jedoch sind es bereits 3,50 DM/dz Trockengut. Der Antransport mit betriebseigenen Ladewagen liegt jedoch nur bei kürzesten Entfernungen unter diesem Kostenverlauf, bereits ab 1 km Feldentfernung übersteigen die Transportkosten des kleinen Ladewagens diejenigen des Selbstfahrladewagens. Treten jedoch bei der betriebseigenen Futteranlieferung außerdem noch Wartezeiten von 1 bzw. 2 Stunden vor der Trocknungsanlage auf - wie es sehr häufig der Fall ist - , dann erreichen (mit Zunahmen der Anlieferungsentfernung und bei Bewertung der Wartestunden mit 8,00 DM/h) die Kosten der Grüngutanlieferung Größenordnungen von 3 - 8 DM/dz Trockengut.

Als Folgerung dieser Gegenüberstellung zeigt sich also, daß man von einer Anlieferung von Frischgut durch Ladewagen der Landwirte mehr und mehr absehen sollte, und daß die zu zahlenden Trocknungskosten in Abhängigkeit von der Entfernung gestaffelt werden müssen, wie es bereits einige Trocknungsgenossenschaften vorsehen. Ein zu weites Einzugsgebiet mit über 10 km Feldentfernung wie es für sehr große Trocknungsgenossenschaften notwendig ist, verteuert die Herstellungskosten von Trockengut in unwirtschaftlichem Ausmaß. Ferner wird deutlich, daß mobile Trockner mit nicht zu aufwendiger Erntetechnik durchaus in dieser Beziehung günstiger abschneiden können.

Die Arbeitsweise und Funktion der Trockner selbst von der Frischgutannahme bis zum Trockengutausstoß ist weitgehend als ausgereift anzusehen; lediglich bleibt bei einigen Ausführungen bei der selbsttätigen Regelung des Gutdurchsatzes und der Trocknungslufttemperaturen noch etwas zu verbessern. Sowohl bei stationären Großanlagen wie besonders auch bei mobilen Trocknern muß die Forderung nach völlig automatischem Ablauf des Trocknungsvorganges erfüllt sein, möglichst auch bei wechselnder Ausgangsfeuchte des Frischgutes. Als wesentliches trocknungstechnisches Problem aus einer Fülle von Einzelfragen soll weiterhin lediglich auf die Bedeutung des Wärmeaufwandes eingegangen werden, zumal hier vielfach falsche Vorstellungen herrschen. Ausgangspunkt ist zunächst

Erforderliche Bergeleistung in Abhängigkeit von der Trocknerleistung und der Feldentfernung

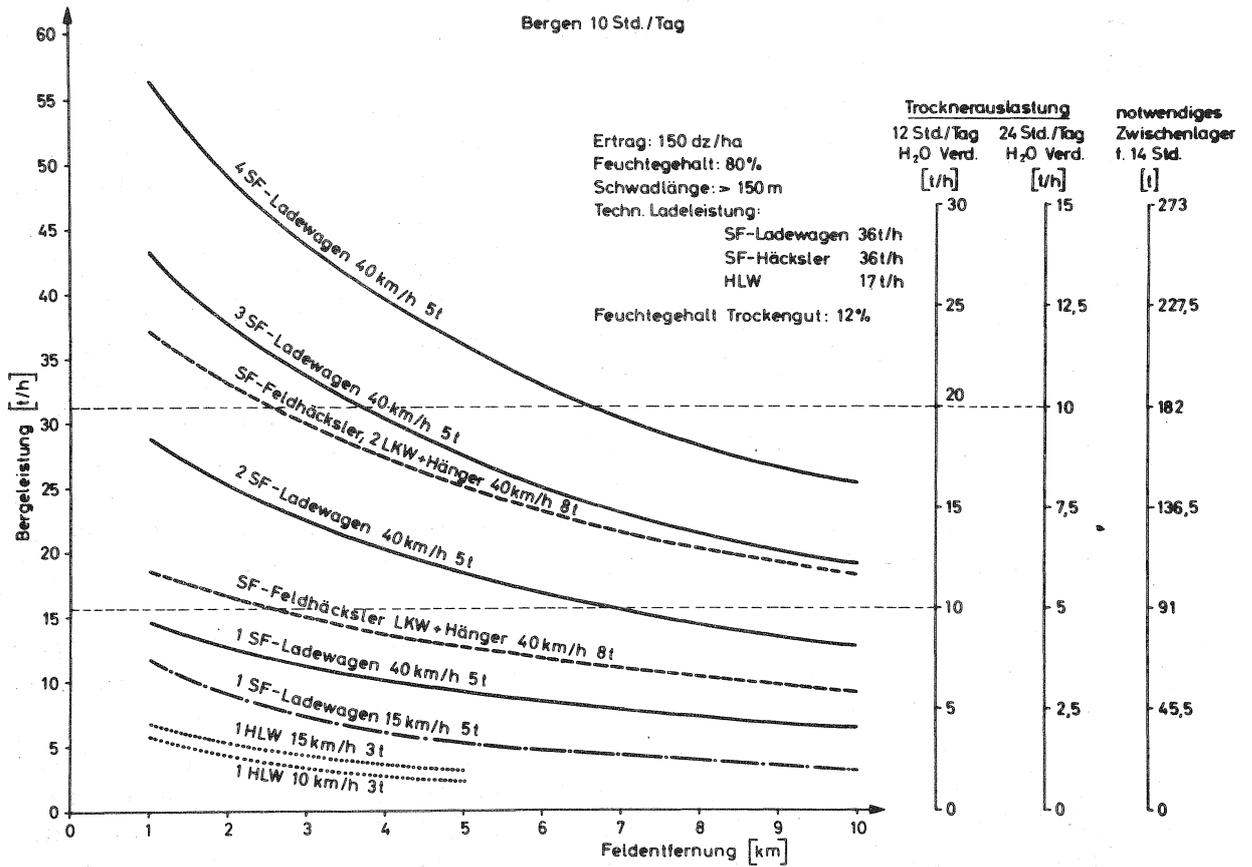


Abb. 3

Kosten der Grüngutanlieferung

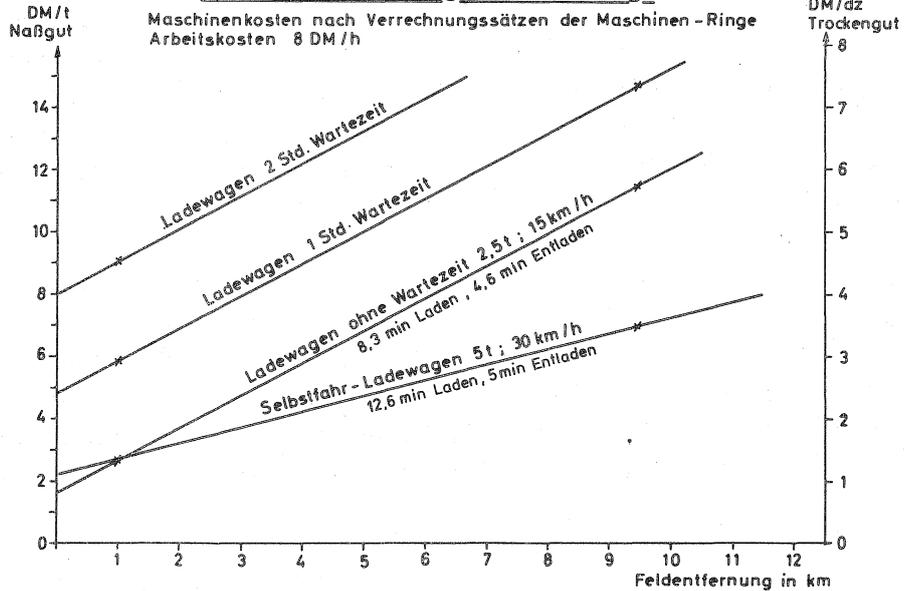


Abb. 4

der notwendige Wasserentzug in kg bezogen auf 1 dz Trockengut und zwar in Abhängigkeit vom Anfangsfeuchtegehalt des Gutes (Abb. 5). Bekanntlich fällt die zu entziehende Wassermenge besonders im Bereich hoher Anfangsfeuchtegehalte auch bei nur kurzem Vorwelken sehr stark ab. Senkt man den Anfangsfeuchtegehalt von 80% auf 70% ab, so sinkt der notwendige Wasserentzug je dz Trockengut um 40%. Allerdings nimmt dann der spezifische Wärmeverbrauch in kcal/kg Wasserverdampfung geringfügig zu, da die Trocknungslufttemperatur mit sinkendem Anfangsfeuchtegehalt reduziert werden muß. Die gestrichelt eingezeichnete Linie gibt den Anstieg des spezifischen Wärmeverbrauches (Durchschnitt vieler Messungen) wieder. Die höchstmöglichen Grenztemperaturen führen also zu einem steigenden spezifischen Wärmeverbrauch von 840 kcal/kg Wasserverdampfung bei 80% Anfangsfeuchtegehalt auf etwa 930 kcal/kg Wasser bei 70% Anfangsfeuchtegehalt. Der absolute Wärmeverbrauch in 1.000 kcal/dz Trockengut fällt daher nicht in gleichem Ausmaß wie der notwendige Wasserentzug, sondern entsprechend weniger (siehe Abb.5 rechte Ordinate).

Immerhin bleibt eine bedeutende Einsparung an Wärme durch den Übergang zu niedrigeren Anfangsfeuchtegehalten zu verzeichnen. Die Senkung des Anfangsfeuchtegehaltes von 80% auf 70% bewirkt eine Verringerung des Wärmeverbrauches von 290 000 kcal/dz Trockengut auf etwa 180 000. Selbst bei einer nur mäßigen Reduzierung des Anfangsfeuchtegehaltes auf 75% wäre noch eine beträchtliche Verminderung des Wärmeverbrauches möglich. Aus dieser Sicht könnte sich bereits ein geringes Vorwelken des Futters sehr positiv auf die Energiekosten auswirken.

Besondere Bedeutung erhält dieser Zusammenhang infolge der in letzter Zeit stark angestiegenen Energiepreise, speziell bei Heizöl. Die Heizölkosten verhalten sich proportional zum Wärmeverbrauch, dementsprechend stark ist bei der Trocknung ihre Abhängigkeit vom Anfangsfeuchtegehalt (Abb. 6). Bei niedrigen Heizölpreisen von nur 0,1 DM/l ist in der Spanne von 80 bis 70% Anfangsfeuchtegehalt des Trockengutes mit Heizölkosten von 3 bis 2 DM je dz Trockengut zu rechnen. Heizölpreise von 0,18 DM/l erfordern bereits Brennstoffkosten von 6 bis 4 DM/dz; bei 0,26 DM/l Öl treten sogar Kosten von nahezu 9 bis 5,5 DM/dz Trockengut auf.

Eine Erhöhung der Heizölpreise bringt also eine wesentliche Verteuerung der Heißlufttrocknung mit sich, insbesondere bei hohen Anfangsfeuchtegehalten. In der Tat bietet sich durch die Maßnahme des Vorwelkens eine Chance, die hohen Ölpreise halbwegs aufzufangen, sofern das Vorwelken des Futters nicht mit wichtigen Kostennachteilen (Qualitätsminderung und Verluste) verbunden ist.

Neben der Energieeinsparung bewirkt das Vorwelken eine Erhöhung des Trockengutdurchsatzes (Abb. 7). Wie zahlreiche Versuchsergebnisse an stationären und versetzbaren Trocknungsanlagen zeigten,

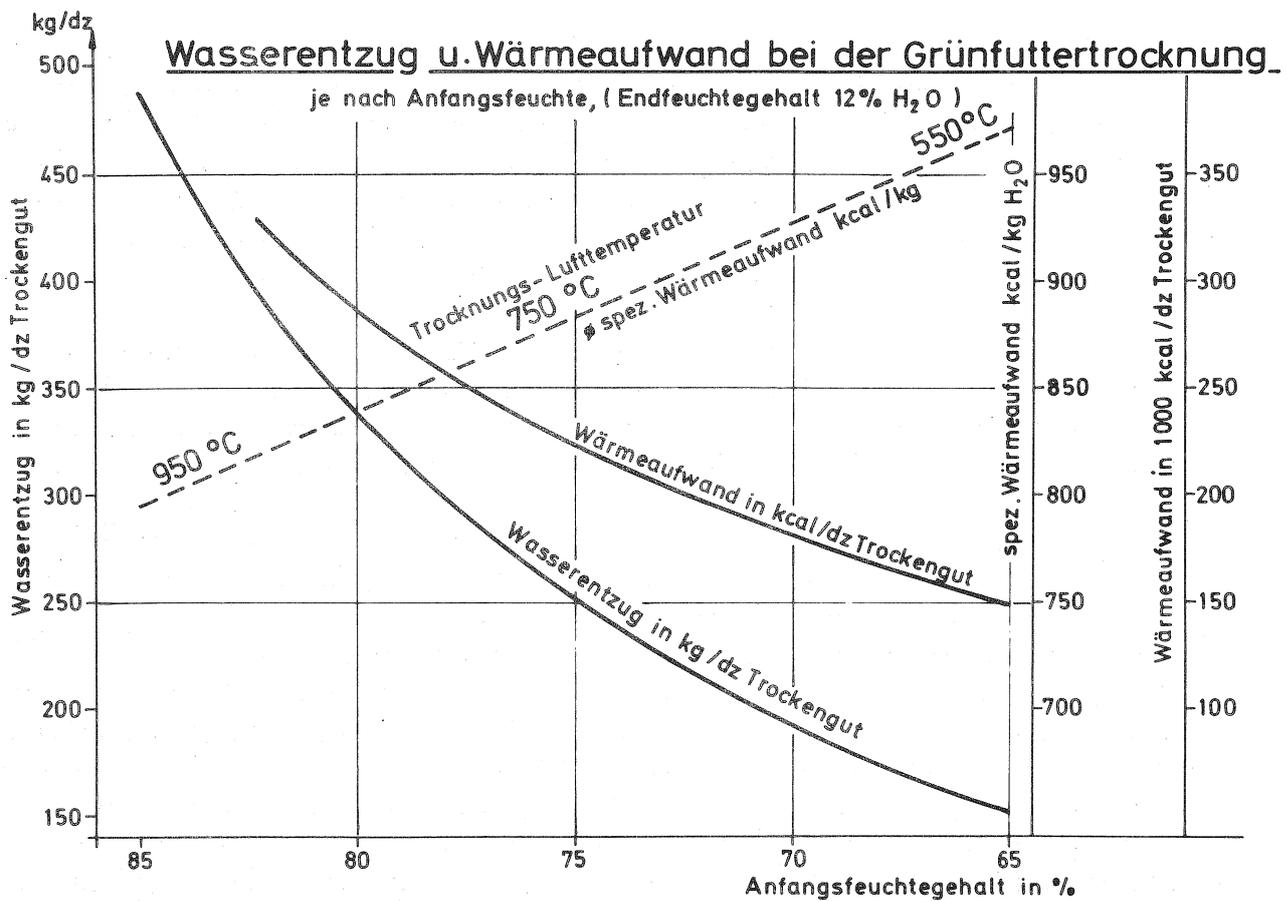


Abb. 5

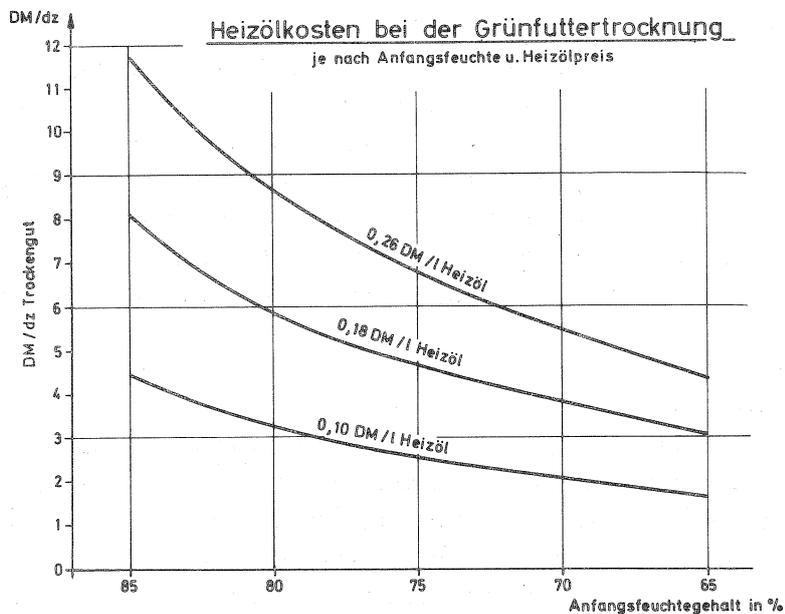


Abb. 6

sinkt zwar die erzielbare Wasserverdampfung mit der Verringerung der Anfangsfeuchtegehalte des Frischgutes einfach infolge notwendiger Reduzierung der Trocknungslufttemperatur und somit des Öldurchsatzes, jedoch kann eine Senkung des Anfangsfeuchtegehaltes von 80 auf 75% eine Steigerung des Trockengutdurchsatzes um etwa 15% bewirken. Das bedeutet eine höhere Trocknerleistung bei gleichbleibenden Investitionsaufwand oder Verminderung der Kapitalkosten je dz Trockengut.

Leider bleibt die Frage offen, ob dieser für die Trocknungskosten sehr wirkungsvolle Weg des Vorwelkens von Futter begangen werden soll. Abgesehen von der Problematik steigender Futtermittelverluste durch das Vorwelken tritt die Einschränkung auf, daß sämtliche Vorwelkverfahren auf günstige Wetterverhältnisse angewiesen sind, daß also nur zeitweise ein Erfolg möglich wäre. Weiterhin muß sehr bezweifelt werden, ob bei der Anlieferung an Großtrocknungsanlagen von den unterschiedlichsten Flächen überhaupt aus organisatorischen Gründen ein Vorwelken des Futters erreichbar ist, ganz zu schweigen von den Verlustzeiten bei der Trocknerführung für sehr unterschiedlich vorgewelkte, teils kleine Futterpartien. Lediglich bei einer eigenbetrieblichen, fahrbaren Trocknungsanlage kann das Vorwelken von Futter ohne großen Zusatzaufwand zeitweise durchgeführt werden; weitere Erfahrungen hierüber müssen jedoch noch gesammelt werden. Die Ergebnisse von Verdaulichkeits- und Fütterungsversuchen liegen noch nicht vollständig vor.

Innerhalb der Probleme um die Grünfütterertrocknung nimmt die Trockengutpresse einen bedeutungsvollen Platz ein. Zwei Bauarten für das Verpressen des Trockengutes sind zu unterscheiden, die Kollergangpresse und die Kolbenpresse (Abb. 8). Kollergangpressen werden mit Ringmatrizen oder Scheibenmatrizen gebaut. Wird gemahlene Gut verarbeitet, dann spricht man von Pellets, wird Häckselgut verpreßt, so nennt man die Preßlinge Cobs. Die Kolbenpresse stellt sogenannte Briketts her. Pellets, Cobs und Briketts unterscheiden sich wesentlich in ihrem Durchmesser sowie in ihren Raum- und Schüttgewichten. Von besonderem Interesse ist der Leistungsbedarf der verschiedenen Pressebauarten. Kollergangpressen erfordern einen spezifischen Leistungsbedarf von etwa 50 KW je t/h, während dieser Leistungsbedarf bei Kolbenpressen nur etwa halb so hoch liegt. Auch im Kapitalbedarf übertreffen die Kollergangpressen die Werte der Kolbenpresse.

Aufgrund dieser Vorteile der Kolbenpresse ist zu erwarten, daß diese Bauart in nächster Zeit auch für Großtrockner zur Verfügung steht und damit eine gewisse technische Verbesserung dieser Anlagen möglich wird. Nach dem Pressen und Kühlen des Trockengutes muß nun zum Ende des Gesamtverfahrens der Grünfütterertrocknung eine Zwischenlagerung und schließlich der Abtransport der Preßlinge erfolgen. Je nach Anlagengröße und Dauer der Zwischenlagerung treten unterschiedliche Anforderungen an das Fassungsvermögen der Auffangeinrichtungen auf (Abb. 9).

Durchsatzleistung einer fahrh. Trocknungsanlage  
je nach Anfangsfeuchte ( Versuchsergebnisse )

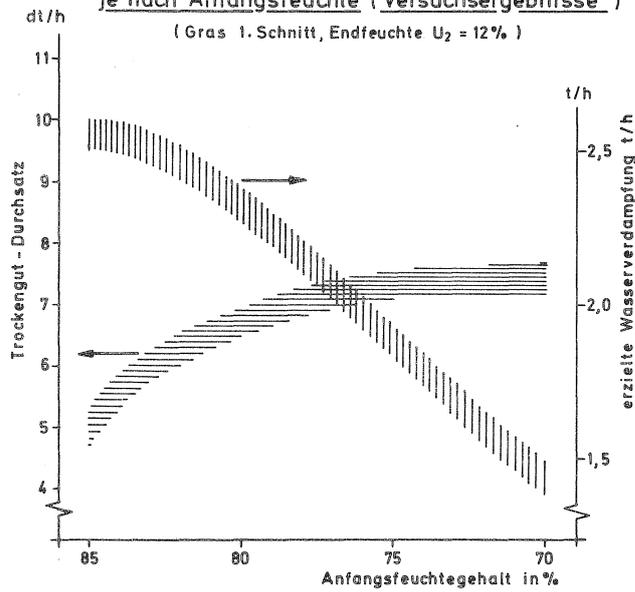


Abb. 7

**Pressen für Trockengut**

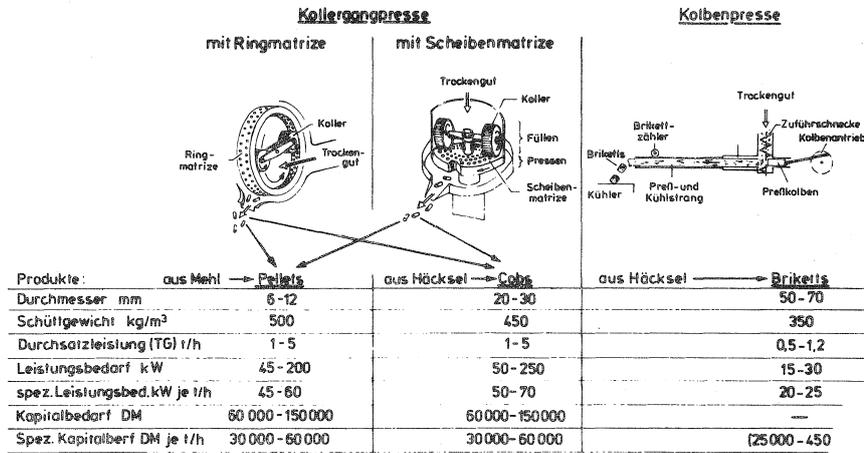


Abb. 8

Notwendiger Zwischenlagerraum nach d. Grünfütterttrocknung

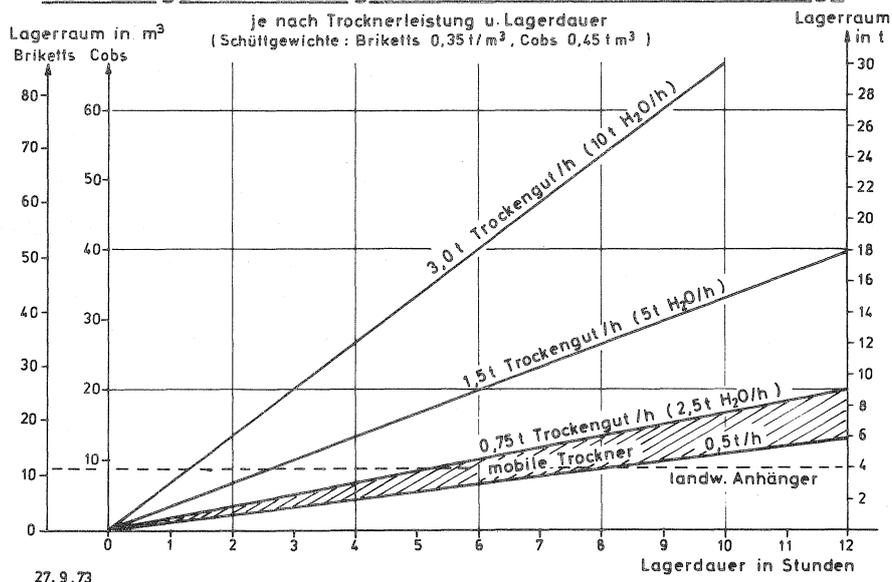


Abb. 9

Für fahrbare Trocknungsanlagen genügt zum Auffangen der Briketts bis zu einer Betriebszeit von 6 Stunden ein größerer landwirtschaftlicher Anhänger, bei 12 Stunden Betriebszeit werden 2 Anhänger erforderlich. Großtrockner mit einer Wasserverdampfungsleistung von 10 t/h verlangen bei 6 Stunden Betrieb einen Lagerraum von 18 t, wozu etwa 40 bis 50 cbm Lagerraum bereitgestellt werden müssen; soll jedoch der Trockengutausstoß von 12 Betriebsstunden aufgefangen werden, muß der Lageraum etwa 40 t fassen. Neben ausreichendem Zwischenlagerraum ist zu berücksichtigen, daß mehrere Behälter für unterschiedliche Partien zur Verfügung stehen müssen.

Der Abtransport des Trockengutes, meist mit eigenbetrieblichen Fahrzeugen der Landwirte, verlangt wiederum je nach Entfernung einen allerdings nur bescheidenen Arbeitszeitaufwand, da kaum noch Wasser transportiert werden muß. Bei der endgültigen Einlagerung der Preßlinge im Futterlager kommt der wesentlichste Vorteil dieser Futterform zum Tragen; die sehr hohen Schüttgewichte bewirken nur geringe Raumansprüche an das Futterlager. Vergleicht man die verschiedenen Konservierungsverfahren in ihren Lagerraumansprüchen miteinander, dann ergibt sich folgendes Bild (Abb. 10). Der Raumbedarf bezogen auf 1 ha Futterernte liegt bei Heu in loser Schüttung bei etwa 110 cbm, Hochdruckballen erfordern demgegenüber nur 45 cbm/ha. Bei Silage liegt ein ähnlicher Wert vor. Demgegenüber nehmen Briketts jedoch nur noch etwa 30 cbm/ha ein, Cobs und Pellets schneiden sogar noch günstiger ab. Ein Vergleich der Lagerraumansprüche bezogen auf Nährstoffeinheiten zeigt infolge hoher Verlusten an Nährstoffen bei Heu und Silage noch wesentlich günstigere Verhältnisse für Trockengutpreßlinge; der spezifische Lagerraumbedarf je 1000 KStE erfordert bei Heu etwa 34 m<sup>3</sup>, bei Briketts, Cobs und Pellets jedoch nur noch 4 bis 6 m<sup>3</sup>.

Es sind also bei der Lagerung des Futters als Preßlinge gegenüber den herkömmlichen Konservierungsmethoden beträchtliche Vorteile zu verzeichnen. Diese Vorteile durch erhebliche Einsparungen an Lageraum kommen allerdings nur bei Nebausituation voll zum Tragen.

Abschließend soll noch kurz zu der Frage, wie fahrbare kleinere Trockner gegenüber den stationären Großanlagen zu beurteilen sind, aus zwei Blickrichtungen Stellung genommen werden. Zunächst zur Arbeitserledigung, also dem notwendigen Arbeitszeitbedarf und der Zahl der erforderlichen Arbeitskräfte. Mobile Trockner besitzen schon meistens Regelsysteme, die einen Betrieb des Trockners weitgehend ohne Aufsicht gewährleisten, so daß nur eine Arbeitskraft zur Futteranlieferung und zur gleichzeitigen Betreuung des Trockners benötigt wird. Bei dem Versuchseinsatz eines fahrbaren Trockners in diesem Jahr mit über 500 Betriebsstunden trat in dieser Hinsicht keine Schwierigkeit auf. Aufgrund ihrer Mobilität sind zur Grüngutanlieferung nur kurze Transportentfernungen zu überbrücken, jedoch muß ein zusätzlicher Zeitaufwand für das Umsetzen berücksichtigt

werden. Insgesamt fällt für den Betrieb eines fahrbaren Trockners ein durchschnittlicher spezifischer Arbeitszeitbedarf von etwa 1,0 AKh/t Trockengut an. Bei stationären Großanlagen sind ein ganzjährig angestellter Geschäftsführer, ein Maschinist und Aushilfskräfte tätig, so daß sich je nach Nennleistung der Anlage und Einsatzstunden im Jahr ein spezifischer Arbeitszeitbedarf von etwa 1,0 bis 1,5 AKh/t Trockengut ergibt. In dieser Beziehung sind mobile Anlagen also nicht ungünstiger zu beurteilen; allerdings werden modernste Großanlagen hier eine gewisse Verbesserung versprechen.

Ausschlaggebend sind jedoch letztlich die auftretenden Trocknungskosten, die zunächst allerdings nur unter großen Vorbehalten und lediglich als grobe Orientierung aufgezeigt werden können; denn wie bei jeder Kostenrechnung kommt es entscheidend auf zutreffende Unterstellungen und Grunddaten an, die jedoch teilweise bei der Heißlufttrocknung noch fehlen, wie Reparaturkosten, Lebensdauer der Anlage u.a.m.. So sollen abschließend nur Kostenbereiche mit den wichtigsten Abhängigkeiten wiedergegeben und ein Vergleich zwischen versetzbaren und stationären Anlagen angestellt werden (Abb.11).

Die Trocknungskosten in DM/dz Trockengut setzen sich aus zwei großen Bereichen zusammen. Nur geringe Kosten verursacht der Antransport des Frischgutes und der Abtransport der Preßlinge, während der Hauptteil der Trocknungskosten auf den Betrieb des Trockners selbst entfällt. Bei letzteren sind die Kapitalkosten, die Heizölkosten und schließlich die Arbeitskosten zu berücksichtigen. Bei fahrbaren Anlagen mit niedriger Wasserverdampfungsleistung treten bei einer durchschnittlichen Transportentfernung von 1 km nur geringe Kosten für die Frischgutbereitstellung und für den Trockengutabtransport auf. Der hohe Anteil an Kapitalkosten schwankt bei derartigen mobilen Anlagen je nachdem, ob bei einer Abschreibungsdauer von 10 000 Stunden die Anlage 1000 Stunden/Jahr in Betrieb sein kann, oder aber ob die Abschreibung auf 7000 Stunden Gesamtbetriebszeit bezogen werden muß und die Anlage nur 600 Stunden im Jahr eingesetzt wird. Der hohe Anteil der Brennstoffkosten schwankt sehr stark in Abhängigkeit der Heizölpreise, wie bereits ausführlich dargelegt wurde; bei nur 12 Pf./l Heizöl treten nur mäßige Brennstoffkosten auf, die sich jedoch bei 20 Pf./l Heizöl sehr stark erhöhen. Der Kostenanteil für Dieselöl und Schmierstoffe sowie für die Arbeitskosten ist als gering anzusehen. Insgesamt muß bei mobilen Anlagen mit einer Kostenspanne von 13 bis etwa 20 DM/dz Trockengut gerechnet werden. Bei heutigen Ölpreisen von 20 Pf./l ergibt sich eine Spanne von 16 bis 20 DM/dz. Werden die Anlieferung des Frischgutes und der Abtransport der Trockengutpreßlinge nicht mit einbezogen, dann ergeben sich Trocknungskosten von 13,5 bis 17 DM/dz. Bei stationären Großanlagen liegen ähnliche Relationen vor. Auch bei ihnen kommt es im wesentlichen auf eine gute jährliche Auslastung sowie auf niedrige Heizölpreise an. Jedenfalls weisen stationäre Großanlagen nicht generell niedrigere Trocknungskosten auf

Lagerungsbedarf bei verschied. Futterkonservierungs-Verfahren

( Aufwuchs 86 dz TM / ha )

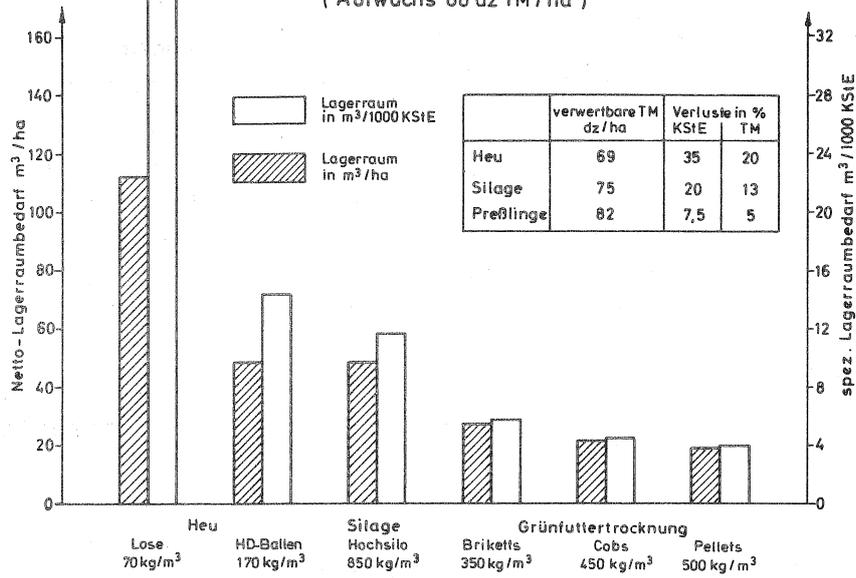


Abb. 10

Kostenspanne bei der Grünfüttertröcknung

( Heißlufttröcknung )

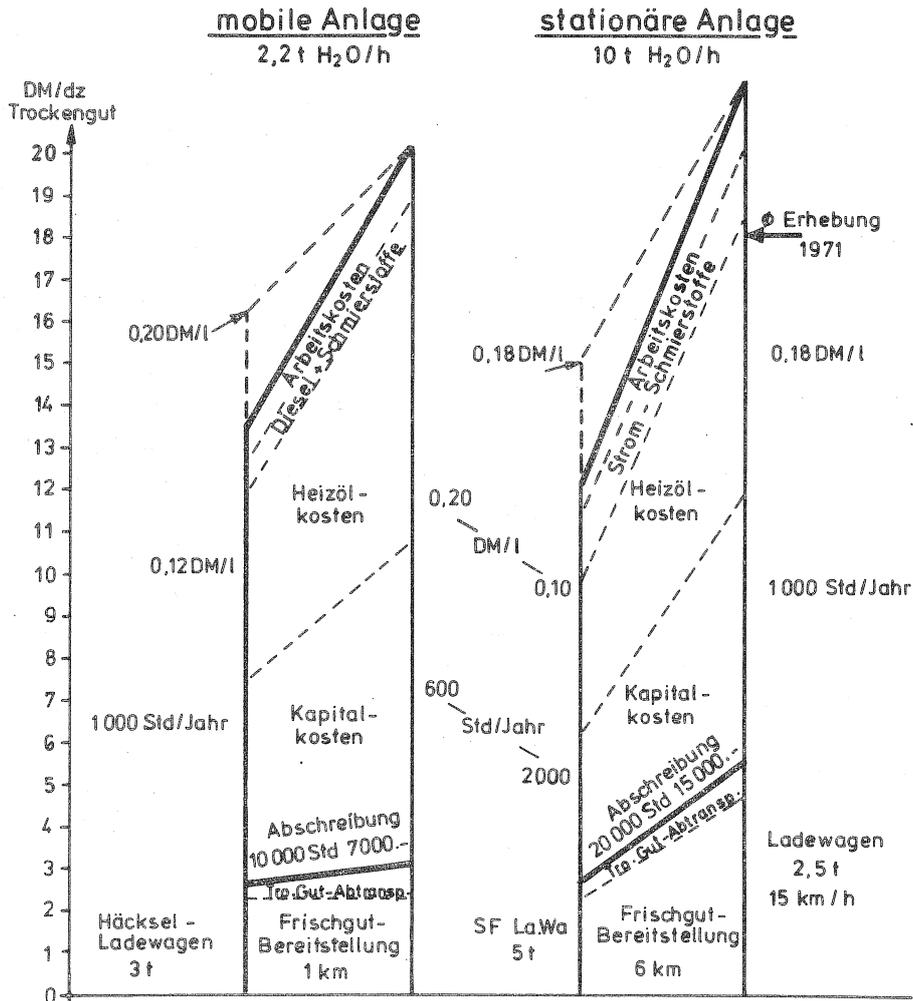


Abb. 11

als mobile Anlagen.

Für den Fall, daß bei diesen Kostenrechnungen nicht völlig falsche Unterstellungen getroffen wurden, läßt sich auch von der Kostenseite her folgern, daß versetzbare Heißlufttrockner mit relativ niedriger Nennleistung nicht ungünstiger beurteilt werden dürfen als die stationären Großanlagen. Hier sei daher der Hinweis erlaubt, daß folglich auch die versetzbaren Trockner ebenso eine staatliche Förderung verdienen wie stationäre Großanlagen, sofern man dieses Konservierungsverfahren unterstützen will.

Die entscheidende Frage bleibt jedoch, ob die nach wie vor relativ aufwendige Grünfütterheilufttrocknung insgesamt konkurrenzfähig sein kann gegenüber den herkömmlichen Methoden der Futtermittelkonservierung. Ausschlaggebend hierfür sind in erster Linie das Ausmaß an höherer Futterqualität, die bessere Futtermittelverwertung, die Einsparung von Zukaufsfuttermitteln und insbesondere der künftige Energiepreis. Inwieweit sich echte Zukunftschancen für die Grünfütterheilufttrocknung ergeben, müssen genaue Berechnungen der Betriebswirtschaft zeigen, die jedoch Klarheit in den Fragen des Futtermittelwertes und der Energiepreissituation voraussetzen. Jedenfalls haben der tech. Fortschritt und hier speziell die Landtechnik wieder einmal Bewegung in scheinbar festgefügte Geleise gebracht.

#### Literatur:

- FELDMANN, F.: Die Wirtschaftlichkeit der Grünfütterheilufttrocknung neuer Konzeption. - Harsewinkel 1972
- KANDERT, I.: Betriebswirtschaftliche Betrachtung von fahrbaren Feldtrocknern  
Stuttgart - Hohenheim 1973.
- NORDENSKJÖLD, R.: Stand und Technik der Grünfütterheilufttrocknung. - Grndl.Landtechnik 20 (1970), H. 1
- REINHARDT, H.: Beitrag zur ökonomischen Beurteilung der Heißlufttrocknung von Grünfütter. -  
STEINHAUSER, H.: Das wirtschaftseigene Futter 18 (1972) H. 2
- REINHARDT, H.: Betriebswirtschaftliche Daten zur Trocknung und Versuch einer Prognose. - DLG - Grünlandtagung 1973
- WIENEKE, F.: Verfahrenstechnik der Halmfütterproduktion. - Göttingen 1972
- ZABELTITZ, Chr.: Entwicklung eines Grünfütter-Heißlufttrockners hoher spezifischer Leistung. - VDI - Tagung München 1972

## Höhere Mechanisierungsstufen der Milchviehhaltung durch weiterentwickelte Melktechnik \*)

von Dr.H.Schön, Dr.C.L. Pen und Dipl.-Ing.agr. W.Weber

### 1. Einleitung

Aus der Milchviehhaltung kommen annähernd 40 % der gesamten landwirtschaftlichen Einnahmen. Trotzdem befindet sich dieser Betriebszweig heute nur auf einer mittleren Mechanisierungsstufe. Während es bei fast allen anderen Betriebszweigen durch hochmechanisierte Arbeitsverfahren gelang, die Kosten der Arbeitserledigung auf 5 - 10 % der gesamten Unkosten zu senken, sind dafür in der Milchviehhaltung noch mehr als 1/3 erforderlich. Dies ist bei steigenden Löhnen und Lohnansprüchen besonders problematisch (Abb. 1).

So dürften selbst für ein mäßiges Stundeneinkommen von 5,-- DM nicht mehr als 90 Stunden/Kuh und Jahr, bei 10,-- DM 55 Stunden/Kuh und Jahr und für künftig zu fordernde Einkommensansprüche von 15,-- DM/ Stunde nur 30 Stunden/Kuh und Jahr aufgewendet werden. Letztere Zielvorstellung ist selbst bei modernsten Arbeitsverfahren nicht zu realisieren. Einem höheren Arbeitseinkommen steht nämlich bei allen Halungsverfahren der derzeit noch hohe Arbeitszeitbedarf für die Melkarbeiten entgegen, welche 2/3 der gesamten Stallarbeiten beanspruchen. Alle Bemühungen, auch in der Milchviehhaltung eine höhere Mechanisierungsstufe zu erreichen, müssen deshalb zwangsläufig bei den Melkarbeiten ansetzen.

### 2. Technische und arbeitswirtschaftliche Maßnahmen zur Steigerung der Arbeitsleistung

Umfangreiche arbeitswirtschaftliche Analysen haben aber Wege zu einer künftigen Verbesserung der Melkarbeiten aufgezeigt, die in Abb. 2 wiedergegeben sind. So konnte eindeutig nachgewiesen werden, daß mit steigender Melkzeugzahl je Arbeitskraft die Arbeitsleistung beim Melken ansteigt, vor allem dann, wenn es gleichzeitig gelingt, die sogenannten Routinearbeiten (wie Ansetzen, Anrüsten, Nachmelken) zu senken. Einer höheren Melkzeugzahl je Arbeitskraft sind aber vorerst durch verstärkt auftretende Blindmelkzeiten enge Grenzen gesetzt. Aus diesen Untersuchungen lassen sich nun verschiedene technische und arbeitswirtschaftliche Maßnahmen zur Steigerung der Melkleistung ableiten:

1. Eine höhere Zahl von Melkzeugen je AK
2. Kürzere Routinearbeiten beim Melken
3. Ausschalten der begrenzenden Blindmelkzeiten.

---

\*) Die Untersuchungen werden vom BML, Bonn; dem KTBL, Frankfurt und der DFG gefördert.

Mögliches u. erforderliches Arbeitsvolumen einer AK bei verschiedenen Mechanisierungsverfahren und Einkommensansprüchen

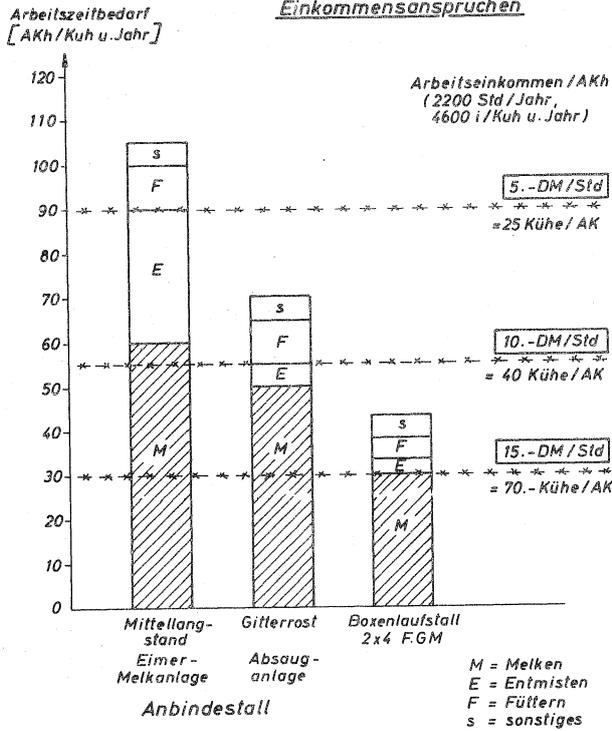
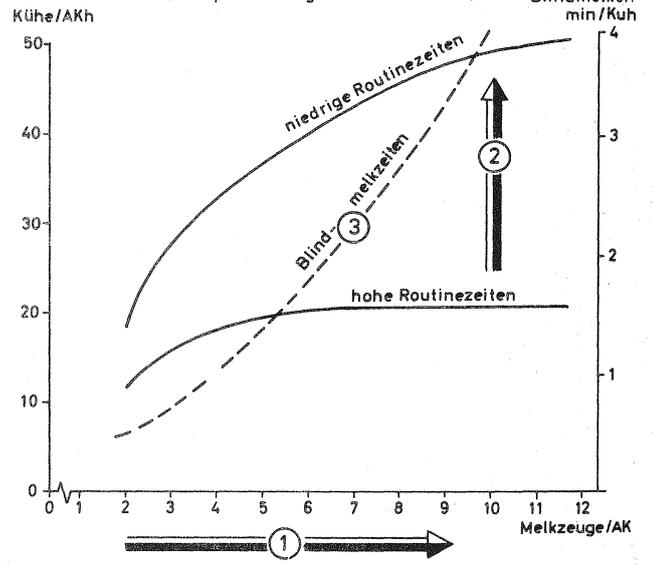


Abb. 1

Möglichkeiten zur Steigerung der Arbeitsleistung beim Melken

(Beispiel : Fischgräten - Melkstand)



- ① mehr Melkzeuge / AK
  - ② Routinearbeiten verkürzen
  - ③ begrenzende Blindmelkzeiten ausschalten
- LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN  
SCHÖN 15.5.73

Abb. 2

Die wichtigsten Anforderungen an Rohrmelkanlagen

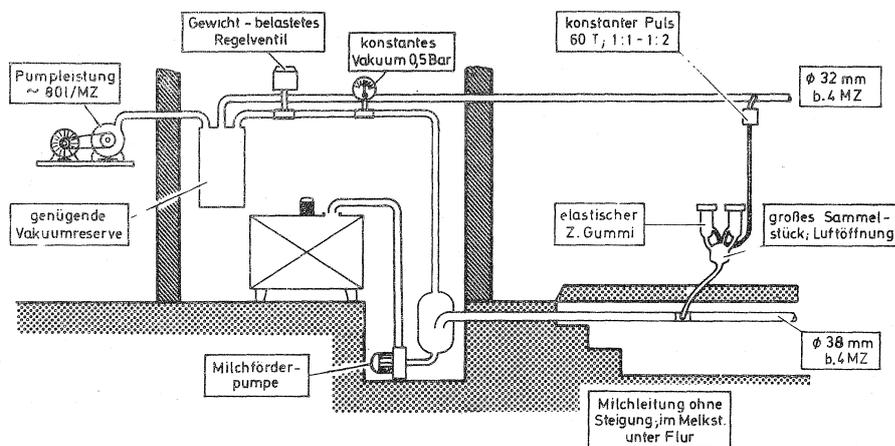


Abb. 3

2.1. Besonders vordringlich ist die Verbesserung der Routinearbeiten.

Diese Arbeiten werden im hohen Maße durch das Nachmelken mit etwa 50 % Anteil bestimmt. Mehrere Untersuchungen von BRANDSMA und ROSSING haben eindeutig nachgewiesen, daß bei optimalen technischen Bedingungen auf das Nachgemelk verzichtet oder dieses zumindest weitgehend eingeschränkt werden kann. Wichtig sind in diesem Zusammenhang zwei Punkte: (Abb. 3)

1. Richtige und konstante Pulsverhältnisse. Als optimal werden heute 60 Takte/min und ein Saug-Entlastungsfaktverhältnis von 1:1 bis 2:1 angesehen. Von besonderer Bedeutung aber ist, daß diese Pulsverhältnisse konstant gehalten werden. Gut geeignet dafür sind geschlossene Pulsatoren oder elektrisch bzw. elektronisch gesteuerte Pulsgeber.
2. Von ebenso großer Bedeutung, vor allem bei Rohrmelkanlagen, ist ein konstantes Melkvakuum, von etwa 0,5 Bar. Durch den Transport der Milch, häufig über größere Steigungen, kommt es in diesen Anlagen zu schädlichen und die Milchabgabe hemmenden Vakuumschwankungen. Ein ganzes Bündel von Maßnahmen ist erforderlich, um dies zu verhindern. Dazu gehören:
  - . eine ausreichende Pumpenleitung von 70 - 80 l/MZ.
  - . eine genügende Vakuumreserve.
  - . gewichtsbelastete Regelventile, welche schnell und sicher reagieren.
  - . Vakuum- und Milchleitungen mit genügend großem Querschnitt.
  - . genügend große, strömungstechnisch günstige Milchsammelstücke mit einer gereinigten Luftpüse. Milchstauungen im Sammelstück führen nicht nur zu Vakuumschwankungen, sondern auch zur vermehrten Mastitisinfektion von Zitze zu Zitze.
  - . besonders günstige Melkbedingungen können schließlich durch Unterfluranlagen geschaffen werden, die sich vor allem in Melkständen gut bewährt haben. Hier fließt die Milch durch die eigene Schwerkraft zur Milchförderpumpe, so daß das Melkvakuum von allen Transportarbeiten entbunden ist. In Anbindeställen, bei denen die Unterfluranlagen schwierig zu installieren sind, sollte zumindest jegliche Steigung in der Milchleitung vermieden werden.
  - . Wesentlicher Bestandteil der Unterfluranlagen sind Milchförderpumpen, welche die sonst üblichen Milchabscheider ersetzen. Milchförderpumpen sind aber auch bei Überfluranlagen mit 3 und mehr Melkzeugen zu empfehlen, vor allem zur Überbrückung von größeren Höhenunterschieden über den Futtertisch und zur Milchammer.

- 2.2. Nach der Verbesserung der Melktechnik sollte als weitere Maßnahme von einer Arbeitskraft versucht werden, gleichzeitig eine größere Zahl von Melkzeugen zu bedienen. Im Gegensatz zum Anbindestall bietet hierfür der Melkstand wesentlich günstigere Bedingungen (Abb. 4). Der Melker kann in aufrechter Haltung und in Sichthöhe die Arbeit verrichten und gleichzeitig eine größere Anzahl Melkzeuge kontrollieren. Außerdem verkürzen sich die notwendigen Wege erheblich. So sind im Anbindestall je Kuh bis zu 15 m, im Fischgrätenmelkstand etwa 5 m und im Karussellmelkstand nur 3 m zurückzulegen. Im Karussellmelkstand werden zudem die Tiere an der Arbeitskraft vorbeigefahren, so daß eine Art "Fließbandarbeit" möglich wird.
- 2.3. Besondere Bedeutung für höhere Melkleistungen kommt schließlich dem Bemühen zu, durch teilautomatisierte Melkzeuge schädliches Blindmelken auszuschalten. Bei diesen Geräten werden den Menschen mehrere Überwachungs- und Kontrollfunktionen abgenommen. So kann durch mehr Melkzeuge die Arbeitskapazität des Melkers voll genutzt werden, ohne daß schädliche Auswirkungen auf Eutergesundheit und Milchhygiene zu befürchten sind.

Eine solche milchflußgesteuerte Melkmaschine konnte in den letzten Jahren entwickelt werden. (Abb. 5)

Dieses Funktionsmodell besteht aus einem elektronischen Taster, der nach Ende des Milchflusses einen Impuls abgibt. Über eine Verzögerungsschaltung wird anschließend der Melkvorgang unterbrochen und mit einem Schwenkarm die Melkzeuge abgenommen. Inzwischen werden milchflußgesteuerte Melkmaschinen auch von der Industrie angeboten (Abb. 6). Dabei muß in der Hauptsache zwischen zwei Systemen unterschieden werden:

#### 1. Melkmaschinen mit Milchflußendabschaltung

Bei diesen Anlagen handelt es sich um übliche Melkmaschinen. Sinkt gegen Ende der Milchabgabe der Milchfluß unter 200 g, wird nach einer Verzögerung von 10 Sekunden, beim Fleckvieh besser von 20 Sekunden, das Vakuum unterbrochen und der Pulsator beim Entlastungstakt abgeschaltet. Das Melkzeug bleibt am Euter haften und eine Kontrolllampe zeigt das Ende des Melkvorganges an. Der Melker braucht nun nicht sofort die Melkzeuge abnehmen, sondern kann nach Beendigung anderer Routinearbeiten den Melkvorgang wieder einschalten und mit der Maschine nachmelken. Diese erste Ausbaustufe ist auch im Anbindestall möglich.

In einer zweiten Ausbaustufe kann bei Verzicht auf das Nachmelk auch die Melkzeugabnahme automatisch erfolgen. Dazu dient ein Vakuumzylinder, der über eine Schnur die Melkzeuge abzieht.

Arbeitsplatz „Melken“

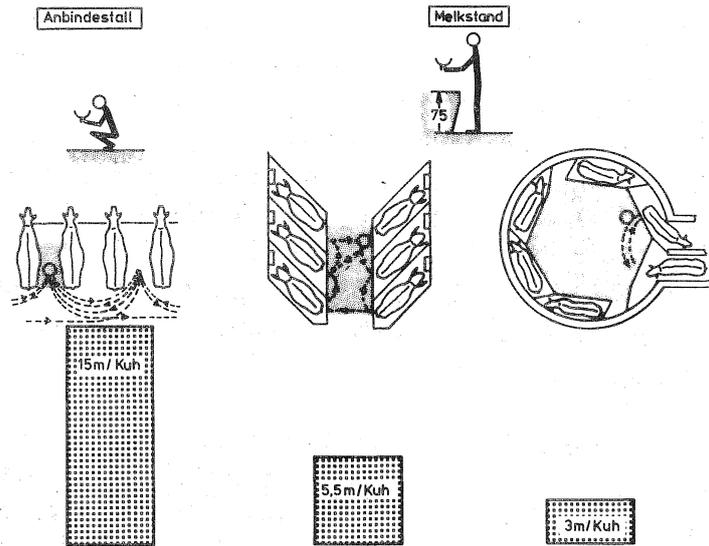


Abb. 4

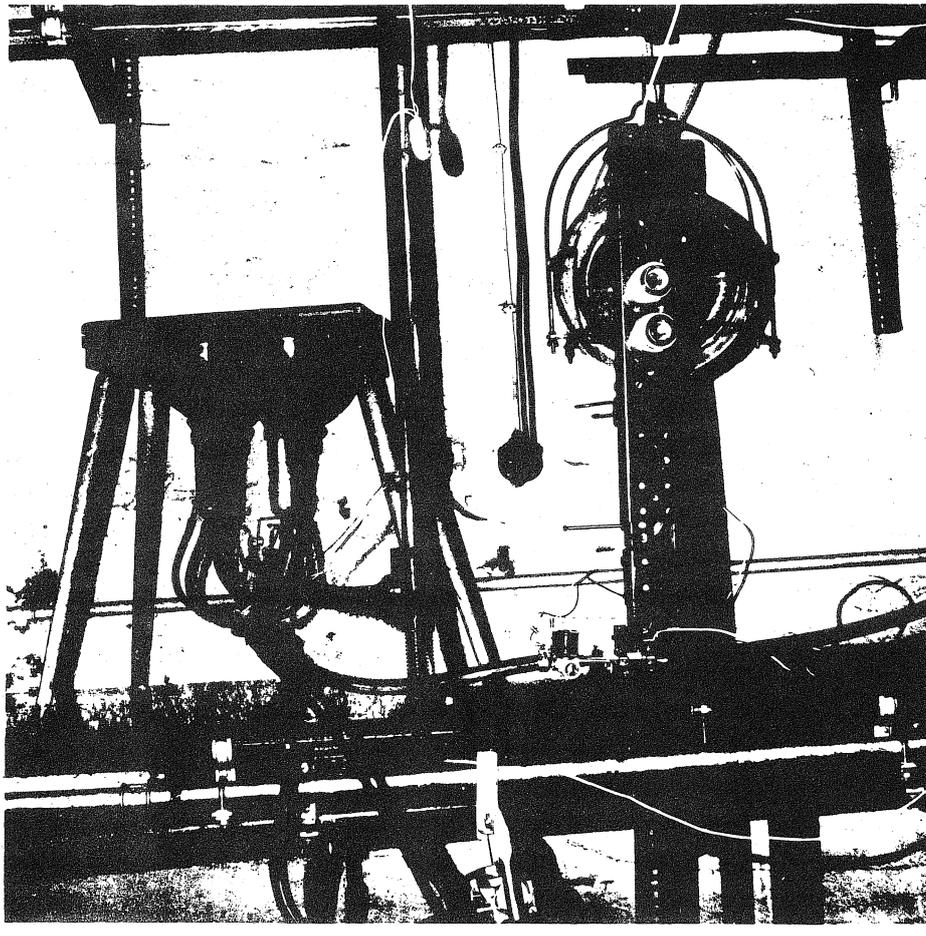


Abb. 5

Dies ist allerdings nur im Melkstand möglich.

Bei einem anderen System milchflußgesteuerter Melkmaschinen wird mit zwei getrennten Vakuumstufen gearbeitet. Beim Anrüsten wirkt Vakuumstufe I mit 0,35 Bar und einem verlängerten Massagetakt. Steigt der Milchfluß über 200 g/min, wird über einen Schwimminikator auf normale Melkbedingungen umgeschaltet; werden gegen Ende des Milchflusses 200 g unterschritten, wird wieder auf die schonende Vakuumstufe I zurückgeschaltet. Eine Kontrolllampe zeigt auch hier das Ende der Milchabgabe an.

Diese Anlagen können nur im Melkstand eingesetzt werden und ebenfalls mit einer automatischen Melkzeugabnahme ausgerüstet werden.

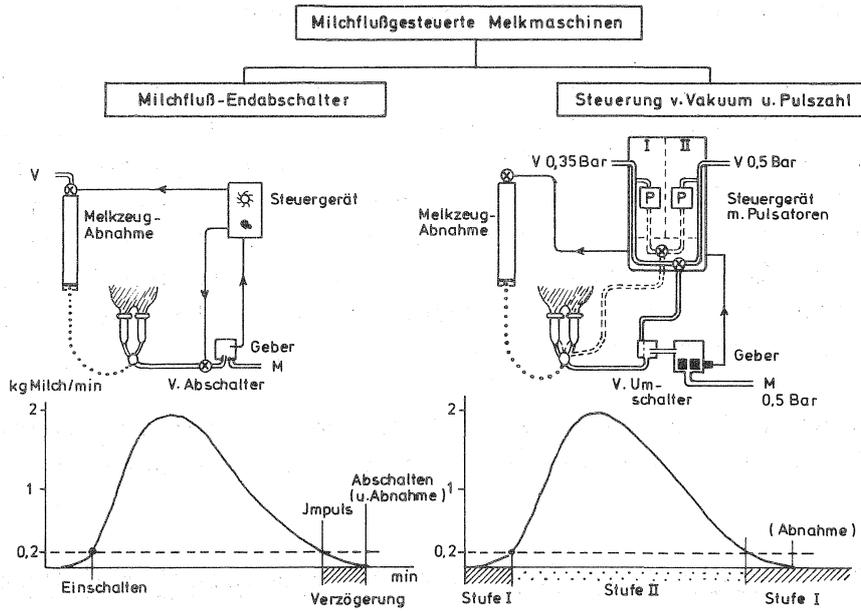
### 3. Arbeitswirtschaftlicher Erfolg hochmechanisierter Melkverfahren

Die arbeitswirtschaftliche Beurteilung der Melkarbeiten muß all diese unterschiedlichen Einflußfaktoren und Verbesserungen berücksichtigen, um klare arbeitswirtschaftliche Aussagen machen zu können. Da diese Verbesserungen aber noch nicht in genügender Zahl in der Praxis eingeführt sind, wurde auf der Grundlage vielfältiger Arbeitszeitstudien in der Praxis der gesamte Arbeitsablauf beim Melken mit Hilfe von EDV-Anlagen simuliert. Dabei kamen wir zu folgenden Ergebnissen (Abb. 7).

Im Anbindestall ist bei konventionellen Melkzeugen eine stündliche Arbeitsleistung von 15 - 22 Kühen/Std möglich. Beim Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge und bei Verzicht auf die Nachmelkarbeiten könnte eine Arbeitskraft aber bis zu 5 Melkzeuge gleichzeitig bedienen. Damit wäre eine Arbeitsleistung bis zu 40 Kühe/AK und Stunde möglich. Allerdings sind auch bei teilautomatisierten Melkanlagen im Anbindestall nach wie vor erhebliche Arbeitswege notwendig.

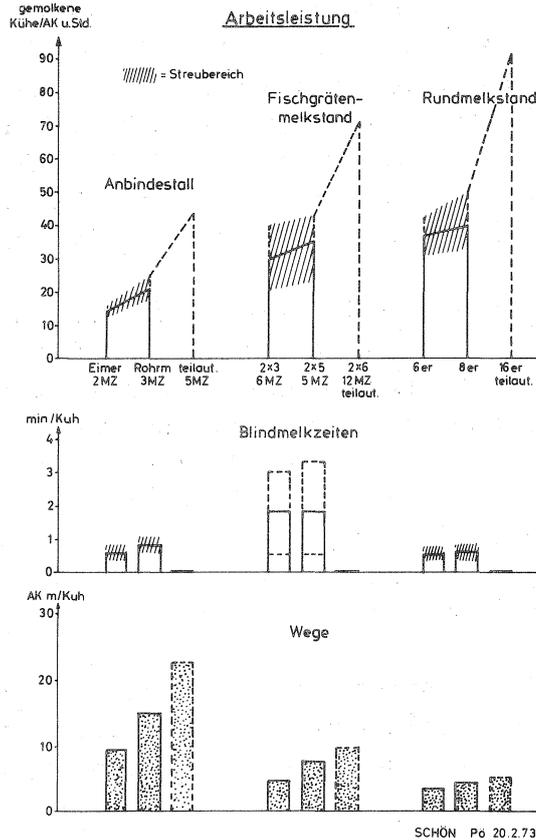
Anders im Fischgrätenmelkstand. Hier sind durch die günstige Form des Arbeitsplatzes nur kurze Wege erforderlich. Dies ermöglicht bereits bei konventionellen Melkzeugen höhere Arbeitsleistungen bis zu 35 Kühe/Std. Dabei ist jedoch eine große Steuung der Arbeitsleistung von 20 - 40 Kühe/Std zu beobachten. Bei teilautomatisierten Melkzeugen ist nicht nur eine Einengung dieser Steuung zu erwarten, sondern auch eine erhebliche Steigerung der Arbeitsleistung bis zu 70 Kühe/Std. Dies setzt allerdings größere Melkstände ab 2 x 6 Fischgrätenmelkstand mit mindestens 12 teilautomatisierten Melkzeugen voraus.

Besonders günstige Arbeitsbedingungen würde der Karussellmelkstand bieten. Bei den derzeit üblichen 6er Karussellen mit konventionellen Melkzeugen sind aber keine nennenswerten Leistungssteigerungen gegenüber den Fischgrätenmelkständen zu erwarten. Jedoch wird bei diesen Rundmelkständen infolge des erzwungenen "Fließverfahrens" die Steuung zwischen guten und schlechten Betrieben erheblich eingeschränkt. In



Vergleich verschiedener Melkverfahren

(MHG:  $\bar{x}$  5,0 min, Nachmelken:  $\bar{x}$  0,2 min, ohne Rüstzeiten)



**Abb. 7**

Zusammenhang mit teilautomatisierten Melkzeugen wird diese Melkstandform erst ab dem 12er Karussell interessant. Im noch größeren 18er Karussell können dann bis zu 90 Kühe je Stunde gemolken werden.

Diese Simulationsuntersuchungen werden derzeit durch praktische Einsatzversuche ergänzt (Abb. 8).

In einem Anbindestall mit 3 Melkzeugen/AK in einem 2 x 4 FgM mit 4 Melkzeugen und in einem 2 x 8 FgM mit 8 MZ und 2 AK wurden vor und nach der Umstellung auf teilautomatisierte Melkzeuge Arbeitszeitstudien durchgeführt.

Beim Anbindestall wurde vor der Umstellung durch sehr hohe Nachmelkzeiten nur etwa 17 Kühe je Stunde gemolken. Diese hohen Nachmelkzeiten waren unter anderem auf eine technische mangelhafte Melktechnik zurückzuführen. Deshalb mußte als erstes die Melkanlage saniert werden. Nach dieser Sanierung und der Umstellung auf 4 teilautomatisierte Melkzeuge sind Arbeitsleistungen bis zu 27 Kühe/AK und Stunde zu erzielen; vor allem durch ein geringeres Nachgemelk, aber auch durch kürzere Wartezeiten und vor allem geringere Wege durch die Endanzeige der Melkmaschinen.

Im 2 x 4 Fischgrätenmelkstand waren bereits bessere Voraussetzungen gegeben. Hier wurde bereits im Istzustand nur kurz nachgemolken. Nach der Umstellung auf 8 milchflußgesteuerte Melkzeuge mit Endabschaltung stieg die Arbeitsleistung auf 40 Kühe/Std, vor allem durch eine bessere Auslastung der Arbeitskraft, die durch geringere Wartezeiten zum Ausdruck kommen.

Ebenfalls gingen die Nachmelkarbeiten zurück, deren Ursache aber nicht nur durch die bessere Melktechnik, sondern auch durch die verstärkte Beanspruchung des Melkers zu erklären ist. Eine weitere Umstellung auf automatische Abnahme brachte allerdings, wie auch zu erwarten, keine bessere Melkleistung. Allerdings sind die Nachmelkarbeiten auf ein Minimum verringert, die Arbeitszeiteinsparungen haben aber wegen mangelnder Melkstandgröße nur die Wartezeiten erhöht. Keine Arbeitszeiteinsparungen konnten für das Arbeitselement Melkzeuge an- und absetzen registriert werden. Die Zeiteinsparungen beim Abnehmen wurden nämlich durch zusätzliche Arbeiten beim Ansetzen annähernd aufgehoben. Trotzdem bringt die Abnahmeautomatik eine wesentliche psychische Entlastung des Melkers, da er sich voll auf das Anrücken der Tiere konzentrieren kann.

Insgesamt zeigten aber auch diese praktischen Versuche, daß für eine hochentwickelte Melktechnik größere Melkstände erforderlich sind.

Diese Voraussetzungen waren in einem dritten Betrieb gegeben. Hier war ein Doppelachter-Fischgrätenmelkstand vorhanden, der mit 8 Wechselmelkzeugen bestückt und von zwei Arbeitskräften bedient wurde. Durch

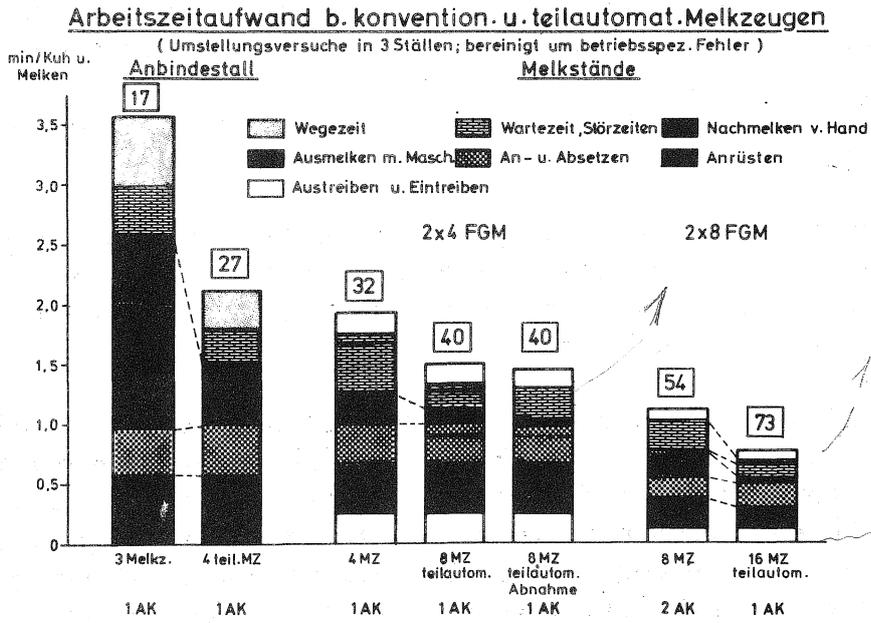


Abb. 8

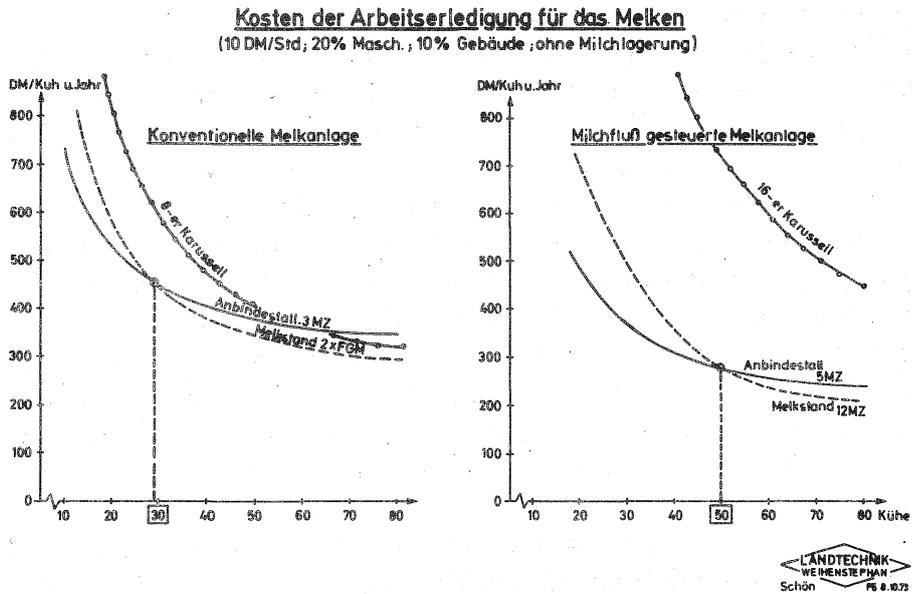


Abb. 9

die bereits in der Istsituation geringen Anrüst- und Nachmelkarbeiten wurden außerordentlich hohe Arbeitsleistungen von 54 Kühe/AK und Stunde erzielt. Nach der Umstellung auf 16 milchflußgesteuerte Melkzeuge mit 2 Vakuumstufen konnte dieser Melkstand von einer Arbeitskraft bedient werden. Diese Arbeitskraft konnte im Durchschnitt 73 Kühe in der Stunde melken. Verbessert wurde vor allem das Arbeitselement "Anrüsten" und "Nachmelken", obwohl diese Zeiteinsparungen auch hier nicht eindeutig den teilautomatisierten Melkzeugen zugeschrieben werden können. Für das An- und Absetzen der Melkzeuge war auch hier ein geringfügig höherer Arbeitszeitaufwand erforderlich.

Insgesamt bestätigten aber alle praktischen Untersuchungen die arbeitswirtschaftlichen Fortschritte teilautomatisierter Melkzeuge. Zudem konnte, wie einige Tastmessungen vermuten lassen, trotz höherer Arbeitsleistung auch die Milchqualität und die Eutergesundheit verbessert werden.

#### 4. Folgerungen verbesserter Melktechnik

4.1. Verbesserte Melkverfahren ermöglichen im Melkstand und im Anbindestall erhebliche arbeitswirtschaftliche Fortschritte; im Anbindestall allerdings mit wesentlich geringeren Kapitalaufwendungen. Dadurch verschiebt sich die Einsatzgrenze des jeweiligen Melkverfahrens (Abb. 9).

Bei konventionellen Melkmaschinen sind bei unterstellten Arbeitskosten von 10,- DM/Std die Kosten der Arbeitserledigung im Anbindestall bei Herden bis zu 30 Kühen geringer als im Melkstand. Erst in größeren Herden war der Melkstand kostengünstiger. Bei teilautomatisierten Melkzeugen ist dagegen erst ab 50 Kühen der Melkstand wirtschaftlich zu vertreten.

4.2. Verbesserte Melkverfahren tragen auch dazu bei, das gesamte Arbeitsniveau der Milchviehhaltung spürbar zu senken (Abb. 10). So kann der Arbeitszeitbedarf je Kuh und Jahr nach vorläufigen Berechnungen unter günstigen Bedingungen von derzeit 65 - 70 AKh/Kuh und Jahr auf etwa 50 AKh/Kuh und Jahr gesenkt werden, fast auf die Höhe der derzeitigen Laufstallhaltung. Bei ausreichenden Tierplätzen ist so eine Sanierung der Anbindeställe ohne große Kapitalaufwendungen möglich - häufig ökonomisch sinnvoller als teure Neubauten.

Im Boxenlaufstall selbst kann aber - eine genügend große Herde vorausgesetzt - durch eine weiterentwickelte Melktechnik der gesamte Arbeitszeitbedarf unter 30 AKh/Kuh und Jahr gesenkt werden. Damit dürfte es möglich sein, die eingangs für künftige Einkommensansprüche geförderte Arbeitsproduktivität zu erreichen und die Milchviehhaltung auf ein mit anderen Betriebszweigen vergleichbares Mechanisierungsniveau anzuheben.

Arbeitszeitbedarf verschiedener Stall-  
systeme u. erforderl. Arbeitsproduktivität

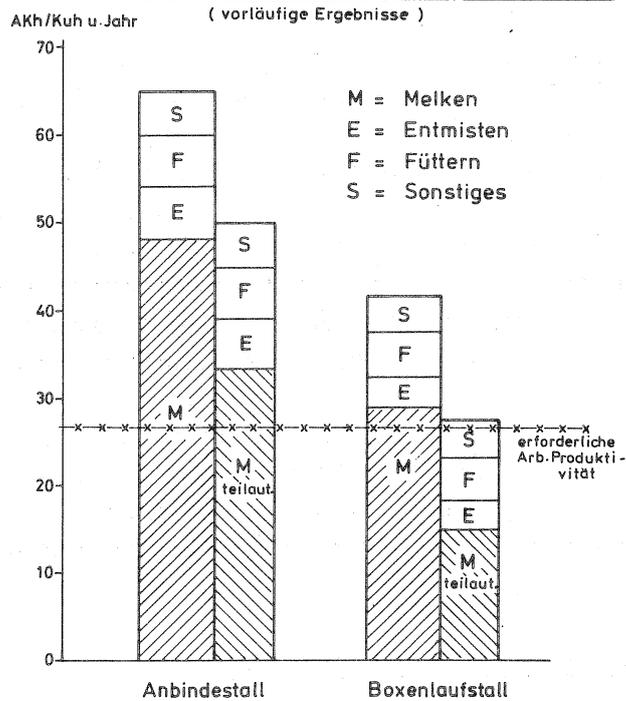


Abb. 10

Literatur:

- Ordolff, D.:                    Der Arbeitszeitbedarf beim Melken in Melkständen  
KTBL-Schrift 158, Hilstrup 1973
- Pen, C.L.:                      Steigerung der Arbeitsleistung beim Melken in  
Gruppenständen  
KTBL-Schrift 146, Hilstrup 1971
- Pen, C.L.,  
Schön, H.,  
Semmler, K.O.:                Entwicklung und Anwendung teilautomatisierter  
Melkzeuge  
Grundlagen der Landtechnik 1973, Bd.23, H.1,  
S. 18 - 22
- Pen, C.L.,  
Schön, H.:                      Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen des Melkens  
mit Hilfe von Simulationsmethoden  
Proceedings of XVI. CIOSTA-Congress 1972,  
Wageningen
- Schön, H.,  
Pen, C.L.,  
Semmler, K.O.:                Arbeitswirtschaftliche Beurteilung moderner  
Melkverfahren  
Mitteilungen der DLG, 87 (1972) H. 80

## Neuere Entwicklungen der landwirtschaftlichen Bautechnik

von Dr. H. Schulz

Die Landwirtschaft braucht heute dringend Möglichkeiten, die auf ein untragbar hohes Maß angestiegenen Baukosten spürbar zu senken. Durch Anwendung flächensparender Stallsysteme, geschicktes Ausnutzen günstiger Angebote auf dem Bauplatz und auch durch Inanspruchnahme verbilligter Kredite können in gewissem Maße Baukosten eingespart werden. Da diese Möglichkeiten aber begrenzt sind, sucht man von der bautechnischen Seite her vermehrt nach Ansatzpunkten zur Kapitaleinsparung. Dabei erkennt man aber immer mehr, daß man der Praxis nur dann wirklich weiterhelfen kann, wenn die neuen Baulösungen nicht nur spürbar billiger sind, sondern gleichzeitig auch in funktioneller und baurechtlicher Hinsicht voll befriedigen.

Hierzu führt die Landtechnik - Weihenstephan ein breites Programm an Labor- und Praxisversuchen zur Entwicklung und Erprobung neuer Bauweisen und Baustoffe für landwirtschaftliche Betriebsgebäude durch. Bewährte Lösungen versuchen wir durch Beispielprojekte und Lehrgänge in die Praxis zu bringen. Dabei stehen Möglichkeiten im Vordergrund, die sich für die zur Zeit besonders aktuelle bauliche Selbsthilfe eignen oder eine rationelle Vorfertigung erlauben.

Unterstützt werden wir bei diesen Bemühungen durch einschlägige Forschungsaufträge der DFG, des BML und KTBL, des Bayerischen Landwirtschaftsministeriums sowie durch Industriemittel. Unser Arbeitsteam besteht aus den Herren Dr. Englert, Dr. Stanzel, Rittel, Pirkelmann, Krinner, Wißmüller, Schürzinger, Neuhauser, Englbrecht, Metzger, Schraner und Dohmen. Am Zustandekommen der Ergebnisse, über die hier berichtet wird, sind also eine ganze Reihe von Forschungsträgern und Mitarbeitern beteiligt.

Im Mittelpunkt unserer Bemühungen, preiswerte und zweckmäßige Konstruktionen zu entwickeln, steht das Prinzip, Schnittholz durch aufgenagelte Platten aus wetterfest verleimtem Sperrholz oder durch verzinkte Metallteile zu verbinden. Auf diese Weise können Rahmen-ecken und Knotenpunkte, spannerschalte Platten sowie gerade und gekrümmte Kastenträger in Selbsthilfe oder industrieller Vorfertigung hergestellt werden (Abb. 1).

Ein typisches Beispiel für die Einfachheit und Zweckmäßigkeit derartiger Konstruktionselemente ist die Starrrahmenbauweise, die sich zur Zeit in sehr starkem Umfang durchsetzt. Zur Zeit stehen ca. 120 in Selbsthilfe erstellte Gebäude im Bundesgebiet, davon über 60 in Bayern, 30 in Schleswig-Holstein und 20 in Nordrhein-Westfalen. Aber auch in den anderen Bundesländern werden immer mehr

Gebäude errichtet.

Zu den wichtigsten Fortschritten und Ergebnissen, die im letzten Jahr auf dem Starrrahmensektor erzielt werden konnten, zählen folgende Punkte:

Es liegen jetzt ca. 65 Statiken einschließlich detaillierter Konstruktionszeichnungen bei uns vor, die zum Selbstkostenpreis weitergegeben werden. Sie gelten für Spannweiten zwischen 8 und 22,5 m und für Schneelasten zwischen 75 und 200 kp/m<sup>2</sup>.

Ein Merkblatt mit den wichtigsten Informationen über Bau-technik, Baurecht, Baukosten und Unfallschutz beim Selbstbau von Starrrahmengebäuden wurde erarbeitet, in hoher Auflage gedruckt und verteilt.

Zwei weitere Starrrahmenvarianten konnten entwickelt und auch schon in der Praxis erstellt werden, eine dreiteilige Flachsiloscheune und ein größerer Maschinenschuppen mit genageltem Kastenträger. Weiterhin gelang es bei den Starrrahmengebäuden mit Satteldach einen einfachen Windverband und eine Möglichkeit für Querdurchfahrten zu finden.

1973 wurden von uns insgesamt 27 örtliche Selbstbaulehrgänge betreut, in denen die Kursteilnehmer je ein komplettes Starrrahmengebäude errichteten. Dabei kam es zu einer sehr guten Zusammenarbeit mit Landwirtschaftsämtern, Maschinenringen, Ehemaligenverbänden und dem Landesverband des bayerischen Zimmererhandwerks.

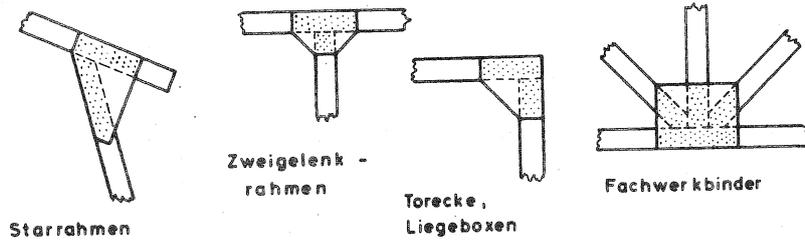
Auch die Baugenehmigungsbehörden sind der Starrahmenbauweise gegenüber aufgeschlossen, nicht zuletzt deshalb, weil diese Gebäude eine hohe Stabilität besitzen, gut ausschauen und sich dem Landschaftsbild anpassen lassen.

Eine Auswertung der in letzter Zeit von uns weitergegebenen Statiken ergibt einen Einblick in die von der Praxis gefragten Spannweiten. Dabei ist neben dem Schwerpunkt bei 12,5 m Spannweite ein deutlicher Trend zu Breiten zwischen 17,5 und 22,5 m zu erkennen (Abb. 2).

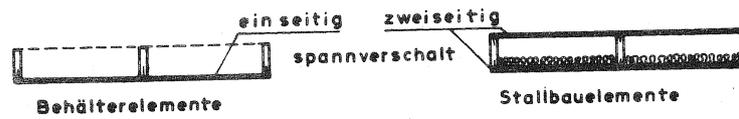
Auf der Suche nach Konstruktionen, die gegenüber der Starrahmenbauweise eine noch weitergehende Materialeinsparung und vor allem eine Reduzierung der Holzquerschnitte erlauben, vor allem auch bei größeren Schneelasten, konnten wir die Entwicklung der Schalenbauweise und der Bogenbinderbauweise weitertreiben. 2 in unserer Werkstatt selbst gebaute Ställe befinden sich jetzt in praktischer Erprobung, wobei gleichzeitig verschiedene Materialien für Dachhaut

# Bauelemente aus Schnittholz und aufgenagelten Sperrholzplatten für landw. Betriebsgebäude

## I Rahmenecken und Knotenpunkte



## II Spannverschalte Platten



## III Kastenträger

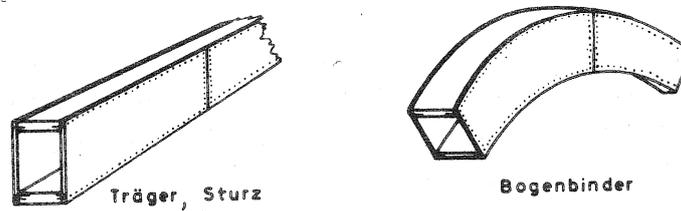


Abb. 1

## Von der Praxis gefragte Spannweiten für Starrahmengebäude mit Satteldach

(Basis: 62 vom LTV in der Zeit vom 21.3. bis 10.9.73 weitergegebene Statiken)

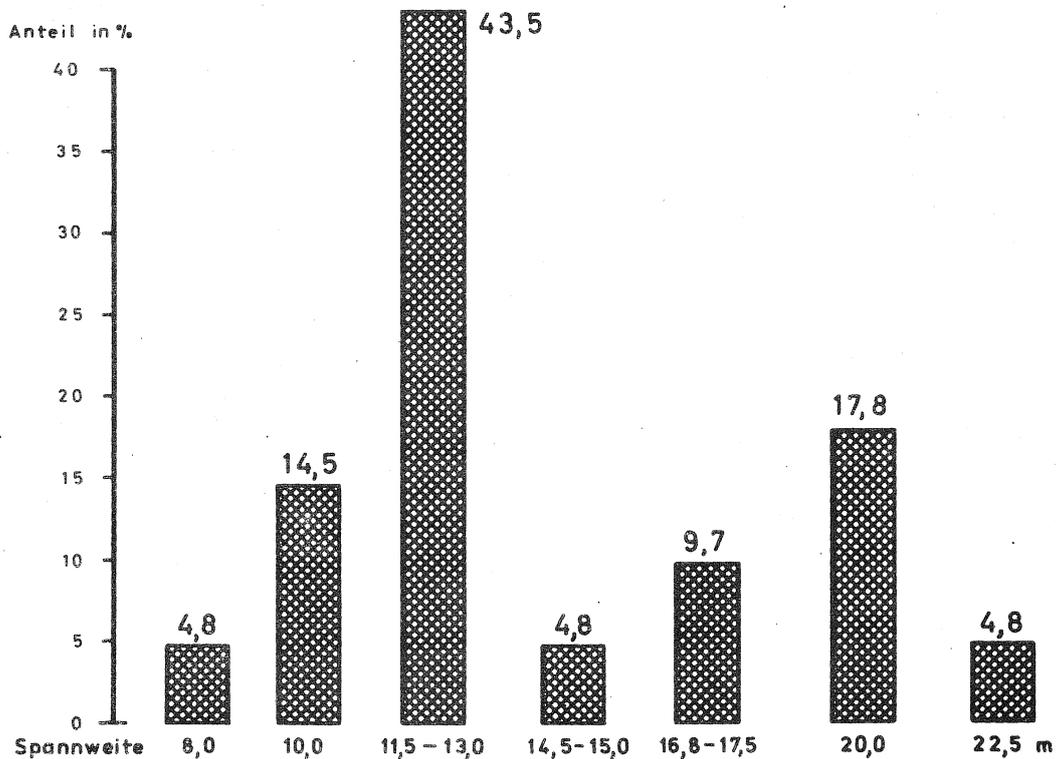


Abb. 2

und Wärmedämmung eingesetzt werden, an denen physikalische Messungen insbesondere auch über die Veränderung der Festigkeitseigenschaften durch Stallklima und Bewitterung vorgenommen werden sollen.

Obwohl endgültige Angaben über das Baukostenbild beim Schalenstall und Bogenbinderstall jetzt noch nicht zu machen sind, zeigen vorläufige Berechnungen, daß gegenüber der Starrahmenbauweise deutliche Einsparungen im Schnittholzaufwand möglich sind, (Abb. 3) die aber im Hinblick auf die Gesamtkosten des Gebäudes nicht überschätzt werden dürfen, es sei denn, es gelingt auch noch bei Dachhaut, Wärmedämmung und vor allem bei Fundamentierung und Unterbau, Einsparmöglichkeiten zu finden.

Ansätze dazu werden speziell beim Bogenbinderstall untersucht, und zwar in Verbindung mit Kunststoffplanen als Dachhaut und mit flexiblen Matten als Wärmedämmung. Vorschläge für die Verbilligung des Bodenprofils durch Maßnahmen der Selbsthilfe und Vorfertigung haben wir vorliegen.

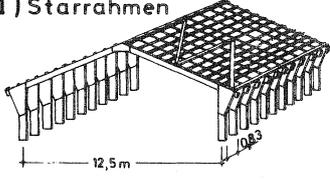
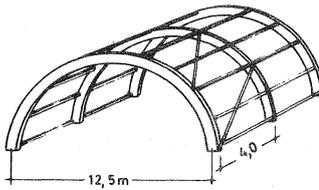
Ergänzend zu Versuchen die an der Bauforschung Völkenrode laufen, könnte eine serienmäßig hergestellte folienüberspannte Leichtbauhalle durch verschiedene Zusatzeinrichtungen für die Tierhaltung geeignet gemacht werden. Dabei kam es vor allem darauf an, die sonst bei diesen Leichtbauhallen auftretenden hohen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen auf ein tragbares Maß zu reduzieren.

Zwischen den sinnvollen Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen untersuchten Bauweisen konnten durch eine vergleichende Analyse erhebliche Unterschiede festgestellt werden (Abb. 4). Während die Schalenbauweise speziell für wärmedämmte Ställe in Frage kommt, ist der Einsatzbereich der Bogenbinderbauweise wesentlich größer, da hiermit wahlweise Kalt- und Warmställe, Bergehallen und evtl. auch Maschinenhallen und Reithallen sinnvoll gebaut werden können. Nach wie vor aber tritt die Starrahmenbauweise durch ihr breites Anwendungsspektrum deutlich hervor, auch im Vergleich zu anderen derzeit diskutierten Baumethoden wie der Massivbauweise mit Fachwerkbindern oder der Mastenbauweise.

Über die Baukosten der einzelnen Bauweisen bei unterschiedlich hoher Eigenleistung konnten zahlreiche Ergebnisse an Hand fertig abgerechneter Gebäude - also wohlgerneht nicht aufgrund der sonst üblichen theoretischen Kalkulationen - gesammelt werden. Da aber voraussichtlich eine Dissertation zu diesem Thema angefertigt wird, soll hier nicht mit detaillierten Zahlen vorgegriffen werden. Vielmehr soll hier nur herausgestellt werden, daß geschickte Landwirte heute an organisierter Selbsthilfe mit den geschilderten Baumethoden einen Kuhplatz (Liegeboxen mit Melkstand und Mittelkammer)

### Materialaufwand bei der Starrahmen- und Bogenbinderbauweise

(Tragwerk 12,5 x 24 m für 75 kp/m<sup>2</sup> Schneelast einschl. Dachlatten bzw. Pfetten, Verbände und Verbindungsmittel; ohne Dachhaut, Verschalung, Fundament, Giebel und Wärmedämmung)

Bauweise	Schnittholz	Sperrholz	Verbindungsmittel	Materialpreis insgesamt
<b>a) Starrahmen</b> 	17,5 m <sup>3</sup>	95 m <sup>2</sup>		
	4.550 DM	1.140 DM	270 DM	5.980 DM
<b>b) Bogenbinder genagelt</b> 	8,9 m <sup>3</sup>	110 m <sup>2</sup>		
	2.314 DM	1.320 DM	1.015 DM	4.649 DM

a - b = DM 1.331 = 22,25 % von a

Abb. 3

### Sinnvolle Einsatzmöglichkeiten verschiedener Bauweisen für landw. Betriebsgebäude

UNGEEIGNET    
  BEDINGT GEEIGNET    
  GUT GEEIGNET

	Kaltstall	Warmstall	Bergehalle	Maschinenhalle	Reithalle	Flachsiloanlage
 Massivbauweise mit Fachwerksbindern	□	■	□	▨	□	□
 Starrahmenbauweise	■	■	■	▨	■	■
 Schalenbauweise	□	■	□	□	□	□
 Bogenbinderbauweise	■	■	■	▨	▨	□
 Mastenbauweise	■	□	▨	▨	□	?

Abb. 4

für DM 3.500,-- und einen Bullenmastplatz (Vollspaltenboden) für DM 1.500,-- erstellen können. Diese Zahlen gelten für den kompletten wärme gedämmten und funktionsfähigen Stall mit Inneneinrichtung einschließlich Futter- und Güllelager. Damit wird für viele Betriebe das Bauen wieder wirtschaftlich und interessant.

Ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeiten erstreckt sich auf den Behälterbau. Beim Hochsilo sind hier vor allem die Untersuchungen von Dr. Grimm an einem neuartigen Metallbehälter zu nennen, der auf technisch sehr interessante Weise an Ort und Stelle aus Stahlblechrollen gewickelt und gefalzt wird. Da bei derartigen dünnwandigen Behältern die Gefahr des Beulens durch die Wandreibungskräfte des sich setzenden Futterstocks besteht, werden in einem speziellen Forschungsauftrag detaillierte Messungen über diese Kräfte durchgeführt.

Beim Flachsilo ist ebenfalls über Neu- bzw. Weiterentwicklungen zu berichten. So konnten vorgefertigte Flachsiloelemente aus Stahlbeton durch zahnartige Ausbildung des Fußpunktes für ein späteres Versetzen geeignet gemacht werden. Es ist anzunehmen, daß die Industrie diese Entwicklung übernehmen wird. Für die Selbstherstellung, aber auch für die Vorfertigung sind Flachsiloelemente aus Holzrahmen und Sperrholzplatten gedacht. Sie können nicht nur zum Bau von Flachsilowänden, sondern auch für Schüttgut- und Güllebehälter verwendet werden. Auch der Selbstbau von Güllebehältern aus Holzbohlen und Spannrings konnte durch Bereitstellen statischer und konstruktiver Unterlagen sowie durch einen Lehrgang gefördert werden.

Weitere Untersuchungen erstrecken sich auch mit Kunststoffbahnen abgedichtete Erdgruben für die Güllelagerung. Hier konnte eine weitere Versuchsanlage aus Lucobit-Bahnen erstellt werden, so daß nunmehr 3 Anlagen aus verschiedenen Materialien geprüft werden können. Mit dem Bayerischen Landesamt für Wasserversorgung und Gewässerschutz wird an Richtlinien für die Genehmigung, Ausführung und Überwachung dieser Güllelager gearbeitet.

Parallel zu den Versuchen mit neuen Baukonstruktionen laufen solche an interessanten Baustoffen, die eine Verbilligung oder Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktion versprechen. Hier arbeiten wir vor allem mit folgenden Materialien:

Holzwerkstoffe, wie wetterfest verleimte Sperrholz-, Span- und Faserplatten.

Kunststoffe der verschiedensten Art, insbesondere zur Belichtung, Wärmedämmung und Abdichtung von Gebäuden.

Metalle wie vor allem Leichtmetallprofile und verzinkte Stahlteile.

Zement- und bitumengebundene Materialien wie Holzspanbetonmantelsteine oder Bitumenwellplatten.

Bei diesen Baustoffversuchen geht es vor allem um die sinnvolle Kombination mit verschiedenen Baukonstruktionen, aber auch um die Feststellung der wichtigsten Eigenschaften und des Verhaltens im korrosionsfördernden Stallklima und bei der Freibewitterung, um Aussagen über die Haltbarkeit und Wirtschaftlichkeit zu erarbeiten.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß wir mit unseren bautechnischen Untersuchungen in eine große Lücke vorgestoßen sind. Wenn gleich auf diesem Gebiet noch sehr viel zu tun ist, werden uns doch schon die ersten Ergebnisse von der Praxis förmlich aus den Händen gerissen, denn der Bedarf nach Erfahrungswerten über kostensparende und zweckmäßige Konstruktionen und Materialien ist sehr groß. Neben der Erforschung noch offener Fragen und der Entwicklung neuer, erfolgversprechender Baulösungen muß es daher eine Hauptaufgabe sein, die bewährten Möglichkeiten zur Verbilligung und Verbesserung landwirtschaftlicher Bauten der Praxis nutzbar zu machen.

## Mechanisierungsprobleme bei der Landschaftspflege.

von Dr. K.-H. Kromer

Veröffentlichungen über die Vorführungen von Maschinen zur Landschaftspflege veranschaulichen oft den problematischen Geräteeinsatz z.B. auf Naßwiesen und an Steilhängen. Diese Bilder von Schwierigkeiten beim Geräteeinsatz zur Offenhaltung von Grünflächen weisen jedoch nur auf einen Problembereich, gewissermaßen auf Folgeprobleme bei der Mechanisierung der Landschaftspflege hin. Die ursächliche Problematik liegt in der vorab notwendigen Klärung der Voraussetzungen, d.h. welche Fläche soll wie und mit welcher Zielstellung "gepflegt" werden. Damit ist auch die Aufgabe des Landtechnikers definiert. Somit erscheint eine Unterteilung des Themas in

1. Festlegung der Voraussetzungen des mechanischen Freihaltens von Grünland sowie
2. Eignung und flächengerechte Auswahl von Maschinen und Geräten sinnvoll.

Beide sind selbstverständlich unmittelbar miteinander verknüpft und aufeinander rückwirkend, was ich an zwei Beispielen erläutern möchte.

Sind in einem Wiesental auch Flächen geringerer Tragfähigkeit offenzuhalten, muß ein hoher gerätetechnischer Aufwand getrieben werden, eventuell ist sogar eine Bearbeitung nur mit Spezialgeräten möglich. Das Gleiche gilt, wenn in einem Wintersportort ein Steilhang deshalb zu mähen ist, weil er als Skihang genutzt wird.

Bitte folgen Sie daher eingangs meinen Gedanken zu den Voraussetzungen des Geräteeinsatzes. Dabei werde ich wesentliche Gesichtspunkte postulieren, die sich nach einer mehrjährigen Erfahrung mit dieser Materie gewissermaßen als notwendige Erkenntnisvoraussetzung herausgestellt haben.

Ökologen, Landwirte, der Naturschutz, die Städter, die Kurverwaltungen etc., jeder legte andere, für sich gültige und richtige Maßstäbe bei der Definition von Landschaftspflege an. Dementsprechend ergeben sich auch vier wesentliche Alternativen der Landschaftspflege.

- 1 ökologische Zelle (nach BIERHALS und SCHARF [1] ist das Brachland ökologisch vor Grünland und Ackerland einzuordnen).
- 2 Aufforstung
- 3 extensive Agrarproduktion (mit landtechn.Arbeitsverfahren)

#### 4 mechanisches Freihalten (evtl. mit ergänzenden herbologischen Maßnahmen).

Was auch immer die Kriterien sind, unsere Gesellschaft (mit dem beherrschenden Element der städtischen Bevölkerung) verlangt jetzt und sicher für eine längere Zeitdauer die Erscheinung einer landwirtschaftlich genutzten, d.h. offenen Landschaft. Braune "verunkrautete" und mit Holzanflug überzogene Grünflächen wirken ungepflegt, auch wenn die Vielfalt der Arten, die Ursprünglichkeit etc. wertvoll sein mag. Daher, wengleich vordergründig, ist die Aufgabe der Mechanisierung eine:

##### 1. Konservierung

Auch wenn SCHREIBER [2] dies richtigerweise in Entwicklung der Landschaft zu Auffangräumen für Umweltbelastungen gewandelt wissen möchte.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß wir eine grüne Fläche fordern und die natürliche Bracheentwicklung unter unseren klimatischen Verhältnissen zur Endgesellschaft Wald führt - BUCHWALD [3] (ohne Berücksichtigung des Zeitfaktors), benötigen wir technische Hilfsmittel, um dies zu verhindern. Nur die Verfahren der extensiven Agrarproduktion (hier sind ebenfalls Landtechn.Folgearbeiten wie z.B. Weidenputzen und das mechanische Offenhalten zu nennen) erfüllen die zuvor gestellten Forderungen. Eine bloße Ermittlung von Brachflächen zur Abschätzung des Umfanges der mechanischen Landschaftspflege z.B. über die Boden-ertragsmeßzahl, ist nur von geringer Aussagekraft, sie weist aber auf die Größe und die Lage der Problemflächen hin. Nach BAUMGART [5] ergibt eine Grenz-Ertragsmeßzahl von 35 in Bayern bereits eine Brachfläche von 1,1 Mill. ha; Schätzungen der EWG geben für 1980 die gleiche Fläche für die gesamte Bundesrepublik an. 1971 waren bereits ca. 250 000 ha Brachfläche ausgewiesen.

Wollen wir jedoch als notwendige Voraussetzung den Umfang und die Größe der mechanisch offen zu haltenden Flächen bestimmen, so wird ein

##### 2. Landschaftspflegeplan

(aus funktioneller, ökologischer und ökonomischer Betrachtung fixiert in Flächennutzungs-, Waldfunktions-, Agrarleitplan etc.) erforderlich. Alle in der Landschaftspflege Engagierten sind sich heute darin einig, daß keine Fläche um jeden Preis im definierten Zustand zu erhalten ist. In diesem Landschaftspflegeplan muß die Fläche und der Zeitpunkt des Offenhaltens angegeben sein. So wird z.B. für Magerrasen ein Schnitt am Ende der generativen

Phase genügen. Dies setzt notwendigerweise eine Klassifizierung des Grünlandes (d.h. der Pflanzengesellschaft und auch von Ackerunkrautflächen) nach notwendiger, bedingt notwendiger bzw. möglicher Mechanisierung voraus. Kriterien müssen sein:

Eutrophierung; Verlust regulierender Funktionen

Standort (u.a. Klima, Bodenart, Hangneigung, Tragfähigkeit)

Langzeitwirkung von Dauermulch (optimaler Schnitzeitpunkt bei Nichtnutzung)

Ertrag bzw. Ertragspotential (3000 KstE und 80 dz Heu waren 1971 das Maß für die Grünlandrentabilität).

Zusammenfassend möchte ich dies als erforderliche

### 3. Flächenklassifizierung (agrarbiologisch) bezeichnen.

Eine Verbundforschung der süddeutschen Länder unter bestimmender Forschungsformung durch Bayern befaßt sich mit dieser angerissenen Problematik. Ich verweise aber ansonsten auf die einschlägige Literatur von HOFFMANN [6], ZELFELDER [7], SCHREIBER [2], SPEIDEL [8] und anderen. Sie besagt, daß die weitaus überwiegenden Flächen in extensiver Form mit einem Mulchschnitt pro Jahr und ohne Materialabfuhr offenzuhalten sind. Mulchen bedeutet bekanntlich Mähen, Zerkleinern, Mischen und Breitablage des Mähgutes.

Damit verlassen wir bereits den ersten Problemkreis und wenden uns dem eigentlichen landtechnischen Teil der Behandlung der Mechanisierung in der Landschaftspflege zu. Erinnern wir uns der Voraussetzungen:

Konservierung

Landschaftspflegeplan

Flächenklassifizierung

auf die ich auch bei der Behandlung der kommenden Probleme gelegentlich zurückkommen werde. Eine erhebliche Bedeutung kann auch der Organisation landschaftspflegerischer Arbeiten zukommen [9].

Landtechnische Verfahren in der Landschaftspflege zum Rekultivieren oder Offenhalten von Grünland sind in Anlehnung an bekannte landtechnische Verfahren (Abb. 1).

I Mähen ohne Materialabfuhr (Mulchen)

II Mähen mit Materialabfuhr (Futterbergung, Grüngut deponieren) und spezifisch in der Landschaftspflege

III Kulturmaßnahmen.

Aufgrund der Bedeutung des Mulchschnittes Verfahren I haben sich die Untersuchungen an der Landtechnik Weihenstephan darauf konzentriert. In Kenntnis der Problemgebiete, der anfallenden Flächen und Analogien aus der landtechnischen Verfahrenstechnik blieben handgeführte Geräte und Flächengrößen unter 0,5 ha unberücksichtigt. Die Untersuchungen begannen im übrigen zu einem Zeitpunkt, als insbesondere Geräte der Gartenbautechnik zur großflächigen Landschaftspflege eingesetzt wurden und scheinbar keine technischen Probleme existierten. In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß die vergleichbare Gerätetechnik auch beim Mähen von Flächen der extensiven Viehhaltung, Dämmen und Flutbecken der Wasserwirtschaft bis hin zu Bauerwartungsland und Flächen des Kommunalen Bereiches und der Autobahnverwaltung verwendet wird.

Unter den angeführten Einschränkungen befaßt sich die Behandlung der Mechanisierungsprobleme nur mit ausgewählten, jedoch bezeichnenden Bereichen unter der folgenden Gliederung:

1. Schlepperauswahl
2. Geräteauswahl
3. Verfahrenstechnik

Hierbei werde ich neben der Erwähnung der Probleme in Anwendung unserer Untersuchungsergebnisse [10] versuchen, Lösungsvorschläge, sofern möglich, anzugeben.

### Schlepperauswahl

Hierbei wird Wahl und Ausrüstung des "Tragschleppers" in Kenntnis des Leistungsbedarfes erst für schwierige Standorte und Einsatzflächen artspezifisch.

Hangneigung

Bodentragfähigkeit

Funktionstüchtigkeit der Kombination Schlepper-Mulchgerät

sind die begrenzten Auswahlkriterien. Vielseitiger verwendbare, konventionelle Schlepper, erlauben bekanntlich eine sichere Arbeit auf trockener Unterlage quer zum Hang bis ca. 40 % Hangneigung. Darüber werden Sonderzubehör, handgeführte - oder Spezialgeräte erforderlich. Sonderkonstruktionen von Geräten (z.B. Ausleger-Mulchgerät) befriedigen wegen verfahrenstechnischer Nachteile nicht. Die mechanische Bearbeitung von Hängen über 40 % sollte daher möglichst, und zwar bereits im Landschaftspflegeplan, nicht vorgesehen werden.

Für die Fahrwerksauswahl gibt es kein einfaches und sicheres Verfahren zur Bestimmung der Bodentragfähigkeit. Konuspenetrometer genügen nur

zur Ermittlung von Grenzwerten, da die zulässige Einsinkung stark vom Bewuchs bzw. der Grasnarbe beeinflusst wird. Um nach einer evtl. Einsinkung des Schlepperrades sicher aufsteigen zu können, sind Felgendurchmesser von über 20 Zoll zu bevorzugen. Giterräder sind wegen der Beschädigung der Narbe nach dem Einsinken nicht tauglich. Sonderfahrwerke für nur geringe Flächenanteile sind aus Kostengründen nicht zu vertreten. Die Grenze des Schleppereinsatzes wird daher die Verwendung von Niederquerschnittsreifen mit einem Innendruck von 0,5 bar, also  $500 \text{ g/cm}^2$  sein. Arbeitszeitmessungen der Umrüstung ergaben für 4 Reifen weniger als 30 min. Ungünstig muß bewertet werden, daß die Mobilität des Schleppers infolge begrenzter Fahrgeschwindigkeit und Überbreite zurückgeht. Standardreifen, auch in Zwillingsanordnung, erlauben nur eine Reifendrucksenkung auf über 1 bar.

Voraussetzung für eine Umrüstung auf Fahrwerke geringerer Flächenbelastung und allgemein geringerer Tragfähigkeit ist eine gleichmäßige, statische Achslastverteilung bei angebautem Gerät und ein möglichst geringes Leistungsgewicht. Auf den Leistungsanspruch der Geräte werde ich in wenigen Minuten eingehen. Einsatzspezifisch sind für Schlepper in der Landschaftspflege hohe Wendigkeit, möglichst hohe Transportgeschwindigkeit, Spurweiten über 1,5 m, ausreichende Bodenfreiheit, sichere Bremsen (Hang) und großer Tankinhalt erforderlich. Erinnern wir uns der möglichen Einsatzflächen (in Hessen betragen sie z.B. in einer Gemeinde bereits 590 ha/Jahr) und damit vielen Einsatzstunden, muß unabdinglich ein bestmöglicher Komfort und Sicherheit für die Bedienungsperson gefordert werden. Daß unter extremen Einsatzverhältnissen die Erhaltung der Leistungsfähigkeit und der Geschicklichkeit des Fahrers verfahrenentscheidend sein kann, ist auch aus der Einführung neuer Arbeitsverfahren in der agrarischen Produktion bekannt. In unserem Falle handelt es sich gewissermaßen um die Einführung der Mulchtechnik im Gelände, womit wir bereits bei der Geräteauswahl angefangen sind.

### Geräteauswahl

Funktionssicherheit, Geländeanpassung, Leistungsbedarf, zulässige Arbeitsgeschwindigkeit und Arbeitsbreite sind neben dem Investitionsaufwand die wesentlichen Auswahlkriterien der Mulchgeräte. Vielleicht ist es zweckmäßig, wenn ich die in Frage kommenden Geräteschemata (Abb. 2) und in ihrer Zuordnung zum Schlepper zusammenfasse (Abb. 3), infolge der starken Rückwirkung auf den Schlepper jedoch nur den Leistungsbedarf der Mulchgeräte ausführlicher diskutiere.

Nach der Arbeitsweise wird in Sichel- und Schlegelmulchgeräte (Abb.4) unterschieden, deren Leistungsbedarf vereinfacht bei gleichen Einsatz- und Gerätedaten gleich ist. Grundsätzliche Einsatzunterschiede zu den Mähwerken in der Grünlandwirtschaft sind die etwa halbe Fahr-

Landtechnische Verfahren zur Freihaltung v. Grünflächen

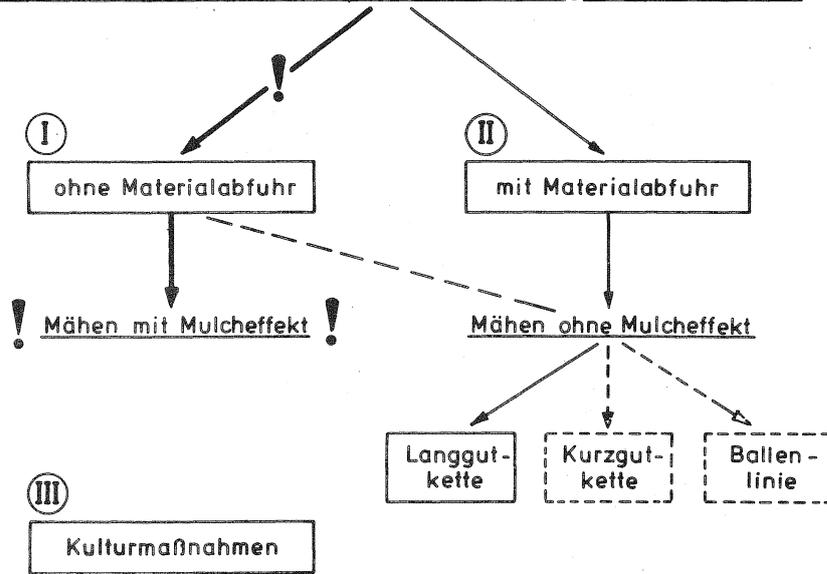


Abb. 1: Landtechnische Verfahren zur Freihaltung von Grünflächen.

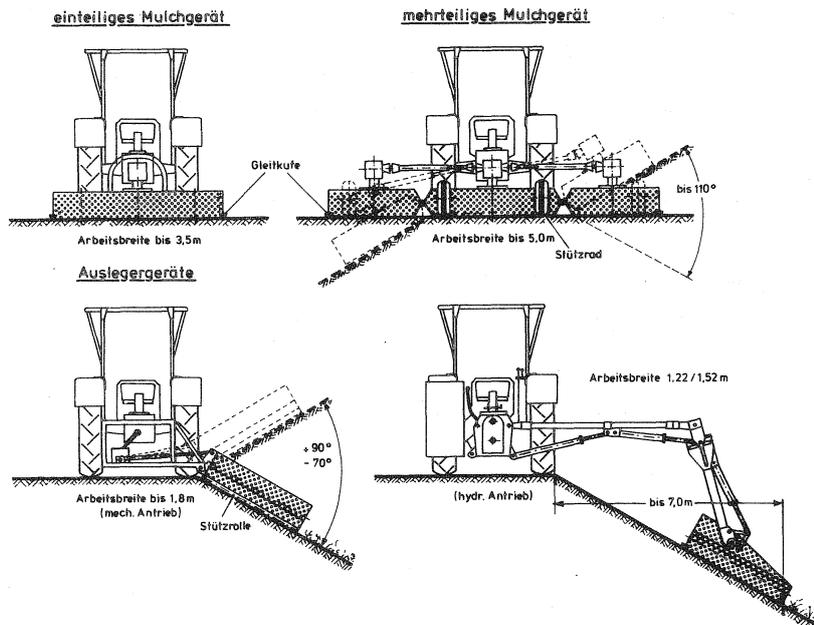


Abb. 2: Mulchgeräte - Bauarten

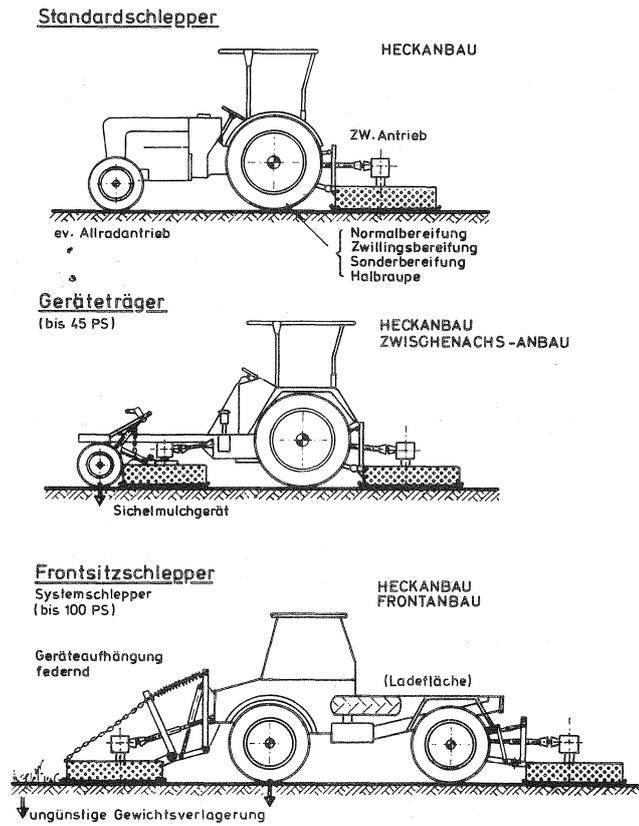


Abb. 3: Anbauräume für Mulchgeräte bei verschiedenen Schlepperbauarten.

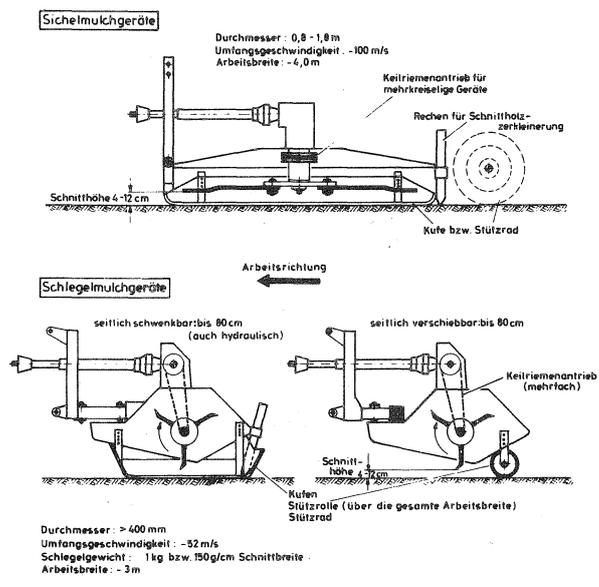


Abb. 4: Schematische Darstellung von Mulchgeräten.

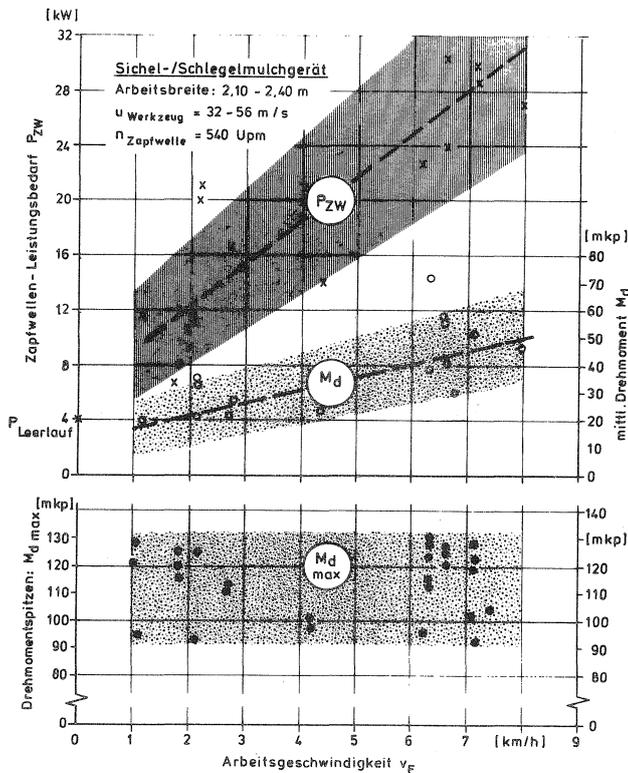


Abb. 5: Zapfwellen-Leistungsbedarf, mittl.u.max. Antriebsdrehmoment von Mulchgeräten in Abhängigkeit beim Einsatz in der Landschaftspflege

----- Regressionsgerade = 0,8145;  
 = 0,756Z;

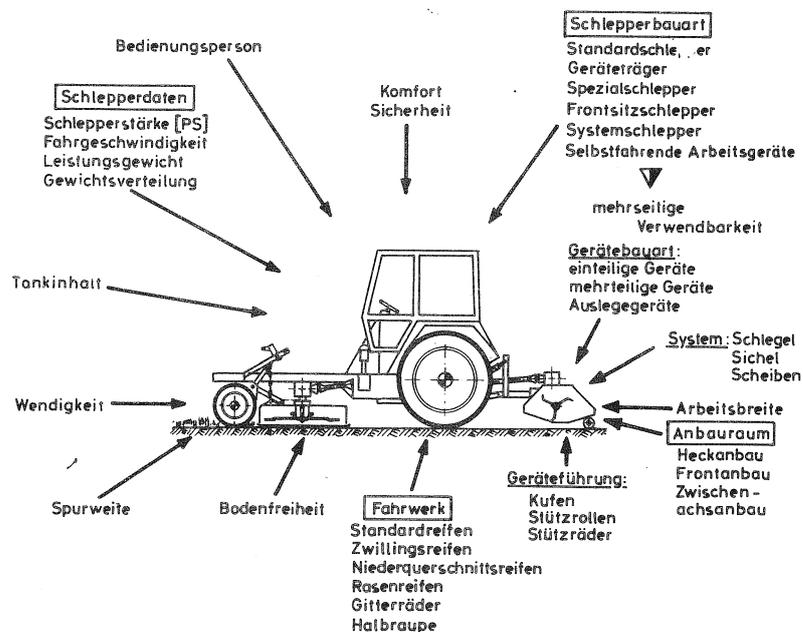


Abb. 6: Wesentliche Gesichtspunkte bei der Auswahl von Schlepper-Geräte-Kombinationen.

geschwindigkeit, Schnitthöhen über 5 cm, sowie Zerkleinerung und Breitablage des Mähgutes. Unterschiede zu Rückstandsmulchen im Ackerbau sind Bodenunebenheiten, Fremdkörper und Aufwuchsunterschiede (30 bis 200 dz/ha und Schnitt bei unterschiedlicher Konsistenz). Dies erfordert wesentlich robustere Geräte als sie aus der agrarischen Produktion bekannt sind. Infolge der letzten Merkmale schwankte der Leistungsbedarf z.B. eines 2,1 bis 2,4 m breiten Gerätes bei 5 km/h zwischen 3,5 und 16 kW/m Arbeitsbreite (Abb. 5). Die Drehmomentspitzen betragen das 3 - 6 fache des mittleren Antriebsdrehmomentes, bei einem Zapfwellenauslastungsgrad von 50 bis 70 %. Was bedeutet das? Der Leistungsanspruch eines 2 m breiten Mulchgerätes beim Einsatz in der gesamten Variationsbreite der infrage kommenden Flächen der Landschaftspflege (siehe hierzu auch die erforderliche Flächenklassifizierung) liegt bei über 40 kW (56 PS). Dies bei mehrfacher Überlastung des Zapfwellenantriebes, weshalb Überlastsicherung, geeignete Geräteführung, um den Einfluß von Unebenheiten und Fremdkörper zu mindern, sowie ein evtl. Begehen der Flächen (besonders bei erstmaligem Mulchen oder Rekultivieren) erforderlich werden oder verbesserungsbedürftig sind. Präzisiere ich die geeignete Geräteauswahl gemäß den Einsatzproblemen, so ist bei einer erforderlichen Spurüberdeckung ein einteiliges Gerät von 1,8 bis 2,5 m Arbeitsbreite im Heckenanbau bei ausreichender Geräteaushebung zu empfehlen. Schlegelmulchgeräte sind die universeller verwendbare Bauweise, Sichelmulchgeräte arbeiten bei Baumanflug besser.

Sind geeignete Schlepper-Gerätekombinationen bekannt, kommt es darauf an

Flächenleistungen

AKh - Bedarf

Gesamtkosten

zu ermitteln, wobei die Flächenleistung von (Arbeitsbreite, Arbeitsgeschwindigkeit, Bedienungsperson, Schlaggestaltung, Aufwuchs, Schnittzeitpunkt und Standort u.a.) abhängt.

Abb. 6 faßt noch einmal alle wesentlichen Gesichtspunkte der Kombinationsauswahl und -leistung zusammen. Bei der Aufzählung nur einiger Einflußgrößen auf die Flächenleistung wird bereits deutlich, daß die Angabe einer mittleren Flächenleistung zur Ermittlung der Gesamtkosten untauglich ist.

Die Flächenleistung (Abb. 7) einsatzspezifisch ausgewählter Geräte schwankte bei unseren Untersuchungen zwischen 0,2 und 1,0 ha/h und der Mittelwert betrug für die Geräte mit der besonders geeigneten Arbeitsbreite von 2,2 m ca. 0,6 ha/h. Da es sich allgemein um ein 1-AK-Verfahren handelt, errechnet sich der Arbeitszeitbedarf als

Reziprokwert der Flächenleistung.

Um neben der qualitativen Wertung der Einflußgrößen eine sichere quantitative Wertung zu erreichen, wurden sämtliche bislang gewonnenen arbeitswirtschaftlichen Werte in einer Teilzeitanalyse ausgewertet. Danach ist es möglich, in Kenntnis der Mittelwerte und des Vertrauensbereiches Zu- und Abschläge für die veränderlichen Einsatzbedingungen anzugeben. Hierunter ist u.a. zu zählen:

Rekultivieren,  
ein oder mehrmaliges Mulchen,  
erschwerete Einsatzbedingungen,  
entfernte Lage, ungesicherte Zufahrt,  
Kulturmaßnahmen (siehe hiezu Abb. 8)

Unter Zugrundelegung der bisherigen Flächenleistungen und einer vereinfachten Kostenrechnung [10] ergeben sich Gesamtkosten in Abhängigkeit von der Einsatzzeit zwischen 30 und 220 DM/ha. Eine Erhebung von Gesamtkosten, die in Deutschland von Wasserwirtschaftsämtern, Maschinenringen, Flußverwaltungen etc. berechnet werden, ergab eine Variation von 75 bis 300 DM/ha bei bis zu 1000 Einsatzstunden pro Jahr und Gerät. Nachdem ich jedoch meine Untersuchungen über die Mechanisierung der Landschaftspflege mehr im landtechnischen Bereich gesehen haben möchte, mag es Aufgabe anderer Fachrichtungen sein, die damit zur Verfügung gestellten Planzeitwerte in Kostenrechnungen umzusetzen.

Gestatten Sie mir abschließend noch einige Worte zum Abbrennen und zu herbologischen, chemischen Maßnahmen.

Unter Berücksichtigung der Verordnung über die Beseitigung land- und forstwirtschaftlicher Abfälle und der Situation in den USA (außerdem Schädigung der Mikroflora und -fauna) ist das Abbrennen ein untaugliches Verfahren der großflächigen Landschaftspflege.

Zur Chemie: Da keine wirksamen Wuchshemmstoffe (eine grüne Fläche ist gefordert) verfügbar sind, wird sich die Herbologie in der Landschaftspflege nur zur Bekämpfung des Baumanfluges bewähren. Dies gilt insbesondere für wenig tragfähige Böden bei denen keine Flächenmulchung erforderlich ist, bei vereinzelt Anflug und unwegsamem Gelände. Von Nachteil ist, das infolge fehlender Zerkleinerung evtl. Landarbeit erforderlich wird.

Zusammenfassend kann festgestellt werden:

Eine verfahrensgerechte Maschinen- und Geräteauswahl zur "Konservierung" der offenen Landschaft setzt die Kenntnis von Landschaftspflegeplänen und eine Flächenklassifizierung voraus.

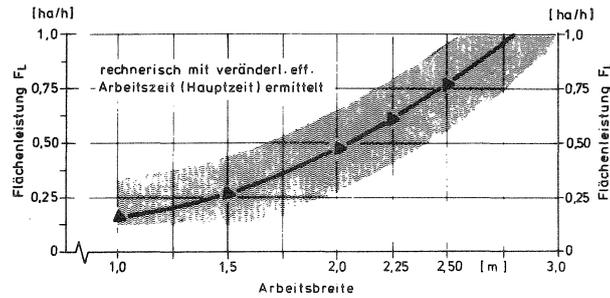
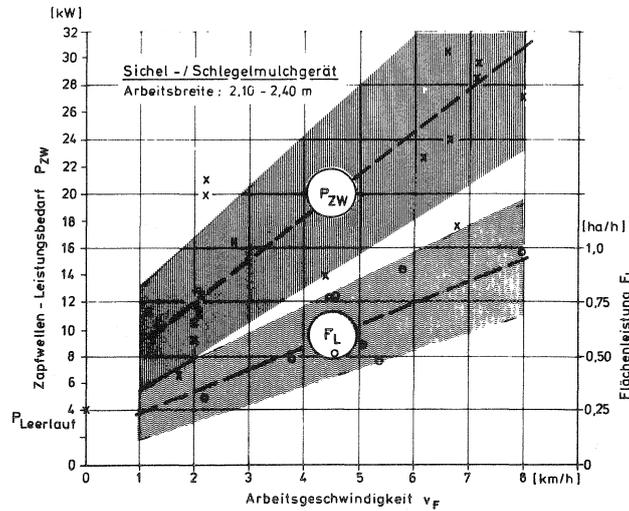


Abb. 7: Zapfwellenleistungsbedarf u. Flächenleistung in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit sowie Flächenleistung in Abhängigkeit von der Arbeitsbreite (Arbeitsgeschwindigkeit 4 km/h) = 0,7692

	Hochmoor eben	Bayr.Wald hügelig	Wiesental hügelig,naß
Mulchen	66 %	58 %	51 %
Wendezeit	17 %	27 %	26 %
Bergezeit	-	3 %	16 %
Begehzeit	-	> 1 %	3 %
Flächenleistung (ha/h) (2,2 m Arbeitsbreite)	0,85	0,51	0,56

Abb. 8: Prozentuale Zeitanteile beim Mulchen auf unterschiedlich günstigen Standorten.

Schlepper-Gerätekombinationen zur gängigsten Pflagechnik, dem Mulchen, erfordern für einen kostengünstigen Einsatz > 55 PS und > 1,8 m Arbeitsbreite.

Spezielle Anforderungen konnte ich Ihnen angeben.

Nach Abschluß der EDV-Auswertung liegen die Grundlagen für verfahrenstechnische und betriebswirtschaftliche Rechnungen vor.

### Literatur

- Bierhals, E. und Scharf H.: Zur ökologischen und gestalterischen Beurteilung von Brachflächen  
Natur und Landschaft 46, Heft 2, Seite 31 - 34
- Schreiber, K.-F.: Aufgaben der Landschaftspflege im Rahmen einer funktionsgerechten Landschaftsentwicklung.  
Vortrag auf der DLG-Kulturtagung 1973, Würzburg
- Buchwald, K.: Die Natur hilft sich selbst - zur Problematik von Brachflächen.  
Schriftenreihe f. ländliche Sozialfragen, Hannover 1971, Heft 61, Seite 120 - 131
- Baumgart: Wald und Sozialbrache  
Mitteilungen zur Beratung, Dachau 1971  
Heft 4, Seite 58
- Moser, H.: Modellvorhaben zur Entwicklung neuer Landschaftsstrukturen: Beispiel Spessart  
Natur und Landschaft 46 (1971) Heft 10,  
Seite 267 - 270
- Hoffmann, H.: Mechanisierung in der Grünland-Landschaftspflege  
Diplomarbeit TU München-Weihenstephan 1972, 64 S.
- Zelljelder, H.E.: Modelle zur Erhaltung der Kulturlandschaft im bayer. Spessart. AID-Information Jg. 21 Nr. 11 (1972)
- Speidel: Diskussionsbeitrag Arbeitstagung Süddeutscher Länder, Würzburg 1972 u. Reutlingen 1973.
- Gekle: Freihalten von Grünflächen - ein Beitrag zur Landschaftspflege.  
Vortrag auf der Referenten-Arbeitstagung für Landtechnik und landw. Bauen, Stuttgart-Hohenheim 1972
- Kromer, K.-H. und Mitterleitner, H.: Mechanisierungsverfahren in der Landschaftspflege, besonders für Grünflächen, Zwischenbericht Landtechnik Weihenstephan, Freising 1973, 35 S.

## "Kurzstand-Aufstallungen"

Dr. Josef Boxberger, Landtechnik Weißenstephan

Wenn man davon ausgeht, daß der Anbindestall traditionell vorhanden und in Beständen bis zu 40 Kühen verbreitet ist, so leben vermutlich 90% von insgesamt 5,4 Mio. Kühen angebunden. Diese Schätzung beruht auf statistischen Unterlagen aus den Jahren 1969 und 1971.

Ein kurzer Blick in die Entwicklungsgeschichte zeigt Erstaunliches. Einige unserer europäischen Nachbarstaaten kennen nur den Kurzstand, nicht den Mittellangstand. Und das bei sehr ansprechenden Leistungen. Mit welchem Recht beharrt man bei uns, wenn es um das Wohlbefinden der Kühe geht, auf dem Mittellangstand? Abbildung 1 zeigt, daß es die Kuh im Mittellangstand eher schlechter hat als im Kurzstand, weswegen wir uns doch mehr um die Fehler des Kurzstandes und um die Verbesserungsmöglichkeiten kümmern sollten.

Zunächst ist aber die Kurzstand-Entwicklung anders gelaufen. Sie kennen das Problem der Arbeitskräfteverknappung in der Landwirtschaft, die die meisten Gesindebetriebe zu reinen Familienbetrieben werden ließ, so daß die Familie überspitzt ausgedrückt zum Melkerehepaar wurde. In dieser Situation galt das Hauptinteresse der Arbeitsvereinfachung und diese Vereinfachung ging nicht selten zu Lasten der Tierhaltung. Auf den Kurzstand übertragen bedeutet dies: Der reichlich eingestreute, oftmals zu entmistende Stand wurde einstreulos und um den Mist aus dem Tierbereich ohne Handarbeit entfernt zu haben, rückte der Gitterrost bis zu 1,45 m, ja manchmal sogar bis zu 1,35 m an die Krippenkante heran. Und damit die Exkreme auch wirklich auf dem Rost landeten, wurde die Anbindevorrichtung so straff wie nur irgend möglich eingestellt: Die Folgen:

1. Die knappe Anbindung bereitete den Tieren Schwierigkeiten beim Aufstehen und Abliegen.
2. Wegen des kurzen Standes mußten die Tiere auf dem Rost liegen und zogen sich dabei Verletzungen zu.
3. Die hohe Krippenwand (bis zu 35 cm, Abb. 2) stellte sich den Kühen als Barriere beim Aufstehen in den Weg. Vielleicht haben Sie schon beobachtet, wie mühevoll einzelne Tiere, die sich zu weit nach vorne gelegt haben, vor dem Aufstehen zurückkroben, um das Anstoßen zu vermeiden.
4. Harte Standflächen taten ein Übriges. Sicher fehlte es zunächst auch an geeigneten Bodenbelägen. Manchmal wurden sie aber auch aus Ersparnisgründen weggelassen.

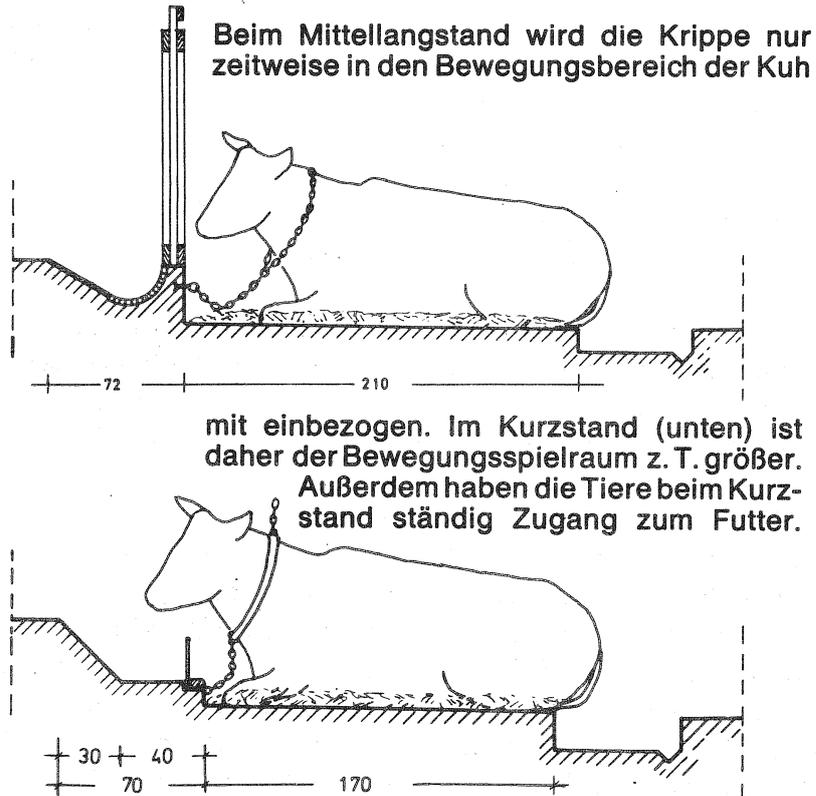


Abb. 1: Vergleich Mittellangstand - Kurzstand.

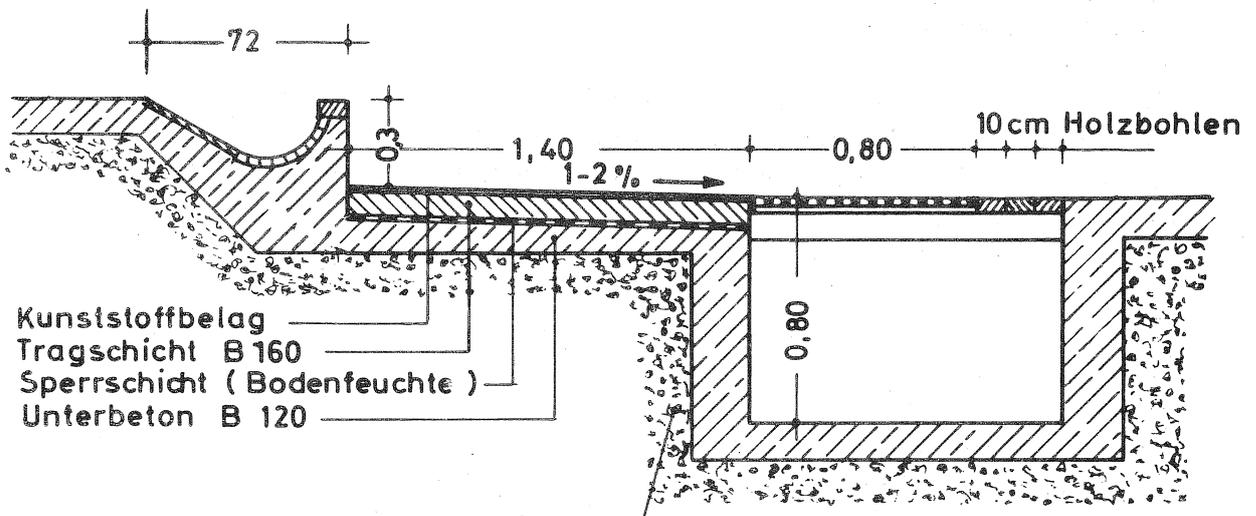


Abb. 2: Kurzstand mit hoher Krippenkante und zu kurzer Liegefläche.

In dieser Situation kamen erste Hinweise von ZEEB über die Futtererreichbarkeit. Er verlangte die exakt nach dem Freßbereich des fixierten Tieres geformte Krippe (Abb. 3). Für unsere neueren Überlegungen bleibt daraus die wichtigste Erkenntnis, daß für unsere Zwi-  
Nutzungsrassen wegen des etwas kürzeren Halses - und das gilt beson-  
ders für Jungvieh - der tiefste Punkt in der Krippe nicht auf Stand-  
niveau, sondern 10 bis 15 cm darüber sein sollte.

Vor etwa zwei Jahren traf sich eine internationale Wissenschaftler-  
gruppe aus Tierärzten und Technikern, um dem Problem des Kurzstan-  
des zu Leibe zu rücken. Die Ergebnisse dieser Diskussion haben wir  
in der Zwischenzeit hier in zahlreichen Stallungen in die Wirklich-  
keit umgesetzt und das mit bestem Erfolg.

Der Kernpunkt ist der tiergerechte lange Stand, bei dem die Stand-  
länge der Liegelänge entspricht. Das sind Standlängen je nach Größe  
der Kühe von 1,65 bis 1,80 m. Um nun derartige Stände sauber zu hal-  
ten, greifen wir auf ein Hilfsmittel zurück, das in den USA und auch  
in Holland seit langem im Gebrauch ist und zur Standardausrüstung des  
Kurzstandes gehört, den Kuhtrainer (Abb.4). Denn schließlich ist es  
naheliegender, die Kuh nicht wegen des gezielten Abkotens und Urinierens,  
das innerhalb von 24 Stunden ca. 7 Minuten in Anspruch nimmt, straff  
anzubinden, sondern mittels Kuhtrainer zum Zurückgehen zu erziehen.

Sofern Sie dieses Gerät noch nicht kennen, hier kurz die Erläuterung:  
Über jeder Kuh hängt ein Metallbügel, der ca. 3 bis 4 cm über dem  
Widerrist angebracht ist. Dieser Metallbügel steht mit einem Weide-  
zaungerät in Verbindung, das wie bei der Weidehaltung schadlos Strom-  
stöße aussendet und die Kuh beim Rückenkrümmen zum Koten oder Harnen  
an das Zurücktreten erinnert. Die Kühe merken sich dieses Signal, ver-  
gessen es aber wieder, weswegen die Anlage auf Dauerbetrieb einge-  
schaltet bleiben muß.

Aber nicht nur die Standlänge wird tiergerecht, sondern auch die Anbin-  
devorrichtung. Sie trägt nicht mehr die zwei Funktionen des Fest-  
haltens und Steuerns der Kuh an der Kotkante oder am Gitterrost, son-  
dern beschränkt sich nur noch auf das Erstgenannte, das Festhalten.  
Somit verbessern sich die Bewegungsmöglichkeiten der Kuh.

Untersuchungen von GROMMERS in Holland haben ergeben, daß Zitzenver-  
letzungen mit der Höhe der Krippenkante zunehmen. In Holland ist man  
daher bereits vor Jahren zu einer Krippenform übergegangen, die auf  
die Krippenmauer verzichtet (Abb.5). Um das Futter aber dennoch vom  
Stand fernzuhalten, besteht die Krippe dann aus einem elastischen  
Material, in der Regel einer Gummimatte, wie sie auch für Stallboden-  
beläge Verwendung findet. In Verbindung mit der größeren Bewegungs-  
möglichkeit in der Anbindevorrichtung entsteht daraus eine neue Krip-  
penform, die einen ebenen Boden aufweist und nach 25 bis 30 cm Entfer-  
nung von der Gumm wand im Winkel von  $45^{\circ}$  - das ist etwa der Freßwinkel

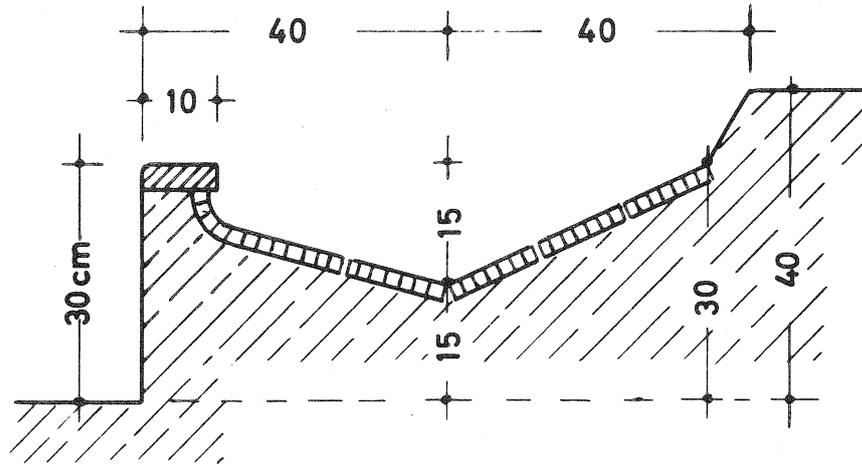


Abb. 3: Krippenform für Kurzstand nach ZEEB.

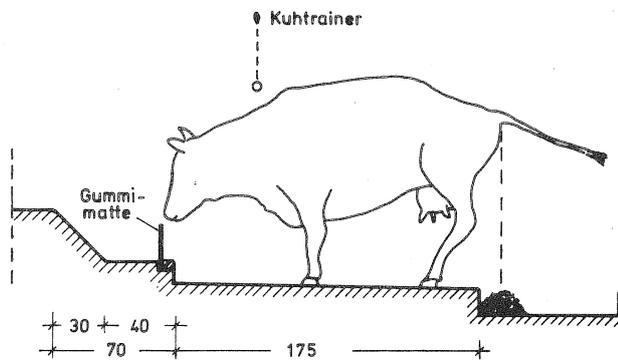
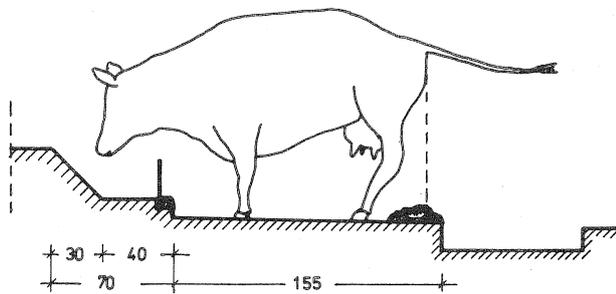


Abb. 4: Wirkungsweise des Kuhtrainers.

der angebundenen Kuh - nach oben geht. Auf welcher Höhe der Futtertisch angeordnet wird, mag den Vorstellungen des Landwirts überlassen bleiben, da der hohe Futtertisch die Durchfahrtshöhe reduziert, andererseits aber der knapp über Krippensohlniveau angeordnete Futtertisch zum ständigen Nachräumen des Futters zwingt.

Diese Krippenform wartet zudem mit zwei positiven Nebenerscheinungen auf. Da ist zunächst der nun möglich werdende Krippenanker, der den Bodenanker ersetzt. Damit verschwindet eine Verletzungsquelle, die vor allem durch Einklemmen von Extremitäten verschiedentlich Opfer gefordert hat. Gleichzeitig bietet der flache Krippenrand in Verbindung mit dem Krippenanker aber auch eine Ausweichmöglichkeit für den Halsrahmen, der für Betriebe mit Weidegang von so entscheidender Bedeutung ist. Wie schon erwähnt kann durch den Kuhtrainer ja die Anbindevorrichtung lockerer eingehängt werden. Beim Halsrahmen bedeutet dies die Verlängerung der unteren Befestigungskette. Der so installierte Halsrahmen würde dann gegen eine feste Krippenwand schlagen. Bei der neuen Krippenform gleitet der U-förmige Bügel des Gelenkhalsrahmens ohne Berührung über die Kante hinweg und gibt somit dem Tier die erwünschte Bewegungsfreiheit. Gleichzeitig verschwindet die Kette im Krippenanker und kann das Tier nicht mehr gefährden.

Bei Beobachtungen in einem so ausgerüsteten Stall fällt auf, daß die Kühe entspannt liegen, dabei zum Teil ihre Vorderextremitäten über die Gummiwand strecken und auch den Kopf auf die nachgebende Gummiwand legen. Das alles schadet dem Gummi nach den bisher vorliegenden 5- bis 6-jährigen Erfahrungen nicht, sofern das richtige Material ausgewählt wurde und der Einbau richtig erfolgt ist.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Bodenbelag. Selbst in Ackerbaugebieten, die ja nicht wegen hoher Preise an Stroh sparen müßten, ist eine Abkehr von der Einstreu zu beobachten. Schließlich ist das kostenlos auf dem Acker liegende Stroh noch mit Aufwand für die Bergung, für das Einlagern, für das Einstreuen und Entmisten belastet. Und wenig Einstreu ist auch keine Lösung, denn da, wo das Tier liegt, befindet sich meist der blanke Boden. In den besseren Fällen ist dieser wenigstens wärmegeämmt.

Durch den beschränkten Bewegungsbereich der Kühe auf Kurzständen unterliegt der Bodenbelag besonders hohen Beanspruchungen. Und hier beginnt auch das Problem für den Hersteller, denn wir wollen einerseits einen weichen, andererseits einen haltbaren Bodenbelag, der außerdem bestimmte Preisgrenzen nicht überschreiten sollte. Die meisten der heute auf dem Markt befindlichen Beläge sind ausreichend haltbar. Messungen mit einem eigens dafür entwickelten Gerät zeigen jedoch die deutlichen Unterschiede in der Weichheit (Abb.6). Zur Zeit gehen wir dazu über, die Druckverhältnisse zwischen Tier und Boden zu messen, so daß dann für die Entwicklung und auch für die Prüfung eindeutige Hinweise gegeben werden können.

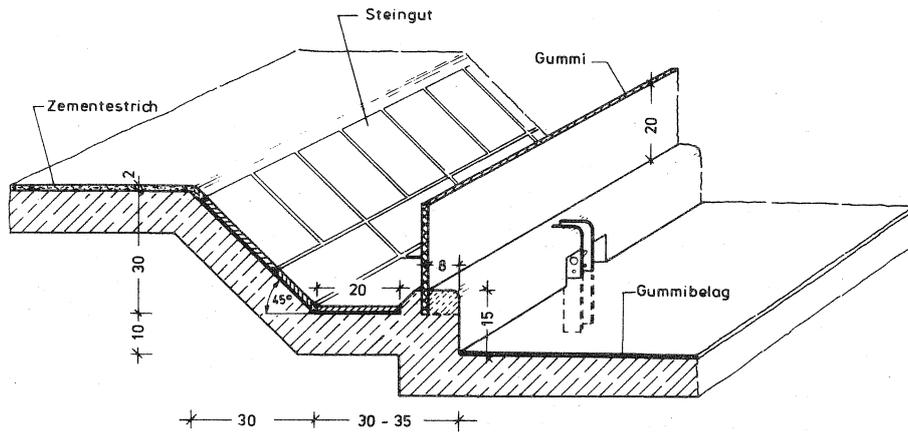


Abb. 5: Krippenform mit elastischer Wand.

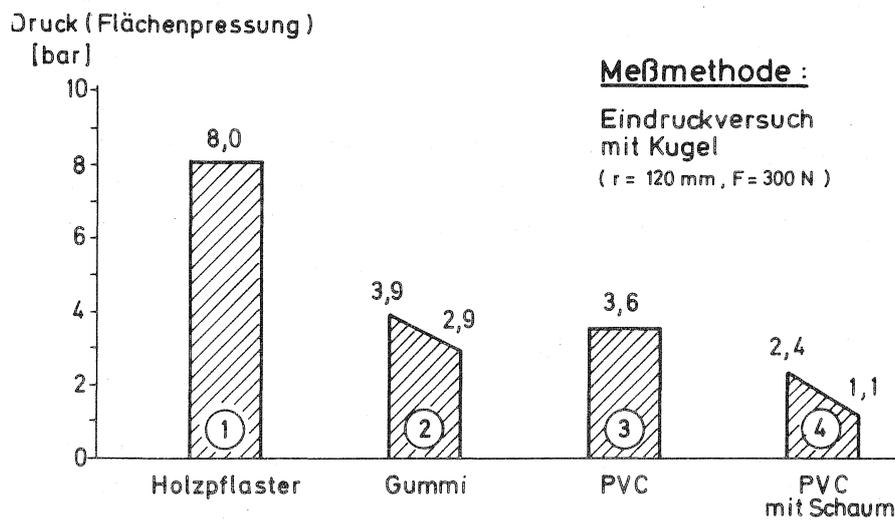


Abb.6: Ergebnisse von Druckmessungen an verschiedenen Bodenbelägen.

Zum Abschluß noch einige weitere Hinweise: Mit der Ausdehnung der Standlänge auf Liegelänge ist es unbedeutend geworden, ob sich an den Stand eine Kotstufe oder ein Gitterrost anschließt (Abb. 7, 8). Die Kotstufe sollte nicht höher als 20 cm sein, da sonst die Tiere, die den Stand verlassen müssen, unnötig Scheu vor der Tiefe des Grabens entwickeln. Immer wieder flammt die Diskussion auf, ob in Verbindung mit einem Gitterrost eine Stufe am Standende sinnvoll ist. Anhänger dieser Form führen ins Feld, daß auf dem Rost liegegebliebener Dung aus dem Berührungsbereich der Kuh entrückt ist und somit die Verschmutzung eingeschränkt wird. Für den gerade vorgeführten langen Kurzstand ist dieses Argument von geringerer Bedeutung, da die Kuh nicht im Rostbereich zum Liegen kommt. Der eben auslaufende Stand hat aber den Vorteil, daß die zurücktretende Kuh an der Hinterhand nicht tiefer steht, vor der Stufe nicht erschrickt und den Stand mit weniger Komplikationen verläßt.

Als Gitterrost hat sich eine Ausführung bewährt, bei der die Stäbe in der Form des auf den Kopf gestellten U-Eisens mit 18 bis 20 mm Stabbreite und einem Abstand von 35 bis 40 mm gefertigt sind. Zwei Unterzüge seitlich aus der Mitte des Rostes gerückt, bieten die Gewähr der Stabilität und setzen dem hauptsächlich in der Mitte anfallenden Kot kein unnötiges Hindernis entgegen. Die Spannweite des Rostes sollte der Standbreite entsprechen. Ansonsten überspannt der Rost den Kanal, der wegen sicherer Funktion des Fließmistverfahrens ca. 1 m breit sein sollte.

Zum Schluß noch ein Hinweis zur Anbringung des Standrohres. Es sollte möglichst dicht an der Krippe stehen, damit die Tiere die Vorderextremitäten nicht durchstrecken und sich verletzen können. Da vielfach die Wasserleitung zwischen Standrohr und Krippe verlegt wird, hat sich der Abstand von 5 cm heute weitgehend eingeführt.

Diese knappen Ausführungen zeigen, daß die Entwicklung bei Kurzständen zwar zunächst unter dem Zwang der Ereignisse in eine dem Tier abträgliche und damit auch für den Leistung erwartenden Landwirt ungünstige Richtung verlief, daß aber auch durch gezielte Verbesserung an neuralgischen Punkten dieser Standform ein tiergerechter und arbeitswirtschaftlich günstiger Stand gefunden werden konnte. Dies ist um so wichtiger, da die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiete der Melktechnik dem Anbindestall neue Einsatzbereiche bei größeren Herden erschließen.



Zusammenstellung der angefertigten Diplomarbeiten

SS 1972 - WS 1973

1. Hansen Georg: Einfluß der Saattechnik bei Minimalbestellmaschinen auf Keimung und Pflanzenentwicklung am Beispiel von Winterweizen.
2. Schamel Hermann: Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen an Melkkarussellen mittels mathematischer Simulation.
3. Schmauz Franz: Die Organisation der Zwischenlagerung und Ausbringung von Düngekalk dargestellt am Beispiel von Modellgebieten.
4. Sarreiter Roman: Untersuchungen zur Weiterentwicklung von Sperrboxenställen.
5. Windpaßinger Alois: Chemische und thermische Behandlung von Halmfutter zur Verkürzung der Vorwelkzeit.
6. Zacher Alfons: Nachzerkleinerung von Mais und Rauhfutter.
7. Bär Rudolf: Untersuchung zur Milchflußerfassung mit Ringelektroden.
8. Billenstein Helmut: Die Leistungsauswirkung bei der Umstellung von Anbindestall auf Laufstall beim Milchvieh in Bayern.
9. Ferstl Peter: Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen über die Mineraldüngung in klein- und mittelbäuerlichen Betrieben.
10. Hillebrand Wolfgang: Wärmestromdichten und Temperaturen zwischen liegenden Kühen und dem Stallfußboden in verschiedenen Laktationsstadien.
11. Hopf Edgar: Untersuchungen an beheizten und unbeheizten Spaltenböden bei Schweinen.
12. Kauer Ernst: Die Laufstallhaltung von Milchvieh in Bayern.
13. Krögel Werner: Der Motorisierungsgrad der westdeutschen Landwirtschaft im Vergleich zur Landwirtschaft der USA und der Sowjetunion.
14. Metzner Rainer: Technische und arbeitswirtschaftliche Untersuchungen an einem programmgesteuerten, mobilen Futterverteilwagen für die Schweinemast.
15. Naderer Josef: Vergleich des Kapitalbedarfes der verschiedenen Stallsysteme in der Milchviehhaltung.
16. Schobert Manfred: Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen über neuere Formen der Einzeltierhaltung von Milchkühen.
17. Weber Willi: Untersuchungen über den Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge in der Praxis.

Zusammenstellung der Dissertationen

1. Stanzel Hans: Untersuchungen zur Verbesserung der Maisbestelltechnik. (1973)

Verzeichnis der Veröffentlichungen 1.4.1972 - 31.12.1973

- Wenner, H.L.,  
Schön, H.:                   Arbeitswissenschaft und Arbeitslehre  
AID-Bericht Bonn-Bad Godesberg 1972
- Wenner, H.L.,  
Weidinger, A.:               Chancen und Grenzen leistungsstarker Schlepper  
Landtechnik (1973) H.8 S. 231 - 238
- Wenner, H.L.,  
Schön, H.,  
Boxberger, J.:               Haltungsverfahren für Milchvieh  
Bauen auf dem Lande 24 Jg. (1973) H. 2  
S. 30 - 33
- Wenner, H.L.,  
Boxberger, J.,  
Schön, H.:                   Mehr Milchkühe - weniger Arbeit  
top - agrar (1973) 4 Folgen
- Wenner, H.L.,  
Schön, H.:                   Notwendigkeit zur Baukostensenkung  
Bauen auf dem Lande 24. Jg. (1973)  
H. 1 S. 5 - 9
- Wenner, H.L.,  
Schön, H.:                   Die Entwicklung der Landtechnik unter dem  
Einfluß künftiger Agrarproduktion  
Bericht über die Wintertagung 1973 der  
Österr. Gesellschaft für Land- und Forst-  
wirtschaftspolitik, Wien, S. 99 - 117
- Wenner, H.L.,  
Estler, M.:                   Perspektiven der Landtechnik im intensiven  
Getreidebau  
BASF - Mitteilungen für den Landbau  
3/73 S. 73 - 90
- Boxberger, J.:               Fertigstall in einem Stück  
DLZ 23 (1972) 262 - 264
- Boxberger, J.,  
Langenegger, G.:             Untersuchungen an Fließkanälen  
in Rinderställen  
Beton-Landbau 9 (1972) 53 - 56
- Boxberger, J.:               Selbstfanghalsrahmen für Kühe  
Übersicht 23 (1972) 514 - 515
- Boxberger, J.:               Verfahrenstechnik in der Kälberaufzucht  
Der Tierzüchter 24 (1972) 206 - 208
- Boxberger, J.,  
Grimm, K.,  
Langenegger, G.:             Flüssigmistbehälter, Arbeitsblatt  
ALB Bayern  
Bauen auf dem Lande 23 (1972) Heft 7

- Boxberger, J.,  
Eichhorn, H.,  
Seufert, H.: Flüssigmist; Entmistung, Lagerung, Aus-  
bringung  
2. Auflage, Beton-Verlag, Düsseldorf 1972
- Boxberger, J.,  
Unger, W.: Moderne Rindviehhaltung im Großbetrieb  
Beton-Landbau 9 (1972) 71 - 75
- Boxberger, J.,  
Langenegger, G.: Entmistung von Liegeboxenlaufställen für  
Milchvieh  
Mitteilungen der DLG 87 (1972) 998 - 1000
- Boxberger, J.: Arbeitssparende Haltungsverfahren für  
Mastschweine  
KTBL-Manuskriptdruck, Frankfurt 1972
- Boxberger, J.: Der Sperrboxenstall  
Übersicht 23 (1972) 760 - 766
- Boxberger, J.: Untersuchungen an einem Sperrboxenstall  
KTBL-Manuskriptdruck, Frankfurt 1972
- Boxberger, J.: Großvorführung auf Gut Schlüterhof  
Übersicht 23 (1972) 942 - 945
- Boxberger, J.,  
Koller, G.,  
Mittrach, B.: Fangboxe für Milchkühe  
Arbeitsblatt, ALB-Bayern  
Bauen auf dem Lande 23 (1972) Heft 12 und  
Die landtechn. Zeitschrift 23 (1973) 13 - 16
- Boxberger, J.,  
Wenner, H.L.,  
Schön, H.: Mehr Milchkühe - weniger Arbeit  
Topagrar 2 (1973) H. 2, S. R 2 - R 3  
" 2 (1973) H. 4, S. R 27 - 28  
" 2 (1973) H. 6, S. R 21
- Boxberger, J.: Untersuchungen und Ergebnisse über neuere  
elastische Stallbodenbeläge  
KTBL-Manuskriptdruck, Frankfurt/Main 1972
- Boxberger, J.: Stallformen für Milchkühe  
DLZ 24 (1973) 114 - 118
- Boxberger, J.,  
Hammer, K.,  
Mittrach, B.: Fangboxenstall für Milchkühe  
DLZ 24 (1973) 123 - 126  
und Bauen auf dem Lande 24 (1973)
- Boxberger, J.,  
Wenner, H.L.,  
Schön, H.: Haltungsverfahren für Milchvieh  
Bauen auf dem Lande 24 (1973) 30 - 33

- Boxberger, J.,  
Preis, W.: Bau der Flüssigmistkanäle  
Beton Landbau 10 (1973) 51 - 52
- Boxberger, J.,  
Wenner, H.L.,  
Schön, H.: Neuzeitliche Rindviehhaltung  
Landwirtschaftsverlag Hiltrup 1973
- Boxberger, J.,  
Langenegger, G.: Wir bauen einen Flüssigmistbehälter  
Top agrar 2 (1973) H. 7, S. 40 - 44
- Boxberger, J.: Der Liegeboxenlaufstall  
Übersicht 24 (1973) 516 - 522
- Boxberger, J.: Mehr Milchkühe - weniger Arbeit  
Wenner, H.L.,  
Schön, H.: IV. Teil Top agrar 2 (1973) Heft 8  
R. 25 - 26
- Boxberger, J.,  
Langenegger, G.: Flüssigmisthochbehälter selbst gebaut  
Deutsche Landw.Presse 96 (1973) Nr. 18 S. 9
- Boxberger, J.,  
Koller, G.,  
Mittrach, B.: Fangboxen für Milchkühe  
KTBL-Arbeitsblatt  
Landwirtschaftsverlag Hiltrup, 1973
- Boxberger, J.,  
Langenegger, G.: Flüssigmist  
DLZ 24 (1973) 538 - 541
- Boxberger, J.: Kurzstand  
DLZ 24 (1973) 542 - 543
- Estler, M.: Minimum Tillage  
"Tractor News" (Österreich), Juli 1972,  
Seite 12 - 15
- Estler, M.: Erfahrungen in der Maisstrohverwertung  
"Tractor aktuell", 1972, Heft 4, Seite 16 - 29
- Estler, M.: Technische Lehren aus dem Maisjahr 1972  
Mitteilungen der DLG, 88/1973, Heft 5  
Seite 122 - 123
- Estler, M.: Moderne Bodenbearbeitung - aber wie?  
Mitteilungen der DLG, 88/1973, Heft 5  
Seite 126 - 128
- Estler, M.: Bodenbearbeitung und Bestellung  
Die Landtechnische Zeitschrift, 24/1973,  
Heft 2, Seite 58 - 64

- Estler, M.: Zur Minimal-Bestelltechnik und Direktsaat  
Mitteilungen der DLG, 88/1973, Heft 9  
Seite 238 - 241
- Estler, M.: Die Minimal-Bestelltechnik  
Grundlagen der Landtechnik, 23/1973, Heft  
1/2/3, Seite 13 - 15
- Estler, M.: Erfahrungen in der Maisstrohverwertung  
Landmaschinen-Fachblatt für Landmaschinen-  
handwerk und -handel Österreichs, 10/1973  
Heft 9, Seite 14 - 18
- Estler, M.: Tendenz zu größerer Schlagkraft bei der  
Körnermaisernte  
Die Landtechnische Zeitschrift, 24/1973  
Heft 9, Seite 472 - 475
- Estler, M.: Pro- und Contra künftige Spurweiten leistungs-  
starker Ackerschlepper aus der Sicht des land-  
wirtschaftlichen Betriebstechnikers  
Landtechnik von Morgen, 1973, Heft 12  
Seite 17 - 22
- Estler, M.,  
u.a.: Landtechnik, Bauwesen  
Lehrbuch für Landwirtschaftsschulen, sechste,  
völlig neu bearbeitete Auflage, BLV München
- Grimm, K.: Verfahren mit Zukunft Maiskolbenschrotsilage  
DLZ Nr. 4/1972, Seite 166 - 169
- Grimm, K.: Großbehälteranlagen für Flüssigmist und Gär-  
futter  
Schriftenreihe der Bauberatung Zement, Mai 1972  
Seite 1 - 59
- Grimm, K.,  
Rödel, G.: Rationalisierung im Feldversuchswesen  
Landtechnik 27, Heft 7 (1972) S. 139 - 142
- Roth-Maier, D.A.,  
Kirchgessner, M.,  
Grimm, K. und  
Roth, F.X.: Zur Verfütterung verschiedener Maiskolben-  
schrotsilagen in der Schweinemast.  
Das wirtschaftseigene Futter, 1973, 19  
Heft 2, Seite 73 - 79
- Grimm, K.,  
Riemensberger, R.: Maiskolbenschrotsilage in der Schweinemast  
Mitteilungen der DLG 1973, H. 36, Seite 1022 - 124
- Grimm, K.: Mais in drei Varianten  
Praktische Landtechnik 16, 26. Jhrg. 5.9.73,  
Seite 348 - 351

- Grimm, K.: Körnermais können Sie mit dem Pflückschroter ernten.  
Landwirtschaftliches Wochenblatt, Westfalen-Lippe, 40 Ausgabe A, 4.10.73, 130. Jhrg.  
S. 20 - 21
- Kreitmeier, J.: Ablufthauben zur Verminderung der Immission aus der Stallluft.  
Zeisig, H.D.: Manuskriptdruck Nr. 1/73 der Landtechnik Weihenstephan 1973
- Krinner, L.: Organisation und Arbeitsbedarf bei der losen Mineraldüngererkette  
Die Landarbeit 23 (1972) H. 5 S. 33 - 35
- Krinner, L.: Hofschlepper im Einsatz.  
Top-agrar (1972) H. 4, S. R 13
- Krinner, L.: Rationalisieren mit Kunststoffen.  
Traktor Aktuell (1972), H. 3, S. 21 - 23
- Krinner, L.: Arbeitsverfahren der losen Düngererkette.  
Mitteilungen der DLG 87 (1972), H. 34  
S. 875 - 876
- Krinner, L.: Der wirtschaftliche Erfolg der baulichen Selbsthilfe.  
Bauen auf dem Lande 24 (1973), H. 1, S. 20 - 24
- Krinner, L.: Schlepper für Hof und Stall.  
Bayer. Landw.Wochenblatt 163 (1973) H. 19  
Seite 13 - 14
- Krinner, L., Schmaunz, F.: Verfahren beim losen Umschlag von Düngerkalk  
Landtechnik 27 (1973) H. 18, S. 415 - 421
- Kromer, K.H.: Maisstrohsilage  
Landtechnik 27 (1972), 18, Seite 411 - 414
- Kromer, K.H.: Reflexionsmessungen landw. Produkten.  
Grundlagen der Landtechnik 23 (1973)  
Nr. 3 Seite 66 - 67
- Kromer, K.H.: Möglichkeiten der Nachzerkleinerung bei Exaktfeldhäckslern.  
Grundlagen der Landtechnik 23 (1973) Nr. 2  
Seite 32

- Kromer, K.H.: Saattechnik  
Gartenwelt 9 (1973) S. 206 - 207
- Kromer, K.H.,  
Garte, L.: Mechanisierung des Einlegegurken-Anbaues  
Die Industrielle Obst- und Gemüseverwertung 58  
(1973) 6, Seite 165 - 169
- Kromer, K.H.,  
Garte, L.: Einmalernte von Einlegegurken  
Gemüse 9 (1973) 4, Seite 166 - 172
- Kromer, K.H.: Einwagenverfahren der Ballenlinie.  
Landtechnik 28 (1973) 8, S. 252 - 256
- Kromer, K.H.: Situation beim Transport von Hochdruckballen  
Praktische Landtechnik 26 (1973) 10  
S. 214 - 217
- Kromer, K.H.,  
Haugh, C.G.: Saattabletten für die Direktsaat  
Gemüse 8 (1972) 7, Seite 198 - 200
- Kromer, K.H.,  
Mitterleitner, H.: Maisstroh-Silage als Futter im Rindviehstall.  
Bayer. Landw.Wochenblatt 163 (1973) 17,  
S. 16 - 17
- Kromer, K.H.,  
Mitterleitner, H.: Maisstroh silieren?  
Hannover'sche land- und forstwirtsch. Zeitung  
126 (1973) 35, S. 8 - 10
- Kromer, K.H.: Maschinelle Ernte von Tomaten  
XVI CIOSTA Congress Papers Part C  
S. 175 - 188, Wageningen Sept. 1972
- Kromer, K.H.: Neuere Mechanisierungstendenzen im Feldge-  
müsebau der USA, insbesondere bei Tomaten  
(ungarisch)  
Tagungsbeiträge XII. Orzagos Mezogardasagi  
Gepesetesi Tanacskozas, Mezotur Apr. 1972  
S. 233 - 242
- Kromer, K.H.: Mechanisierung des Feldgemüsebaues in den USA  
Grüne Schriftenreihe der Landtechnik Weihenste-  
phan Nr. 14, Freising 1972, S. 71
- Kromer, K.H.: Neuere Entwicklungen auf dem Gebiete der Me-  
chanisierung des Feldgemüseanbaues.  
Tagungsbeiträge IX. Kongreß für Mechani-  
sierung im Gartenbau 4.-7.9.73, Keszthely, Ungarn

- Kromer, K.H.: Mechanisierungsprobleme in der Landschaftspflege  
Landwirtschaftliches Jahrbuch 1973
- Langenegger, G.,  
Boxberger, J.: Untersuchungen an Fließkanälen in Rinderställen.  
Beton Landbau 9 (1972) 53 - 56
- Langenegger, G.,  
Boxberger, J.,  
Grimm, K.: Flüssigmistbehälter, Arbeitsblatt  
ALB Bayern  
Bauen auf dem Lande 23 (1972) Heft 7
- Langenegger, G.,  
Boxberger, J.: Entmistung von Liegeboxenlaufställen für  
Milchvieh  
Mitteilungen der DLG 87 (1972) 998 - 1000
- Langenegger, G.,  
Boxberger, J.: Wir bauen einen Flüssigmistbehälter.  
Top agrar 2 (1973) H. 7, S. 40 - 44
- Langenegger, G.,  
Boxberger, J.: Flüssigmisthochbehälter selbst gebaut.  
Deutsche Landw. Presse 96 (1973) Nr. 18 S. 9
- Langenegger, G.,  
Boxberger, J.: Flüssigmist  
DLZ 24 (1973) 538 - 541
- Pen, C.L.,  
Schön, H.,  
Semmler: Entwicklung und Anwendung teilautomatisierter  
Melkzeuge.  
Landtechnische Forschung, 1972 Braunschweig
- Pen, C.L.,  
Schön, H.: Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen des  
Melkens mit Hilfe von Simulationsmodellen.  
Proceedings of 14. Congress of International  
Committee of Work Study and Labor Management in  
Agriculture, CIOSTA, Sept. 1972, Wageningen
- Pen, C.L.,  
Schön, H.,  
Semmler: Arbeitswirtschaftliche Beurteilung moderner  
Melkverfahren.  
Mitteilungen der DLG, Dez. 1972, Frankfurt/Main.
- Pen, C.L.: Entwicklung und Anwendung teilautomatisierter  
Melkzeuge.  
Proceedings of Commission internationale du Genie  
Rural Congress, Section IV, Feb. 1973, Berlin
- Pen, C.L.: Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen des Mel-  
kens mit Hilfe von Simulationsmodellen.  
Die Landarbeit, Jun. 1973, Bad Kreuznach.
- Pen, C.L.: Ein stochastisches Simulationsmodell für ar-  
beitswirtschaftliche Untersuchungen von Melk-  
verfahren.  
Freising-Weihenstephan, den 10.10.1973.

- Pirkelmann, H.: Die Silopresse im Preisvergleich.  
Deutsche Landwirtschaftl. Presse 95  
(1972), H. 7, Seite 6
- Pirkelmann, H.: Technik und Arbeitswirtschaft bei Foliensilos.  
Die Milch-Praxis 10 (1972), H. 2, S. 15-17
- Pirkelmann, H.: Die chemische Desikkation von Halmfutter im  
stehenden Bestand.  
Das wirtschaftseigene Futter 18 (1972), H.2,  
Seite 140 - 153
- Pirkelmann, H.: Obacht, daß Sie beim Selberbauen nicht über  
Paragrafen stolpern.  
Bayer. Landwirtsch.Wochenblatt 162 (1972),  
H. 34, S. 17
- Pirkelmann, H.,  
Wagner, M.: Technische und arbeitswirtschaftliche Probleme  
in der Pferdehaltung.  
Bauen auf dem Lande 24 (1973), H. 3, S. 61
- Pirkelmann, H.,  
Wagner, M.: Können Foliensilos massive Silos ersetzen?  
Landtechnik 28 (1973), H. 16, S. 429
- Rittel, L.,  
Schulz, H.,  
Wißmüller, K.: Selbstbau eines Pultdach - Maschinenschuppens  
DLZ Heft 4 - 9, 1973
- Schön, H.,  
Pen, C.L.: Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen des  
Melkens mit Hilfe der Simulation.  
Bericht über die XVI. CIOSTA, Part B.  
S. 367 - 376, Wageningen 1972 und  
Die Landarbeit 24 (1973) H. 6 S. 44 - 47
- Schön, H.: Das Melkkarussell paßt nur in wenig Kuhställe.  
Bayer. Landw. Wochenblatt, 162 Jg. (1972)  
Heft 18
- Schön, H.,  
Wenner, H.L.: Arbeitswissenschaft und Arbeitslehre im Hoch-  
schulbereich.  
AID-Bericht Bonn-Bad Godesberg 1972, S. 33 - 38
- Schön, H.,  
Thorwarth, T.: Mechanisierungsplanung für Produktionsverfahren  
der Schweinehaltung.  
In AVA Planungsmappe, Mai 1972
- Schön, H.,  
Pen, C.L.,  
Semmler, K.O.: Arbeitswirtschaftliche Beurteilung moderner  
Melkverfahren.  
Mitteilungen der DLG, 87 (1972) H. 50  
S. 1261 - 1262

- Schön, H.,  
Auernhammer, H.: Die Organisation leistungsfähiger Ernteketten  
für Anwelksilage und Silomais.  
AID-Bericht der Arbeitstagung Landtechnik 1972  
S. 117 - 136
- Schön, H.,  
Wenner, H.L.: Notwendigkeiten zur Baukostensenkung.  
Bauen auf dem Lande 24 (1973) H. 1 Seite 5 - 9
- Schön, H.,  
Wenner, H.L.,  
Boxberger, J.: Haltungsverfahren für Milchvieh.  
KTBL Schrift 164, Neuzeitliche Rindviehhaltung  
Seite 7 - 17 und  
Bauen auf dem Lande 24 (1973) H. 2, S. 30 - 33
- Schön, H.,  
Wenner, H.L.,  
Boxberger, J.: Mehr Milchkühe - weniger Arbeit.  
Top agrar 1973, 4 Folgen in H. 2, H. 4, H. 6, H. 8
- Schön, H.,  
Wenner, H.L.: Die Entwicklung der Landtechnik unter dem Ein-  
fluß künftiger Agrarproduktion.  
Bericht über die Wintertagung der Österr. Ge-  
sellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik  
Wien 1973 S. 99 - 117
- Schön, H.,  
Auernhammer, H.: Organisation leistungsfähiger Silomaisernte-  
verfahren.  
Praktische Landtechnik 26 (1973) H. 16  
S. 346 - 348
- Schön, H.,  
Pen, C.L.: Entwicklung und Anwendung teilautomatisierter  
Melkzeuge.  
Grundlagen der Landtechnik Bd. 23 (1973)  
Nr. 1 S. 18 - 22
- Schön, H.: Silomaisernte - Schlagkraft ist Trumpf.  
Top agrar 1973, Heft 9, S. 35 - 38
- Schulz, H.: Bauern bauen billig, wenn sie selbst bauen.  
Top agrar (1972), H. 5, S. 40 - 44
- Schulz, H.: Arbeitssparende Holzverbindungen (Die Starrahmen-  
bauweise) Nachtrag 1 Kartei für Rationalisierung  
6.0
- Schulz, H.: Bauliche Selbsthilfe tut not.  
Deutsche Landtechnische Zeitschrift 25 (1972)  
H. 9, S. 472 - 477
- Schulz, H.: Die Starrahmenbauweise - eine Möglichkeit zum  
billigeren Bauen mit Holz.  
Praktische Landtechnik Nr. 19 (1972) S.416-420

- Schulz, H.: Gärfutterbereitung mit der Silopresse.  
Landtechnik von Morgen, Folge 11, S. 22 - 23
- Schulz, H.: Bauweisen und Organisationsformen für die  
bauliche Selbsthilfe.  
Bauen auf dem Lande, Heft 1/73
- Schulz, H.: Der Selbstbau von Pferdeställen und Reithallen.  
Bauen auf dem Lande Heft 3/73
- Schulz, H.: Leichtbauhallen sind nicht so billig, wie sie  
aussehen.  
Top agrar Heft 2/73
- Schulz, H.,  
Huber, B.: Kartoffellagerhäuser in Selbstbauweise.  
Kartoffelbau Heft 4/73
- Schulz, H.,  
Rittel, L.,  
Wißmüller, K.: Der Selbstbau von Pultdach-Maschinenhallen.  
DLZ Heft 4,5,6,7,8 und 9/73
- Schulz, H.,  
Pirkelmann, H.,  
Krinner, L.: Diskussion um Baukostensenkung.  
Bauen auf dem Lande Heft 6/73
- Schulz, H.: Flach- und Foliensilos.  
AID-Broschüre Nr. 366
- Schurig, M.: Optimale Häcksellängen für Silomais aus land-  
wirtschaftlicher Sicht.  
Landtechnik von morgen 12 (1973) S. 33 - 35
- Schurig, M.,  
Wagner, M.: Verfahren zur Beschleunigung des Trocknungsvor-  
ganges bei Wiesengras.  
Landtechnik 7 (1973) S. 204 - 206
- Schurig, M.: Silomais - kurz und gleichmäßig häckseln.  
Lohnunternehmen 9 (1973) S. 259 - 261
- Schurig, M.: Für die Silomaisernte brauchen Sie schlagkräftige  
Häcksler.  
Landw. Wochenblatt Westfalen Lippe 38 (1973)  
S. 24 - 26
- Schürzinger, H.: Flachsilokonstruktionen - eingespannte Rund-  
holzstangen mit Nut- und Federbrettern  
KTBL - Arbeitsblatt Nr. F5.22, Aug. 72
- Schürzinger, H.: Flachsilokonstruktionen - Holzdreieckstützen  
mit Bretterverschalung.  
KTBL - Arbeitsblatt Nr. F 5.23, Aug. 72

- Schürzinger, H.: Flachsilokonstruktion - Winkeleisenstützen mit Sperrholzverschalung.  
KTBL - Arbeitsblatt Nr. F5,24, Aug. 72
- Schürzinger, H.: Stallwände mit Schalungssteinen bauen.  
Beton - Landbau Heft 2, Jahrgang 10,  
März/April 1973, S. 28
- Stanzel, H.: Zur Messung der Wärmeableitung von Tierliege-  
flächen  
Tierzüchter 24 (1972) H. 12, S. 350 - 352
- Stanzel, H.,  
Wagner, M.: Dosiergeräte für die Halmguternte.  
Deutsche Landw. Presse 95 (1972) Nr. 18 S. 8
- Stanzel, H.: Temperatur- und Wärmestromverlauf auf einstreu-  
losen Kuhliefelächen.  
Tierärztl. Umschau 27 (1972) H. 12, S. 583-587
- Stanzel, H.: Technische Ausrüstung für die Minimalboden-  
bearbeitung zur Maisbestellung.  
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe 130  
(1973) H. 14 S. 20
- Stanzel, H.: Untersuchungen zur Verbesserung der Maisbestell-  
technik.  
Dissertation Weihenstephan 1973
- Strehler, A.: Trocknung und Lagerung von Körnermais.  
DLZ - BLV - Verlag
- Wagner, M.: Bauarten und Einsatzmöglichkeiten des Selbst-  
fahrer - Ladewagens.  
Landtechnik 27 (1972), H. 8 S. 169
- Wagner, M.: Selbstfahrende Ladewagen.  
DLP 95 (1972), H. 14, S. 8
- Wagner, M.,  
Stanzel, H.: Dosiergeräte in der Halmguternte.  
Deutsche Landwirtschaftliche Presse 95 (1972)  
Heft 18, S. 8
- Wagner, M.,  
Pirkelmann, H.: Technische und arbeitswirtschaftliche Probleme  
in der Pferdehaltung.  
Bauen auf dem Lande 24 (1973) H. 3, S. 61
- Wagner, M.: Futterernte ohne Stocken von der Wiese bis  
auf den Hof.  
Bay. Wochenblatt 163 (1973), H. 20, S. 14

- Wagner, M.,  
Schurig, M.: Verfahren zur Beschleunigung des Trocknungs-  
vorganges bei Wiesengras.  
Landtechnik 28 (1973), H. 7, S. 204
- Wagner, M.,  
Pirkelmann, H.: Können Foliensilos massive Silos ersetzen?  
Landtechnik 28 (1973), H. 16, S. 429
- Wißmüller, K.: Schutzanstriche für Gärfutterbehälter.  
KTBL - Arbeitsblatt - Bauwesen (1972)
- Wißmüller, K.: Die Werkstatt im bäuerlichen Betrieb.  
Bayer. Landwirtsch. Wochenblatt Nr. 11 - 14  
(1973)
- Wißmüller, K.: Ein Melkstand Marke Eigenbau.  
Bayer. Landwirtsch. Wochenblatt 23/1973 S. 14
- Wißmüller, K.,  
Rittel, L.,  
Schulz, H.: Pultdach - Maschinenhalle.  
DLZ Heft 4 - 9, 1973
- Wißmüller, K.: Wir bauen einen Melkstand.  
Praktische Landtechnik H. 4, 1973 plt - Beilage
- Zeisig, H.D.: Air circulation in livestockhouses.  
Scientific Information Section of NJAE Silsoe  
Translation Nr. 312, 1973
- Zeisig, H.D.,  
Kreitmeier, J.: Ablufthauben zur Verminderung der Immission  
aus der Stallluft.  
Manuskriptdruck Nr. 1/73 der Landtechnik  
Weihenstephan 1973

Verzeichnis der wesentlichsten Vorträge

1.4.1972 - 31.12.1973

- Wenner, H.L.: Die Entwicklungstendenzen in der Landtechnik in diesem und im nächsten Jahrzehnt.  
Bundesverband der Maschinenringe/Erdweg-Dachau  
am 21.9.72
- Wenner, H.L.: Chancen und Grenzen leistungsstarker Schlepper.  
Schlütertagung, 11.10.72
- Wenner, H.L.: Haltungsverfahren für Milchvieh.  
KTBL-Tagung, Würzburg, 14./15. Nov. 72
- Wenner, H.L.: Notwendigkeit zur Baukostensenkung.  
LTV-Mitgliederversammlung, Mindelheim, 30.11./  
1.12.1972
- Wenner, H.L.: Perspektiven der Landtechnik im intensiven Ge-  
treidebau  
BASF-Fachtagung, Ludwigshafen, 23.1.73
- Wenner, H.L.: Entwicklung von Allradantriebsmaschinen für die  
Landwirtschaft.  
Daimler-Benz, Gaggenau, 4.4.73
- Wenner, H.L.: Der europäische Schleppermarkt und seine Ent-  
wicklungstendenzen.  
Daimler-Benz, Baden - Baden, 5.4.73
- Wenner, H.L.: Verfahrenstechnik bei der Frischgutbereitstellung.  
KTBL-Symposium, Stuttgart-Hohenheim, 19.9.1973
- Wenner, H.L.: Stand der Entwicklung bei Grünfütteretrocknungs-  
anlagen.  
Landtechnische Jahrestagung, Weißenstephan,  
10./11.10.1973
- Wenner, H.L.: Beweggründe für neuere Haltungsverfahren.  
Tierärztetagung d.Inst.f.Tierhygiene u. Nutztier-  
kunde, Weißenstephan, 12.10.1973
- Wenner, H.L.: Stand und Weiterentwicklung der Landtechnik  
in Europa.  
CLIMMAR-Kongreß, Rottach/Egern, 25.u.26.10.1973
- Boxberger, J.: Stallsysteme für spezialisierte Rindermastbe-  
triebe.  
Symposium der ALB-Bayern in Landshut am 4.7.1972

- Boxberger, J.: Neuzeitliche Tierproduktion.  
Praktische Landwirte aus Österreich in Freising  
am 17.7.1972.
- Boxberger, J.: Fiktionsbedingte Einsparungen bei Rindvieh-  
ställen.  
Tagung der Bayerischen Landessiedlung in Freising  
am 28.9.1972.
- Boxberger, J.: Neuerungen an Kurzstand-Anbindeställen.  
KTBL-Arbeitsgemeinschaft Bauwesen in Grub  
am 28.9.1972.
- Boxberger, J.: Neuerungen an Kurzstand-Anbindeställen.  
Informationsgespräch der Landtechnik-Berater  
der BAYWA in Freising am 12.10.1972.
- Boxberger, J.: Lehrauftrag der TU München über Vorlesungs-  
reihe, "Technik und Bauwesen in der tierischen  
Produktion", im Wintersemester 1972/73.
- Boxberger, J.: Untersuchungen und Ergebnisse über neuere,  
elastische Stallbodenbeläge.  
Tagung der Gesellschaft für Kunststoffe in der  
Landwirtschaft am 26.10.1972 in Freising.
- Boxberger, J.: Untersuchungen an Fließmistkanälen (Kurzreferat)  
Tagung des Arbeitsausschusses der ALB-Bayern  
am 21.11.1972.
- Boxberger, J.: Neuere Erfahrungen mit Stallungen für die  
Bullenmast.  
Unternehmerseminar Gut Schlüterhof am 20.  
und 27.2.1973.
- Boxberger, J.: Aufstallungsformen für Mastbullen und Jungvieh.  
Beraterschulung Südwall in Haigerloh am 28.2.73.
- Boxberger, J.: Aufstallungsformen für Milchvieh.  
Beraterschulung Südwall in Haigerloh am 28.2.73.
- Boxberger, J.: Stallfußböden für Rinder und Schweine.  
Beratertagung der Fa.Stallit in Böhlingen am 4.5.73.
- Boxberger, J.: Neuere Haltungssysteme für die Ferkelproduktion.  
XIII Hochschultagung in Nürnberg am 9.10.1973.
- Boxberger, J.: Meßergebnisse über Wärmeströme und Druckverhalten  
bei Bodenbelägen für Milchvieh.  
Tagung Landtechnik Weihenstephan am 10.10.1973

- Boxberger, J.: Kurzstandaufstellung.  
Tierärztetagung Weihenstephan am 12.10.1973
- Englert, G.: Ergebnisse der Bewitterungsversuche mit  
Kunststoff-Folien.  
Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan  
am 10.10.1973.
- Estler, M.: Minimal-Bestelltechnik.  
Fortbildungslehrgang Bayer. Maschinenring-  
Geschäftsführer in Ingolstadt.
- Estler, M.: Landtechnische Tendenzen bei der Saat, Ernte  
und Konservierung von Getreide.  
Landtechnisches Symposium anlässlich der  
39. Internationalen Landwirtschaftsmesse,  
Novi Sad/Jugoslavien.
- Estler, M.: Zeitgemäße Bodenbearbeitung mit starren und  
aktivbewegten Werkzeugen-Tendenzen und kri-  
tische Beurteilung.  
Probevortrag anlässlich landtechnischem  
Kolloquium, Universität Hohenheim.
- Estler, M.: Landtechnische Neuentwicklungen bei der Saat-  
bettvorbereitung und Saat von Getreide, Rüben  
und Mais.  
Arbeitstagung für das Fachpersonal der land-  
technischen Beratung und Ausbildung des  
Bayerischen Landwirtschaftsministeriums, Schön-  
brunn.
- Estler, M.: Neue Tendenzen in der Silomais-Erntetechnik.  
Landesvorführung der Landwirtschaftskammer  
Schleswig-Holstein, Papendorf.
- Estler, M.: Künftige Spurweiten leistungsstarker Acker-  
schlepper aus der Sicht des landwirtschaft-  
lichen Betriebstechnikers.  
Schlüter-Informationstagung, Freising.
- Estler, M.: Die Entwicklungstendenzen der Landtechnik in  
der Außenwirtschaft in diesem und im nächsten  
Jahrzehnt.  
Bundesverband der Maschinenringe, Grundlehrgang  
in Nieder-Altaiach.
- Estler, M.: Künftige Verfahren und technische Einrichtungen  
für die Erstellung und Bergung der Ernte.  
Vortragstagung der Landwirtschaftskammer  
Schleswig-Holstein, Rendsburg.

- Estler, M.: Neue technische Entwicklungen und Arbeitsverfahren bei der Maissaat, - Pflege und Körnermaisernte.  
Fortbildungslehrgang für Maschinenring-Geschäftsführer, Landsberg/Lech.
- Estler, M.: Zeitgemäße Feldbestellung im modernen Ackerbau-betrieb.  
Jahrestagung der Höheren Landbauschule Michelstadt.
- Estler, M.: Neue Tendenzen in der Schleppertechnik.  
Landtechnisches Symposium anlässlich der 40. Internationalen Landwirtschaftsmesse, Novi Sad/Jugoslavien.
- Estler, M.: Neue Möglichkeiten der Bodenbearbeitung,  
Landtechnisches Symposium der Niederösterreichischen Landes-Landwirtschaftskammer, Wien.
- Estler, M.: Leistungsbedarf von Maschinen für die Minimal-Bestelltechnik.  
Jahrestagung der Landtechnik Weißenstephan, Freising-Weißenstephan.
- Estler, M.: Sinnvolle Gerätekombinationen und Arbeitsverfahren für die Pflege- und Erntearbeiten in Entwicklungsländern.  
Fortbildungsseminar der Fachgruppe Landtechnik, Deutsche Stiftung für Entwicklungshilfe, Feldafing.
- Estler, M.: Die Silo- und Körnermaisernte- technische Lösungen und Kosten.  
Vortragstagung des Deutschen Maiskomitees, Krefeld.
- Grimm, K.: Arbeitsverfahren an Maiskolbenschrot in der Schweinemast.  
Pöttinger, Grieskirchen/Österreich am 24.4.1972.
- Grimm, K.: Technik bei der Gewinnung und Fütterung von Maiskolbenschrotsilage an Schweine.  
Seminarvortrag Tierproduktion, Weißenstephan am 15.5.1972.
- Grimm, K.: Ein neuer Weg zur Ernte von Futterpflanzen und Körnermaisversuche.  
Brünn, 10 - 15.7.1972.

- Grimm, K.: Maiskolbenschroternte, Lagerung, Futtervorlage und Verwertung.  
Vechta am 1.3.1973.
- Grimm, K.: Silage und Körnermaisbau.  
Meppen am 4.5.1973, Landjugendtag.
- Grimm, K.: Körnermaisernte und -konservierung unter erschweren Bedingungen.  
Vortrag im Haus Düsse bei Sost, Referententagung der Länder am 15.5.1973.
- Grimm, K.: Technik für die Maiskolbensilage.  
Schlütervortrag am 9.10.73 in Freising.
- Grimm, K.: Neue technische Möglichkeiten zur Bereitung von Maiskolbenschrotsilage.  
Bayer. Arbeitsgemeinschaft für Tierernährung, Freising-Weihestephan, am 29.10.1973.
- Kreitmeier, J.: Klimatisierung von Rinder- und Schweineställen.  
Ehingen, Veranstalter: Ehemaligenverein am 16.1.1973.
- Kreitmeier, J.: Klimatisierung von Rinder- und Schweineställen.  
Singen, Veranstalter: Landwirtschaftsamt Konstanz, am 25.1.1973
- Krinner, L.: Die lose Mineraldüngerkette.  
Ehemaligenverein Erding am 9.8.1972 in Erding.
- Krinner, L.: Kostengünstige neuere Holzkonstruktionen zum Selbstbau.  
Fortbildungslehrgang der Bayer. Landessiedlung am 28.9.1972 in Freising.
- Krinner, L.: Neuerungen bei Hoch-, Flach-, Tief- und Folien-silos.  
Baulehrgang am Staatsinstitut für die Fortbildung der Lehr- und Beratungskräfte, Dachau am 29.9.1972 und am 14.4.1973.
- Krinner, L.: Der wirtschaftliche Erfolg der baulichen Selbsthilfe.  
Informationstagung der Landtechnischen Vereins in Mindelheim am 1.12.1972.
- Krinner, L.: Landwirtschaftliche Betriebsgebäude in Starr-rahmen-Selbstbauweise.  
Maschinenring Weißenhorn in Illerberg am 19.1.1973.

- Kromer, K.-H.: Tendenzen beim losen Transport von Feldgemüse. Tagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft, Weihenstephan am 23.3.1973
- Kromer, K.-H.: Mechanisierungsprobleme in der Landschaftspflege. Landschaftspflegetagung am 16.5.73 in Viechtach.
- Kromer, K.-H.: Ergebnisse der Untersuchungen zum Mulchen von Grünlandflächen von 1972. Arbeitstagung Süddeutscher Länder, Würzburg am 23.5.1973
- Kromer, K.-H.: Fortbildungslehrgang des Bundesverbandes der Maschinenringe: "Verfahren der Heu- und Strohbergung. Futterernte mit Feldhäckslern. Maschinen und Verfahren für die Rauhfutterernte".  
Landsberg, 11.4.1973  
Nienburg, 21.6.1973  
Schönbrunn, 5.7.1973
- Kromer, K.-H.: Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Mechanisierung des Feldgemüse-Anbaues. IV Kongreß für Mechanisierung im Gartenbau, Keszthely (Ungarn) vom 4.-7.9.1973
- Kromer, K.-H.: Landschaftspflege durch Maßnahmen ohne Agrarproduktion. DLG Tagung, Würzburg am 25.9.1973
- Kromer, K.-H.: Mechanisierungsprobleme der Landschaftspflege. Landtechnische Jahrestagung in Weihenstephan am 11.10.1973
- Kromer, K.-H.: Neuerungen und Entwicklungstendenzen im Feldhäckslerbau. Landmaschinentechnische Arbeitstagung in Schönbrunn/Landshut am 26.10.1973
- Labowsky, H.-J.: Vergleich verschiedener Ernteverfahren bei Einlegegurken. Informationstag Weihenstephan am 20.8.1973
- Labowsky, H.-J.: Betrachtungen zur mech. Ernte von Einlegegurken. Diskussionsbeitrag IV Kongreß für Mechanisierung im Gartenbau, Keszthely (Ungarn) vom 4.-7.9.1973
- Labowsky, H.-J.: Untersuchungsergebnisse über die Mechanisierung im Einlegegurken-Anbau. Landtechnische Jahrestagung, Weihenstephan 10.10.73

- Pen, C.L.: Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen mit Hilfe von Simulationsmodellen bei verschiedenen Melkverfahren.  
Studiengesellschaft für landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft e.V., Sept. 1972 in Gießen
- Pen, C.L.: Einfluß der Melkautomatik auf die Rationalisierung in der Milchwirtschaft.  
Pen, C.L., Schön, H. und Weber, W., Agrarpressekonferenz der Mielewerke, Mai 1973 in Gütersloh
- Pen, C.L.: Untersuchungen über die Verteilung einiger Arbeitselemente in der Innenwirtschaft.  
Seminar der Studiengesellschaft für landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft e.V., Sept. 1973 in Hohenheim
- Pirkelmann, H.: Foliensilos für die Gärfutterbereitung.  
Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft (GKL) in Hannover am 31.5.1972 (DLG-Ausstellung)
- Pirkelmann, H.: Bauliche Selbsthilfe - Möglichkeiten und Grenzen.  
ALB-Niedersachsen und KTBL in Hannover am 31.5.1972 (DLG-Ausstellung)
- Pirkelmann, H.: Möglichkeiten des wirtschaftlichen Einsatzes von Kunststoffen im landwirtschaftlichen Bauwesen.  
Informationstagung der Bayer.Landessiedlung in Freising am 28.9.1972
- Pirkelmann, H.: Neuerungen bei Hoch-, Flach-, Tief- und Foliensilos.  
Baulehrgang am Staatsinstitut für die Fortbildung der Lehr- und Beratungskräfte, Dachau am 20.10.1972
- Pirkelmann, H.: Foliengruben zur Güllelagerung.  
Tagung der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft (GKL) in Freising am 26.10.1972
- Pirkelmann, H.: Voraussetzungen und Grenzen der baulichen Selbsthilfe.  
Informationstagung des Landtechnischen Vereins in Mindelheim am 1.12.1972
- Pirkelmann, H.: Erfahrungen mit der Starrahmenbauweise in Bayern.  
KTBL - Seminar über bauliche Selbsthilfe am 21.12.1972 in Frankfurt
- Pirkelmann, H.: Möglichkeiten der baulichen Selbsthilfe in der Landwirtschaft.  
Maschinenring Deggendorf, Jahresversammlung am 1.2.1973 in Deggendorf

- Pirkelmann, H.: Vorbereitung eines Selbstbaulehrganges.  
Unfall- und Versicherungsschutz.  
Landtechnik Weihestephan, Kursleiterlehrgang  
für bauliche Selbsthilfe in Freising am 8.2.1973
- Pirkelmann, H.: Die bauliche Selbsthilfe - eine Möglichkeit der  
Baukostensenkung.  
MR - Gerolzhofen/Schweinfurt am 13.2.1973 in  
Sochsheim bei Schweinfurt
- Pirkelmann, H.: Möglichkeiten und Grenzen der baulichen Selbsthilfe.  
Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und ländliches Bau-  
wesen Baden - Württemberg am 20.2.1973 in Stuttgart -  
Hohenheim
- Pirkelmann, H.: Konstruktionen für die bauliche Selbsthilfe in der  
Landwirtschaft.  
Verband der Fachschulabsolventen (und MR) am 21.3.1973  
in Tirschenreuth
- Pirkelmann, H.: Foliensilos in der landwirtschaftlichen Praxis -  
Ergebnis einer Befragung.  
Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft  
in Frankfurt-Hattersheim am 5.4.1973
- Pirkelmann, H.: Verbesserte Verfahren zur Entnahme von Gärfutter-  
behälter.  
Landtechnik Weihestephan, Jahrestagung am 11.10.1973  
in Freising
- Rittel, L.: Verschiedene Holzverbindungsmittel und verschiedene  
Bedachungsmaterialien, ihre Einsatzmöglichkeiten  
und praktische Verarbeitung.  
Eggenfelden am 13.2.1973  
Kaufbeuren am 19.2.1973  
anlässlich eines Grundkurses beim Verein Landw. Fach-  
schulabsolventen
- Rittel, L.: Baugenehmigungsverfahren nach Bayer. Bauordnung  
und Baustellenvorbereitung  
in Weihestephan am 7.2.1973.  
Lehrgang von Kursleitern für Bauverfahrenslehrgänge
- Rittel, L.: Bauliche Selbsthilfe mit Starrahmen.  
anlässlich eines Baukurses in Neumarkt/Opf. für  
Mitglieder des MR Neumarkt, am 9.7.1973

- Rittel, L.: Bauliche Selbsthilfe mit Starrahmen  
anlässlich eines Baukurses für Mitglieder des  
MR Gerolzhofen am 25.9.1973
- Rittel, L.: Neukonstruktionen im landwirtschaftlichen Bauwesen  
sowie Weiterentwicklung der Starrahmenbauweise  
am 22.10.1973 in Bonn auf der Gründungsversammlung  
der KTBL - Arbeitsgemeinschaft "Baulich- technische  
Selbsthilfe".
- Schön, H.: Arbeitswirtschaftliche und technische Gestaltung  
von Großställen.  
AVA Hessen; Hannover-Minden am 24.5.1972
- Schön, H.: Planzeitermittlung und Bestimmung des Arbeitszeit-  
bedarfes in der Feldwirtschaft.  
KTBL-REFA-Seminar Darmstadt am 8.6.1972
- Schön, H.: Ermittlung von Teilzeiten als Grundlage zur Er-  
stellung von Planzeitwerten.  
KTBL-Arbeitskreis "Datenbank", Frankfurt am 13.4.1972
- Schön, H.: Arbeitszeitstudien in Rinderställen.  
Arbeitstagung der Fachberater Landtechnik in  
Weihenstephan am 5.7.1972
- Schön, H.: Arbeitswirtschaftliche Beurteilung moderner Melk-  
verfahren.  
DLG-Ausschuß "Arbeitswirtschaft" in Durlach am  
15.9.1972
- Schön, H.: Entwicklungstendenzen in der Landtechnik.  
VFA München am 23.11.1972
- Schön, H.: Entwicklungstendenzen bei der Mechanisierung der  
Futterbergung und Tierhaltung.  
MR-Geschäftsführer, Niederaltteich am 24.10.1972
- Schön, H.: Die Organisation leistungsfähiger Ernteketten für  
Anwelksilage und Silomais.  
Arbeitstagung der Referenten "Landtechnik" in  
Hohenheim am 9.10.1972
- Schön, H.: Arbeitswirtschaftliche und technische Tendenzen  
beim Melken.  
Milcherzeuger Weihenstephan am 22.11.1972,  
VFA Erding am 17.1.1973

- Schön, H.: Entwicklungstendenzen der Landtechnik und Folgerungen für den Maschinenring.  
MR-Geschäftsführer, Hohenheim am 22.2.1973
- Schön, H.: Tendenzen beim maschinellen Milchentzug.  
Südstall-Dickow in Heigerloh am 28.2.1973
- Schön, H.: Technische und bauliche Möglichkeiten in Milchviehgroßbeständen.  
KTBL-Arbeitskreis "Tier.Produktion" in Frankfurt am 25.5.1973
- Schön, H.: Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen beim Melken durch den Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge.  
Pressekonferenz in Gütersloh am 24.5.1973
- Schön, H.: Organisation leistungsfähiger Ernteketten für Anwelksilage und Silomais.  
Landtechnischer Fortbildungslehrgang in Holthausen am 29.6.1973
- Schön, H.: Laufställe für Milchvieh - Ergebnis einer Erhebung.  
Landtechnische Jahrestagung 1973 in Weihenstephan am 10.10.1973
- Schön, H.: Höhere Mechanisierungsstufen der Milchviehhaltung durch weiterentwickelte Melktechnik.  
Landtechnische Jahrestagung 1973 in Weihenstephan am 11.10.1973
- Schön, H.: Technik des Milchentzuges.  
Fachtagung "Neuzeitliche Milchviehhaltung" in Weihenstephan am 12.10.1973
- Schürzinger, H.: Bauweisen für Selbsthilfe - Holzspanbeton-Mantelstein - Bauweise.  
Tagung der Referenten für Landtechnik und landw. Bauwesen am 4.10.1972 in Hohenheim
- Schürzinger, H.: Starrahmenbauweise - ein Weg der baulichen Selbsthilfe.  
Betriebsleiterschule in Rotthalmünster am 3.5.1973
- Schürzinger, H.: Möglichkeiten der baulichen Selbsthilfe in landwirtschaftlichen Betrieben.  
MR Parsberg in Oberpfraundorf am 15.7.1973
- Schürzinger, H.: Möglichkeiten der baulichen Selbsthilfe in landwirtschaftlichen Betrieben.  
MR Starnberg in Unering am 8.8.1973

- Schulz, H.: Inhalt und Organisation von Do-it-yourself-Kursen im landwirtschaftl. Bauen.  
6. Fortbildungstagung für Maschinenringgeschäftsführer des Kuratoriums Bayer.Maschinenringe und Betriebshilfsdienste am 19.4.1972 in Ingolstadt
- Schulz, H.: Starrrahmengebäude für die Pferdehaltung.  
Mitgliederversammlung des Reit- und Fahrvereins Moosburg am 6.5.1972
- Schulz, H.: Silobauformen.  
Landtechnische Vorlesung am 25.5.1972 in Weihenstephan
- Schulz, H.: Bauliche Selbsthilfe im Maschinenring.  
Versammlung des Maschinenrings Rosenheim am 15.6.1972 in Rosenheim
- Schulz, H.: Kostengünstige Bauweise im Schweinestall nach dem Starrahmenprinzip.  
Fortbildungslehrgang für Fachberater der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein am 20.6.1972 in Futterkamp
- Schulz, H.: Herrichtung und Aufstellen von Starrrahmengebäuden.  
1. Baulehrgang für Betriebsleiter und Landarbeiter der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein am 21.6.1972 in Wilheminenhof
- Schulz, H.: Kunststoffe im landwirtschaftl. Bauwesen.  
Gastvorlesung am 28.6.1972 in Gießen
- Schulz, H.: Preiswerte Baustoffe und Bauweisen.  
Landtechnische Vorlesung am 13.7.1972 in Weihenstephan
- Schulz, H.: Bauliche Selbsthilfe im Maschinenring.  
Versammlung der Maschinenringe Weißenburg und Gunzenhausen am 20.7.1972 in Ellingen
- Schulz, H.: Organisation der baulichen Selbsthilfe.  
Informationstagung der Bayer.Landessiedlung am 28.9.1972 in Freising

- Schulz, H.: Bauweisen für Selbsthilfe-Starrrahmenbauweise. Tagung der Referenten für Landtechnik und landw. Bauwesen am 4.10.1972 in Hohenheim
- Schulz, H.: Erste Ergebnisse eines Bewitterungsversuches mit Kunststofffolien und kunststoffbeschichteten Geweben. Sitzung der Sektion "Bau und Technik" der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft (GKL) am 25.10.1972 in Weihenstephan
- Schulz, H.: Anforderungen an Leichtbauhallen aus landwirtschaftlicher Sicht. Vortragstagung der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft (GKL) am 26.10.72 in Freising
- Schulz, H.: Neuerungen bei Hoch-, Flach-, Tief- und Foliensilos. Baulehrgang am Staatsinstitut für die Fortbildung der Lehr- und Beratungskräfte, Dachau am 10.11.1972
- Schulz, H.: Bauweisen und Organisationsformen für die bauliche Selbsthilfe. Informationstagung des LTV am 1.12.1972 in Mindelheim
- Schulz, H.: Bauweisen und Materialien für Gärfutterbehälter und Foliensilos. Vortragsveranstaltung des Ehemaligenverbandes Cham-Roding am 8.12.1972 in Cham
- Schulz, H.: Bautechnische und organisatorische Möglichkeiten zur Baukostensenkung mit Hilfe der Starrrahmenbauweise. Vortragsveranstaltung des Maschinen- und Betriebshilfsrings Kall/Eifel am 14.12.1972
- Schulz, H.: Bauliche Selbsthilfe - Starrrahmenbauweise. Vortragsveranstaltung des Maschinen- und Betriebshilfsrings Ochsenfurt am 19.12.1972
- Schulz, H.: Inhalt und Organisation von Selbstbaulehrgängen. Vortragsveranstaltung des Maschinen- und Betriebshilfsrings Ingolstadt am 20.12.1972

- Schulz, H.: Billiger Bauen in der Landwirtschaft.  
Vortragsveranstaltung des Ehemaligenverbandes Moosburg am 4.1.1973 in Unterzolling
- Schulz, H.: Bautechnische und organisatorische Möglichkeiten zur Baukostensenkung mit Hilfe der Starrahmenbauweise.  
Vortragsveranstaltung des Maschinen- und Betriebshilfsrings Kehlheim am 29.1.1973 in Abensberg
- Schulz, H.: Die Senkung der Baukosten bei Neu- und Ausbau landwirtschaftlicher Gebäude - Möglichkeiten und Grenzen.  
Vortragsveranstaltung des Ehemaligenverbandes Kaufbeuren am 31.1.1973 in Biessenhofen
- Schulz, H.: Moderne Bauformen in der Landwirtschaft.  
Vortragsveranstaltung des Ehemaligenverbandes Mindelheim am 2.2.1973 in Mindelheim
- Schulz, H.: Die Starrahmenbauweise - Materialien und Varianten für verschiedene Einsatzzwecke.  
Schulungslehrgang von Kursleitern für Bauverfahrenslehrgänge an der Landtechnik - Weihestephan am 7.2.1973
- Schulz, H.: Selbstbauweise in der Landwirtschaft.  
Vortragsveranstaltung des Maschinen- und Betriebshilfsrings Neunburg/Wald am 14.2.1973 in Rötz
- Schulz, H.: Kostensenkung durch Selbstbaumaßnahmen in der Landwirtschaft - Möglichkeiten der Holz - Starrahmenbauweise.  
Vortragsveranstaltung des Maschinen- und Betriebshilfsrings Pegnitz am 16.2.1973 in Pegnitz
- Schulz, H.: Selbstbauverfahren in der Landwirtschaft - Starrahmenbauweise.  
Vortragsveranstaltung des Maschinen- und Betriebshilfsrings Cham - Roding am 20.2.1973 in Cham

- Schulz, H.: Die Starrahmenbauweise.  
Vortragsveranstaltung des Maschinen- und Betriebshilfsrings Höchstadt/Aisch am 22.2.1973 in Gremsdorf
- Schulz, H.: Der Starrahmenbau, eine echte Kostensenkung im landwirtschaftlichen Bauwesen.  
Vortragsveranstaltung des Maschinen- und Betriebshilfsrings Traunstein am 26.2.1973 in Sondermoning
- Schulz, H.: Die Starrahmenbauweise - warum und wie.  
Vortragsveranstaltung des Maschinen- und Betriebshilfsrings Schwabach am 7.3.1973 in Rothaurach
- Schulz, H.: Selbstbauen von landwirtschaftlichen Gebäuden.  
Vortragsveranstaltung des Maschinen- und Betriebshilfsrings Neumarkt/Opf. am 12.3.1973 in Neumarkt
- Schulz, H.: Bauliche Selbsthilfemaßnahmen in der Landwirtschaft.  
Vortragsveranstaltung des Maschinen- und Betriebshilfsrings Memmingen am 15.3.1973 in Ottobeuren
- Schulz, H.: Selbsthilfe beim Bauen in der Landwirtschaft.  
Vortragsveranstaltung des Ehemaligenverbandes Weilheim am 19.3.1973 in Peissenberg
- Schulz, H.: Erste Erfahrungen mit Fortbildungslehrgängen über den Kunststoffeinsatz in der Landwirtschaft.  
Sitzung der Sektion "Bau und Technik" der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft am 5.4.1973 in Hoechst
- Schulz, H.: Die Starrahmenbauweise - Materialien und Varianten für den unterschiedlichen Einsatz.  
Fortbildungslehrgang für Zimmermeister an der Landtechnik - Weihenstephan am 10.4.1973
- Schulz, H.: Die Starrahmenbauweise.  
Vortragsveranstaltung des Ehemaligenverbandes Bayreuth am 15.5.1973 in Bayreuth

- Schulz, H.: Die Starrahmenbauweise.  
Arbeitstagung des Verbandes der Kreisbau-  
meister Oberfranken am 3.10. in Rudolphstein
- Schulz, H.: Selbsthilfe bei Starrahmenbauweise.  
Vortragsveranstaltung der ALB - Bayern am  
4.10.1973 in München
- Schulz, H.: Neuere Entwicklungen der landwirtschaftlichen  
Bautechnik.  
Jahrestagung der Landtechnik - Weißenstephan  
am 11.10.1973 in Freising
- Schulz, H.: Folienbespannte Bogenbinderhallen für Ställe  
und Unterstellhallen.  
Tagung der Referenten für Landtechnik und  
landwirtschaftliches Bauwesen am 17.10.1973  
in Oldenburg
- Schulz, H.: Folienhallen für Rinder.  
Vortragsveranstaltung der Gesellschaft für  
Kunststoffe in der Landwirtschaft am 25.10.1973  
in Völkenrode
- Schurig, M.: Die optimale Häcksellänge von Silomais aus  
landwirtschaftlicher Sicht.  
Schlüter-Informationstagung am 10.11.1972
- Schurig, M.: Neuere Verfahren der Futtererntetechnik.  
Kreismaschinenring Wolftratshausen am 12.1.1973
- Schurig, M.: Neuere Technik der Silobefüllung und Entleerung.  
Beraterseminar der Fa.Südstall, Haigerloh am  
28.2.1973
- Schurig, M.: Maschinen und Verfahren für die Silagekette.  
5. Fortbildungslehrgang des Bundesverbandes  
der Maschinenringe in Landsberg am 11.4.1973
- Schurig, M.: Einstreulose Haltung von Rindern - Möglichkeiten  
und Grenzen.  
Seminar für Studenten und Leitern von Staatsbe-  
trieben an der landwirtschaftlichen Akademie  
in Stettin am 3.5.1973

- Schurig, M.: Neuere Verfahren der Futtererntetechnik.  
Fortbildungslehrgang des Bundesverbandes der  
Maschinenringe in Nienburg/Weser am 21.6.1973
- Schurig, M.: Mähen und werben von Rauhfutter.  
Fortbildungslehrgang des Bundesverbandes der  
Maschinenringe Landshut/Schönbrunn am 3.7.1973
- Schurig, M.: Verbesserte Geräte und Verfahren zur Beschickung  
von Gärfutterhochsilos.  
Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan am  
11.10.1973
- Stanzel, H.: Versuche zur Sicherung von Futtererntemaschinen  
vor Metallfremdkörpern.  
Landtechnische Jahrestagung in Weihenstephan  
am 10.10.1973
- Strehler, A.: Gleichstromtrocknung mit Heißluft bei Grün-  
futter.  
Seminar für Fachberater Landtechnik, Weihen-  
stephan am 5.7.1972
- Strehler, A.: Technische Probleme bei der Grünfütterertrocknung  
vom Mähen bis zur Fütterung.  
LTV-Ausschuß, Landtechnik Weihenstephan am  
26.9.1972
- Strehler, A.: Mobile und stationäre Anlagen zur Grünfütter-  
trocknung.  
Lehrgang für Spezialberater in Landsberg/Lech  
am 22.5.1973
- Strehler, A.: Verfahrenstechnische Möglichkeiten zur Senkung  
des Energiebedarfs bei der Grünfütterertrocknung.  
Seminar für Tierproduktion in Weihenstephan  
am 24.7.1973
- Strehler, A.: Energiebilanz verschiedener Grünfütterertrocknungs-  
anlagen.  
Landtechnische Jahrestagung in Weihenstephan  
am 10.10.1973
- Strehler, A.: Die Konservierung von Körnermais.  
Vortrag beim Deutschen Maiskomitee in Krefeld  
am 25.10.1973

- Wißmüller, K.: Eigenbau in der Landwirtschaft.  
Maschinenring Ries - Nördlingen am 19.5.1972
- Wißmüller, K.: Starrahmenbauweise und bauliche Selbsthilfe.  
Mitglieder des VLF in Kaufbeuren anlässlich  
eines Baukurses am 19.6.1972
- Wißmüller, K.: Bauliche Selbsthilfe - Starrahmenbauweise.  
Mitglieder des Maschinenrings Mindelheim  
anlässlich eines Baukurses in Unterrammingen  
am 18.9.1972
- Wißmüller, K.: Die Starrahmenbauweise.  
Maschinenring Memmingen anlässlich eines Bau-  
kurses in Straß bei Legau am 25.9.1972
- Wißmüller, K.: Bauliche Selbsthilfe - Starrahmenbauweise.  
Mitglieder der Maschinenringe Gunzenhausen,  
Weißenburg und Umgebung anlässlich eines  
Baukurses in Mooskorb am 23.10.1972
- Wißmüller, K.: Die Starrahmenbauweise.  
Mitglieder des Maschinenrings und VLF  
Straubing anlässlich eines Baukurses in  
Rinkam am 6.11.1972
- Wißmüller, K.: Die Starrahmenbauweise.  
Maschinenringe Höchststadt/Aisch und Umgebung  
anlässlich eines Baukurses in Frimmersdorf  
am 13.11.1972
- Wißmüller, K.: Bauliche Selbsthilfe in der Landwirtschaft.  
Jahrestagung des Maschinen- und Betriebshilfs-  
rings Uffenheim am 8.2.1973
- Wißmüller, K.: Holz und neue Holzkonstruktionen in der Land-  
wirtschaft. Anstrich, Isolierungen von Wirt-  
schaftsgebäuden, Rohr- und Selbstbauprofile.  
Verband landw. Fachschulabsolventen Eggen-  
felden-Pfarrkirchen am 13. und 15.2.1973 an-  
lässlich eines Grundkurses

- Wißmüller, K.: Holz und neue Holzkonstruktionen, Rohrkonstruktionen und Selbstbauprofile in der Landwirtschaft.  
Verband landw. Fachschulabsolventen in Kaufbeuren, anlässlich eines Grundkurses über Selbstbau am 26. und 28.2.1973
- Wißmüller, K.: Bauliche Selbsthilfe - Starrahmenbauweise.  
Für Mitglieder des Maschinen- und Betriebshilfsrings und VLF Dinkelsbühl, anlässlich eines Baukurses in Wolfertsbronn am 9.4.1973
- Wißmüller, K.: Bauliche Selbsthilfe - Starrahmenbauweise.  
Mitglieder des Maschinen- und Betriebshilfsrings Bamberg am 24.4.1973 in Burgebrach
- Wißmüller, K.: Die Starrahmenbauweise und andere Selbsthilfemöglichkeiten in der Landwirtschaft.  
Mitglieder des Maschinenrings und VLF Haßgau in Trossenfurt am 14.5.1973 anlässlich eines Baukurses
- Wißmüller, K.: Die Starrahmenbauweise in der Landwirtschaft.  
Maschinen- und Betriebshilfsring Gerolzhofen in Alitzheim, anlässlich eines Baukurses am 15.5.1973
- Wißmüller, K.: Bauliche Selbsthilfe - Starrahmenbauweise.  
Maschinen- und Betriebshilfsringe Deggendorf und Umgebung, anlässlich eines Baukurses in Vordertausch am 21.5.1973
- Wißmüller, K.: Bauliche Selbsthilfe - Starrahmenbauweise.  
Maschinen- und Betriebshilfsring Landau/Isar, anlässlich eines Baukurses in Schornberg am 22.5.1973
- Wißmüller, K.: Bauliche Selbsthilfe - Starrahmenbauweise.  
Maschinen- und Betriebshilfsring Laufen in Friedolfing am 4.5.1973
- Wißmüller, K.: Die Starrahmenbauweise.  
Maschinen- und Betriebshilfsring Ochsenfurt in Röttingen, anlässlich eines Baukurses am 9.7.1973

- Wißmüller, K.: Die Starrahmenbauweise in Selbsthilfe.  
Raiffeisenlagerhaus in Mitterteich für Kurs-  
teilnehmer am Baukurs am 30.7.1973
- Zeisig, H.D.: Stall-Lüftung und Immissionsschutz.  
AFL-Münchberg am 10.5.1973
- Zeisig, H.D.: Hopfenaufleitmaterial - Anforderungen und  
Eignung.  
XXII J.H.B.-Kongress in München am 9.8.1973
- Zeisig, H.D.: Erfahrungen beim praktischen Einsatz von  
mobilen Heißlufttrocknern und statinären  
Satztrocknern für die Konservierung von  
Grünfutter.  
Landwirtschaftliche Lehranstalt Schönbrunn  
am 26.10.1973
- Zeisig, H.D.: Oberflächenbelüftung von Flüssigmist zur  
Geruchseinschränkung.  
Jahrestagung der Landtechnik Weißenstephan  
am 10.10.1973



