

ESTLER



2

1964-1967

Bericht über Aufgaben
und Tätigkeit
der Landtechnik Weihenstephan
von 1964-1967

(2)



Herausgegeben von der Landtechnik Weihenstephan

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

805 Weihenstephan

1967

I N H A L T

Einführung

Gliederung der "Landtechnik Weihenstephan"

(Stand 1964 - 1967)

Veröffentlichungen

Institut für Landtechnik

Prof.Dr.-Ing.Dr.h.c.W.G. B r e n n e r

Wiss. Rat Dr.agr. H. E i c h h o r n
und Abteilung "Landw. Bauwesen"

Hon.-Prof.Dr.-Ing.Dr.agr.M. H u p f a u e r , ORLR a.D.

Dipl.-Ing. K.H. K r o m e r

Dr. agr. M. E s t l e r

Bayer. Landesanstalt für Landtechnik

Abteilung I "Technische Entwicklung und Erprobung"

Abteilungsleiter ORBR Dr.-Ing. Klaus G r i m m
und Mitarbeiter

Abteilung II "Anwendung" und "Landtechnischer Verein"

Abteilungsleiter LR Dr.agr.H. S c h u l z
und Mitarbeiter

Abteilung III "Sonderaufgaben" und Arbeitsgruppe "Prüfungswesen"

Referatsleiter Dipl.-Ing.H.D. Z e i s i g
und weitere Mitarbeiter

Arbeitsgruppe "Meßtechnik und Auswertung"

Ing. R. H e r p p i c h

Vorlesungs- und Beratungsblätter

Beispiele von Werkstattarbeiten

Inhalts-Kurzfassungen

von Habil.-Arbeiten, Dissertationen und Reiseberichten

Verzeichnis der von 1964 - 1967 gehaltenen Vorträge

Verzeichnis der gesamten Veröffentlichungen 1964 - 1967

Zur Einführung

Als vor 3 1/2 Jahren der erste Tätigkeitsbericht zusammengestellt wurde, in welchem wir über den damaligen Stand des Aufbaues und der Arbeiten der "Landtechnik Weihenstephan" berichteten, waren manche der heutigen Aufgabengebiete gerade begonnen, andere erst in's Auge gefaßt worden.

Mit dem heute vorliegenden Buch möchten wir erneut allen Freunden, Förderern und Interessenten einen Überblick über unsere Tätigkeit in den vergangenen Jahren geben.

Bei einer Rückschau auf den zurückliegenden Berichtszeitraum wird deutlich, daß die beiden großen Ziele: Vorhandenes und Bewährtes in der Landtechnik weiterzuentwickeln, daneben aber auch neue Lösungsformen auf ihre Eignung und Einsatzmöglichkeiten zu untersuchen, von allen Mitarbeitern in zielstrebigem Arbeit weiterverfolgt wurden.

Nach wie vor liegt ein Schwergewicht unserer Arbeiten vorderhand bei der Futterernte (Anwelkverfahren, Futterbergung, Silobauformen, Silobeschickung und -Entleerung, sowie mechanische und Selbstfütterung) mit der Häcksel- und Langgutkette. Gerade letztere hat durch die sprunghafte Ausbreitung des Ladewagens wieder völlig neue Impulse erhalten und neue Probleme gilt es zu lösen.

Daneben erwies es sich jedoch als besonders notwendig, unter den Vorzeichen einer stärkeren Betonung der tierischen Veredelung in unseren landwirtschaftlichen Betrieben die Fragen der Weiterführung landtechnischer Arbeitskettens bis in die Innenwirtschaft, d.h. in die Berge- und Stallräume sowie Stalldunglagerungs- und Aufbereitungsanlagen konsequent zu verfolgen und nach neuen Lösungsformen zu suchen.

Hier hat sich der neugeschaffenen Abteilung "Landwirtschaftliches Bauwesen" des Instituts für Landtechnik ein weitreichendes Arbeitsfeld eröffnet, wobei insbesondere Fragen der

Gebäudefunktionen und deren Beziehungen zur Betriebsorganisation, zur Arbeitswirtschaft und Landtechnik, sowie die Beurteilung der Kosten der Gebäudebewirtschaftung bearbeitet werden.

Diese Zusammenhänge bilden darüber hinaus die Grundlagen einer neu in den Lehrplan der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau aufgenommenen Vorlesung über "landwirtschaftliches Bauwesen und Spezialfragen der Innenwirtschaft". Bestimmte Sondergebiete werden auch von den Abteilungen I und II der Bayer. Landesanstalt bearbeitet.

Eine Ausweitung hat auch die Arbeitsrichtung "Technik im Körnermaisbau" am Institut für Landtechnik erfahren, in welcher nunmehr neben der Mechanisierung der Erntearbeiten auch neue Bestellungs- und Saatmethoden sowie Probleme der Warmluftkonservierung behandelt werden.

Auch in den vergangenen Jahren haben das K.T.L., Maiskomitee, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bayer. Staatsministerium und Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie andere Institutionen und Landmaschinenfirmen unsere Arbeiten finanziell oder durch Bereitstellung von Maschinen und Geräten für Erprobung und Versuch unterstützt.

Mit den im folgenden abgedruckten Veröffentlichungen und Berichten möchten wir einen gekürzten Überblick über unsere Arbeiten und die gewonnenen Ergebnisse vermitteln.

W. Brenner

Weihenstephan, 20. 6. 1967

Organisation der Landtechnik Weihenstephan

(ab Juli 1967)

Am 18. VII. 1967 vom Beirat
der Landesanstalt gebilligt

Institut für
Landtechnik

Bayer. Landesanstalt
für
Landtechnik

Landtechn. Verein
in Bayern (LTV)

Institutsdirektor
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Brenner

Vorstand
Institutsdirektor
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Brenner

Vorstand
M.E.L.F. - Landw. Fakultät -
BBV - Praxis
1. Vors. Gültbesitzer Hess
2. Vors. Graf v. Medem

Betriebsleiter
u. derzeitiger Stellvertreter
des Vorstandes
ORBR. Dr.-Ing. K. Grimm

Beirat
Min. U.K.-M.E.L.F.-KTL - THM
DLG, BBV, LAV

Zentrale Einrichtungen

Gebäude u.
Inventaraufsicht

Verwaltung

Werkstatt
B. Hertel

Metztechnik
Ing. Herppich

Öffentlichkeitsarbeit
u. Führungen
LR. Dr. agr. M. Schurig

Wissenschaftl. Rat
Hochschul-Doz. Dr. agr. H. Eichhorn
Lehrst. in Landtechnik, Forschung
Gebiet „Landw. Bauwesen“
PU - Landesanstalt, Abt. III

Abt. II
Anwendung
LR. Dr. agr. H. Schulz i. PU

Geschäftsführer
LR. Dr. agr. H. Schulz i. PU

Honorar-Professor
OR. LR. a. D. Dr. Ing. Dr. agr. H. Pufpauer
Lehrst. in Landtechnik, Forschung,
Mechanisierung i. Hopfenbau

Referate
Technik in der Futtermittel-
Bergung u. Einlagerung
(Hackelgut)
LR. Dr. agr. M. Schurig

Referate
Gebäude d. Schweinehaltung
Dipl. Landw. Thorwarth (Sachb.) *

Wiss. Assistent
Dipl. Ing. K. H. Kromer
Konstruktion m. Metztechnik
Landtechn. Forschungsang.
(z. B. Exakt.-Feidhacker)

Referate
Technik b. d. Futtermittel-
Bergung u. Einlagerung
(Hackelgut)
LR. Dr. agr. M. Schurig

Referate
Technik in der Futtermittel-
Bergung u. Einlagerung
(Hackelgut)
LR. Dr. agr. M. Schurig

Referate
Gebäude d. Rindviehhaltung
Wiss. Rat Dr. agr. H. Eichhorn
Dipl. Landw. Seufert (Sachb.) *

Wiss. Mitarbeiter
Dr. agr. M. Esler
Ass. für Vorlesungen u.
Praktika Mechanisierung im
Kornermalsbau (u.-ernte)

Referate
Technik im Hochbehälterbau
u. Lagerung v. wirtschaffsreife
Futtermittel
ORBR. Dr.-Ing. K. Grimm u.
LR. Dr. agr. M. Schurig

Referate
Handwerkliche Selbst-
hilfe
LR. Dr. agr. H. Schulz
L. Ass. Ulrich (Sachb., LTV)

Sondergebiete
Unters. neuer Maisanbaumetho-
den
Dipl. Landw. Stanze (Sachb.) *
Wärmelüftung von
Kornermals
Landw. Ass. Strehler (Sachb.) *

Referate
Technik b. d. Entmischung
Lagerung u. Ausbringung
ORBR. Dr.-Ing. K. Grimm u.
LR. Dr. agr. A. Weidinger

Referate
Technik im Flach- und
Tiefbehälterbau
LR. Dr. agr. H. Schulz
L. Ass. Dr. agr. Grimm (Sachb.)

Wiss. Mitarbeiter
Dipl. Landw. Stanze (Sachb.) *
Wärmelüftung von
Kornermals
Landw. Ass. Strehler (Sachb.) *

Referate
Kurstoffanwendung in
der Landwirtsch.
LR. Dr. agr. H. Schulz

Referate
Bauverfahren in
Landw. Betriebsgebäuden
Wiss. Rat Dr. agr. H. Eichhorn
Dipl. Landw. Hannusch (Sachb.) *

Wiss. Mitarbeiter
Dipl. Landw. Stanze (Sachb.) *
Wärmelüftung von
Kornermals
Landw. Ass. Strehler (Sachb.) *

Referate
Technik b. d. Trocknung, Kühlung
Lüftung u. Prüfungsweisen
Dipl. Ing. H. O. Zeisig
Ing. agr. Krellmeier

Referate
Bautechnik u. Statik im
Dipl. Landw. Hannusch (Sachb.) *
Dipl. Landw. Thorwarth (Sachb.) *

Wiss. Mitarbeiter
Dipl. Landw. Stanze (Sachb.) *
Wärmelüftung von
Kornermals
Landw. Ass. Strehler (Sachb.) *

Referate
Betriebs- u. arbeitswirt-
schaftliche Fragen der
Landtechnik
L. Ass. Dr. agr. Grimm (Sachb.)

Referate
Wechselbeziehungen
Gebäude u. Technik
Dipl. Landw. Boxberger (Sachb.)
Ing. agr. Hecht (Sachb.)
Dipl. Landw. Seufert (Sachb.) *

Referate
Verbindung zu Praxis, Land-
wirtschaftsministerium, Wis-
senschaft, Beratung, Industrie,
Landmaschinenhandel - u.
gewerbe, Organisationen u.
Verbände
Aufgabengebiete
Errichtung u. Befahrung land-
technischer Betriebsstätten
in betriebswirtschaftlich sinn-
vollen Mechanisierungs-
lösungen
Untersuchungen zur Ver-
besserung d. Innenwirtschaft
u. Entwicklung einfacher
Mechanisierungsverfahren
Weitergabe gesicherter
Erkenntnisse über neuere
Mechanisierungsverfahren
an Beratung u. Praxis

Referate
Zechenerklärung -
* angestellt auf Forsch. Aufträgen
i. PU - in Personal Union.

d e r



(Stand 1964-1967)

1. INSTITUT FÜR LANDTECHNIK

Institutsdirektor: o. Prof. Dr. - Ing. Dr. h. c. W. G. B r e n n e r

Aufgabengebiete:

Lehre und Forschung auf dem Fachgebiet
"Landtechnik".

Vorlesungen und praktische Übungen an der
Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau
der Techn. Hochschule München - Weihenstephan.

Schwerpunkts-Forschungsarbeiten:

 Mechanisierung landw. Betriebe
 Futterernte und Silowirtschaft
 Konstruktive Weiterentwicklungen
 an Exakt-Trommelfeldhäckslern
 Mechanisierung im Körnermaisbau

Wissensch. Rat:

Hochschul-Dozent Dr. agr. H. E i c h h o r n
Leiter der Abteilung "landw. Bauwesen"

Aufgabengebiete:

Lehre und Forschung auf dem Fachgebiet
"Landwirtschaftliches Bauwesen"

Forschungsarbeiten über Landtechnik und
landw. Bauwesen, Entwicklung und Erpro-
bung neuartiger Aufstallungs- und Entmi-
stungsverfahren; Untersuchung funktioneller
und bautechnischer Fragen; Technik in Stall-
und Bergeräumen.

Mitarbeiter: (Bearbeiter von Forschungs-
aufträgen)

Dipl.-Landw. Th. T h o r w a r t h ¹⁾
(Gebäude der Schweinehaltung, Gebäudebehei-
zung, Bergeräume)

Dipl.-Landw. J. B o x b e r g e r
siehe Landesanstalt
(Betriebsbeispiele, Melkräume, Entmistungs-
fragen)

Dipl.-Landw. D. H a n n u s c h ¹⁾
(Bautechnik, Althofsanierung, Stalllüftung)

Dipl.-Landw. H. S e u f e r t ¹⁾
(Laufställe, Anbindeställe, Flüssigmistan-
lagen)

1) = angestellt durch Dienstvertrag, Vergütung aus Mitteln Dritter.

Honorar-Professor: ORLR a.D. Dr.-Ing.Dr.agr.M. H u p f a u e r

Aufgabengebiete:

Lehrtätigkeit an der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der Techn. Hochschule München - Weihenstephan.
Forschungsarbeiten bei der Mechanisierung der Hopfenernte und Hopfentrocknung.

Wiss. Assistent: Dipl.-Ing. K.H. K r o m e r

Aufgabengebiete:

Konstruktive und meßtechnische Bearbeitung landtechnischer Forschungsaufgaben (z.B. Feldhäcksler); Betreuung von Diplomanden und Doktoranden; Durchführung der technischen Praktika.

Wiss. Mitarbeiter: Dr.agr. M. E s t l e r

Aufgabengebiete:

Vorlesungsassistent, Durchführung der praktischen Übungen in Landtechnik, Betreuung von Diplomanden und Doktoranden. Untersuchung und Erprobung neuer Mechanisierungsverfahren im Körnermaisbau, insbesondere bei der Körnermaisernte.

Mitarbeiter: (Bearbeiter von Forschungsaufträgen)

Dipl.-Landw. H. S t a n z e l ¹⁾
(Maissaatmethoden)

Landw.-Ass. A. S t r e h l e r ¹⁾
(Warmlufttrocknung von Körnermais)

Verwaltung und 2 technische Mitarbeiter

sonst. Mitarbeiter: 2 Büroangestellte, davon 1 Büroangestellte über Mittel Dritter.

2. BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDTECHNIK

Nach den Satzungs-Paragrafen 1, 2 und 3 ist die Bayer. Landesanstalt für Landtechnik eine staatliche Einrichtung, die der Techn. Hochschule München angegliedert und mit dem Institut für Landtechnik, Weihenstephan, verbunden ist. Sie untersteht dienstaufsichtlich dem Rektor der TH München und dem Bayer. Staatsministerium für Unterricht und Kultus.

Aufgaben der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik:

- a) Systematische Erfassung, Sammlung, Verarbeitung und Ordnung des Wissens auf dem Gebiet der Landtechnik
- b) wissenschaftlich-technische Untersuchung von Einzelfragen
- c) technische Untersuchung und Prüfung landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte und landtechnischer Arbeitsverfahren in Zusammenarbeit mit der Dtsch. Landwirtschafts-Gesellschaft
- d) Verbreitung der Kenntnisse auf dem Gebiet der Landtechnik durch

1) = angestellt durch Dienstvertrag, Vergütung aus Mitteln Dritter.

Bekanntmachung der bei Sammlung, Verarbeitung und Ordnung des allg. Wissens, bei der Untersuchung von Einzelfragen und bei Maschinenprüfungen gewonnenen Ergebnisse.

Vorstand: Prof.Dr.-Ing.Dr.h.c.W.G.Brenner

Betriebsleiter: Oberreg.-Baurat Dr.-Ing. Klaus G r i m m
zugleich derzeitiger Stellvertreter des
Vorstandes.

ABTEILUNG I
=====

Abteilungsleiter: Oberreg.-Baurat Dr.-Ing. Klaus G r i m m

Referat I:

Technik bei der Futterwerbung, Bergung
und Einlagerung (Häckselgut)

Landw.-Rat Dr.agr. M. S c h u r i g

Referat II:

Technik bei der Futterlagerung, Aufberei-
tung und Vorlage in Nutztviehställen

Landw.-Rat Dr.agr. A. W e i d i n g e r

Referat III:

Technik im Hochbehälterbau für Lagerung
von wirtschaftseigenem Futter, Kraftfutter
und Flüssigmist

Oberreg.-Baurat Dr.-Ing. Klaus G r i m m
und Landw.-Rat Dr.agr. M. S c h u r i g

Referat IV:

Technik bei der Entmistung, Lagerung und
Ausbringung

Oberreg.-Baurat Dr.-Ing. Klaus G r i m m
und Landw.-Rat Dr.agr. A. W e i d i n g e r

Techn. Angestellte: 1 Konstruktions-Ingenieur
3 Agrar-Ingenieure ¹⁾
1 Teilzeichnerin ¹⁾
1 Zeichenlehrling

Verw.-Angestellte: 1 Sekretärin

ABTEILUNG II
=====

Abteilungsleiter: Landw.-Rat Dr.agr. H. S c h u l z
zugleich Geschäftsführer des Landtechni-
schen Vereins in Bayern e.V. (LTV)

Referat I:

Futterernte (Langgut) und Technik im Futter-
rübenbau (siehe Landw.-Ass. K.H.Ullrich, LTV)

1) = angestellt durch Dienstvertrag, Vergütung aus Mitteln Dritter.

Referat II:

Technik im Flach- und Tiefbehälterbau

Landw.-Rat Dr. agr. H. S c h u l z und
Landw.-Ass. Dr. agr. Anton G r i m m (Sachbe-
arbeiter)

Referat III:

Kunststoffanwendung in der Landwirtschaft

Landw.-Rat Dr. agr. H. S c h u l z

Referat IV:

Betriebs- und arbeitswirtschaftl. Fragen der
Landtechnik

Landw.-Ass. Dr. agr. Anton G r i m m (Sachbe-
arbeiter)

Techn. Angestellte: 1 Agrar-Ingenieur

Verw.-Angestellte: 1 Sekretärin

ABTEILUNG III (Sonderaufgaben)

=====

Abteilungsleiter: NN

Referat I:

Technische Weiterentwicklungen bei der Hopfen-
trocknung.

Untersuchungen bei Warmlufttrocknung, Heizung
Lüftung und Kühlung

Dipl.-Ing. H.D. Z e i s i g

Referat II:

s. Institut für Landtechnik - Abtlg. Landw.
Bauwesen

Dipl.-Landw. J. B o x b e r g e r (Sachbear-
beiter)

Techn. Angestellte: 1 Agrar-Ingenieur

1 techn. Angestellter

ZENTRALE AUFGABEN UND EINRICHTUNGEN DER LANDESANSTALT

=====

Betriebsleiter: Oberreg.-Baurat Dr. Ing. Klaus G r i m m

Gebäude- und Inven-
taraufsicht: 1 Werkführer

Verwaltung: 2 Verwaltungs-Angestellte

Werkstatt: Werkstattleiter: B. Hertel

Arbeitskräfte: 3 Meister
4 Facharbeiter
4 Lehrlinge
4 Hilfskräfte

Arbeitsgruppen:

1. Meßtechnik und
Auswertung

Techn. Angestellter Ing. Herppich

2. Prüfungswesen

" " Ing. agr. Kreitmeier

3: LANDTECHNISCHER VEREIN IN BAYERN (LTV) e.V.

Geschäftsführer: Landw.-Rat, Dr. agr. H. S c h u l z
zugleich Abteilungsleiter Abt. II der
Bayer. Landesanstalt für Landtechnik

Aufgabengebiete:

Errichtung und Betreuung landtechnischer
Beispielsbetriebe mit betriebswirtschaft-
lich sinnvollen Mechanisierungslösungen

Untersuchungen zur Verbesserung der Innen-
wirtschaft und Entwicklung einfacher
Mechanisierungslösungen

Weitergabe gesicherter Erkenntnisse über
neuere Mechanisierungsverfahren an die
Beratung und Praxis

Wiss. Mitarbeiter: Landw.-Ass. K.H. U l l r i c h
Referat Futterernte (Langgut) und Technik
im Futterrübenbau
gemeinsam mit Landw.-Rat Dr. agr. H. S c h u l z:
Handwerkliche Selbsthilfe in der Landwirtschaft

Techn. Angestellte: 2 Agrar-Ingenieure ¹⁾
2 techn. Hilfskräfte ²⁾

1) = angestellt durch Dienstvertrag, Vergütung aus Mitteln Dritter.
2) = davon 1 techn. Hilfskraft wie bei 1).

Die derzeitige Stellung des Ladewagens im Vergleich zu anderen Halmgut-Bergeverfahren

Ladewagentagung am 21./22. 9. 66 in Weißenstephan. Vortrag von Walter G. Brenner, Weißenstephan.

Veröffentlicht in KTL-Berichte über Landtechnik, Heft 105 und „Landtechnik“, 21. Jg. (1966), Heft 22, Seite 761–770

Unlängst führte der Landtechnische Verein Weißenstephan eine Arbeitstagung zum Thema „Ladewagen“ durch, die Wissenschaft, Praxis und Industrie zu Gesprächen über gelöste und noch zu lösende Probleme bei Konstruktion und Einsatz von Ladewagen vereinte. Die Vorträge der Tagung — erweitert um neue Erkenntnisse, die auf Grund des in Weißenstephan gepflogenen ausführlichen Erfahrungs- und Gedankenaustausches gewonnen worden sind — werden in einem KTL-Sonderheft der „Landtechnik“ im Frühjahr nächsten Jahres veröffentlicht werden.

Wegen der allgemeinen Bedeutung und der umfassenden Sicht, aus der heraus Professor Brenner den Ladewagen behandelt und ihm seinen Platz unter den anderen Futterernteverfahren zuweist, haben wir uns entschlossen, den die Tagung einleitenden Vortrag von Professor Brenner bereits jetzt abzdrukken.

Redaktion

An Halmgütern sind — nach den letzten Erhebungen des statistischen Bundesamtes — im Bundesgebiet zu bergen:

20	Mio. Tonnen	Heu
20	"	Stroh
8	"	Grüngut
10	"	Silage
13	"	Rübenblatt
3—5	"	Silomais (in den letzten Jahren verdoppelt).

Diese rund 80 Millionen Tonnen sind das Bergenvolumen, das allein auf diesem Sektor von den bundesdeutschen Landwirten irgendwie Jahr für Jahr geladen, nach Hause gebracht und auf dem Hof weiterverarbeitet werden muß.

Als grobe Schätzung wird man annehmen können, daß hiervon rund die Hälfte mit Maschinen, die andere Hälfte aber noch von Hand geborgen wird.

Wenn man dieses große Bergenvolumen sieht, wird klar, warum eine neue Bergemaschine — wie zum Beispiel der Ladewagen — sich elementar durchsetzt und dann Absatzzahlen von über 100 000 Stück in drei Jahren erreicht. Das ist ziemlich einmalig in der Geschichte der Landtechnik. Allerdings muß die neue Maschine für mehrere der Halmgüter besonders gut geeignet sein, wie das beim Ladewagen für Grüngut und Heu der Fall ist.

Wie kam es zum Ladewagen?

Bezüglich dieses Absatzes ist auch folgendes interessant:

Der Ladewagen kommt aus Württemberg, und es ist kein Zufall, daß der heute mit Recht allgemein als sein Erfinder anerkannte Herr Weichel selbst ein kleiner Landwirt und Landmaschinenfabrikant dort war, der mit diesem Ladegerät vor allem sich und seinen Berufskollegen helfen wollte. Württemberg ist das Land der Kleinstbetriebe mit zwei, vier, acht Hektar Land. Diese Kleinstbetriebe machen ja der Agrarwissenschaft und der ganzen Volkswirtschaft die größten Sorgen, weil von solch geringen Flächen

niemand wirklich leben kann. Aber im tüchtigen Württemberg dient ja schon lange eine überwältigende Zahl von solchen Betrieben dem Nebenerwerb. Das Haupteinkommen wird in der Industrie verdient. Und gerade diese Nebenerwerbsbetriebe sind die Käuferschicht — das große Reservoir für den Absatz des Ladewagens — vor allem im Anfang gewesen. Für diese „Feierabend-Bauern“, „Fünfuhr-Bauern“ oder wie man sie sonst genannt hat, ist der Ladewagen ein großartiges Gerät zum Bergen der kleinen Mengen Heu, zum Hereinholen des täglichen Grünfutters und häufig auch des Mährescherstrohs. Die Leute haben aus ihrer vielfachen industriellen Tätigkeit — hier in einer Schuhfabrik, dort bei der Auto-Industrie — die Geldmittel, um die an sich teure Technik anzuschaffen. Sie erleichtern sich damit ihre landwirtschaftliche Arbeit enorm. Von einer Wirtschaftlichkeit mit dem Rechenstift im üblichen Sinn kann dabei eigentlich kaum die Rede sein, denn die mögliche technische und die wirklich erreichte Bergeleistung — sowie die Ausnutzung im Jahr — stehen manchmal in einem argen Mißverhältnis.

Wir haben bei unseren Versuchen mit dem Ladewagen technische Feldleistungen von 30 und 40 t/h gemessen, Feld-Bergeleistungen von 13 t/h. Im ganzen braucht aber so ein Kleinbetrieb (vielleicht 100 dz Grünfutter, 100 dz Heu, 80 dz Stroh) also nur 28 t im Jahr aufzuladen. Bei der technischen Feldleistung des Ladewagens könnte also die gesamte Futterbergung eines solchen Betriebes eigentlich an einem Vormittag erledigt werden.

Gerade diese Überdimensionierung des technischen Geräts ermöglicht es aber, daß die Arbeit wirklich spielend, sozusagen „am kleinen Finger“ getan werden kann, also wirklich eine „Feierabend-Beschäftigung“ wird; das ist der Punkt auf den es hier ankommt. Man kann heute nur mit solchen leistungsfähigen

Landmaschinen die Leute auf dem Land halten und damit die landwirtschaftlich-industrielle Struktur, die in diesen Gegenden mit arbeitsamer Bevölkerung so glücklich vereinigt ist — und aus allen möglichen Perspektiven angestrebt wird — erhalten. Und damit haben so bescheidene Maschinen wie der Ladewagen (bei anderen Landmaschinen, beispielsweise dem kleinen selbstfahrenden Mährescher, war es ähnlich) in volkspolitischer Sicht einen bedeutenden Aspekt.

Auch die so nützliche Nachbarschaftshilfe kann reichlich angewandt werden, weil es ja nur eine halbe Stunde kostet, dem Nachbarn zum Beispiel sein Mährescherstroh schnell aufzusammeln und nach Hause zu fahren. Wie er auf dem Hof dann damit fertig wird, ob mit Greifer oder mit Gebläsehäcksler und dergleichen, ist bei diesen kleinen Mengen nicht so wichtig, so daß auch die „Fragen der Arbeitskette“ in solchen Fällen nebensächlich sind. Nebenerwerbsbetriebe gibt es aber nicht nur in Schwaben und Baden, sondern auch in Westfalen, in Franken und in gewissen Gegenden Bayerns (zum Beispiel Altötting, Ingolstadt). Auf diesem Sektor ist also der Ladewagen ein Kind der „Industriellandwirtschaft“, schlecht ausgenutzt, teuer und zu einer Art neuem Leben in der Wohlstandsgesellschaft gehörend; etwa vergleichbar den Geschirrpülmaschinen oder Gefriertruhen, die wir heute unseren Ehefrauen kaufen.

Grundsätzlich ist es aber auch immer wieder erfreulich, festzustellen, wie diese Kleinst-Familienbetriebe, um deren Existenz wir ja schon seit 40 Jahren bangen, doch immer wieder Lösungen der Selbsthilfe — mit durchaus westlichen Vorzeichen — finden und mit bestem Erfolg auch schon gefunden haben, die für ihren — und unseren — Fortbestand unter den neuen industriellen Formen so wichtig sind. Ich wollte daher zu Beginn meiner Ausführungen diesen Aspekt doch einmal andeuten.

Ladewagen und andere Bergeverfahren im Vergleich

Nun gibt es in unserer Landwirtschaft natürlich auch Betriebe, die 15–50 und mehr Hektar groß sind. Deren Inhaber müssen ausschließlich von der Landwirtschaft leben, und der Rechenstift und die technische Wirtschaftlichkeit spielen dort die entscheidende Rolle.

Bei unseren weiteren Betrachtungen sollen daher dieser wirtschaftliche Einsatz des Ladewagens und die mit ihm im Wettbewerb

stehenden anderen Bergeverfahren erörtert werden.

Bei dem eingangs aufgezeigten großen Bergevolumen und bei den sehr unterschiedlichen Materialien — feucht, trocken, empfindlich, sperrig — ist es nicht verwunderlich, daß im Laufe der Jahrzehnte sich sehr verschiedene Bergegeräte entwickelt haben, die in Abbildung 1 in einer Übersicht skizziert sind.

Einige historische Bemerkungen seien gestattet: Ganz oben zunächst der Fuderlader ältester Bauart (1), der schon ab 1910 zunächst wenigstens das Hochheben des zu fördernden Erntegutes erleichterte. In allgemeiner Erinnerung ist noch, daß die zwei Ladepersonen, die auf dem Wagen das Heu und Stroh festtreten mußten, sich „recht warm“ arbeiten mußten, um die ankommenden Erntemassen bewältigen zu können. Erst nach dem zweiten Weltkrieg, etwa 1952, wurden dann mit dem aufkom-

menden Schlepperzug und Zapfwellenantrieb die von vorn arbeitenden Fuderlader entwickelt (2), wobei zum Beispiel die Firma Eicher mit ihrem Rekordlader in wenigen Jahren außerordentliche Absatzziffern, etwa 20 000 Stück, erreichen konnte. Auch die Firmen Lanz, Mörzl und Dreyer produzierten diese Fuderlader in beträchtlichen Stückzahlen (etwa 20 000 Stück). Erwähnenswert ist, daß wohl bei dem Rekordlader von Eicher zum erstenmal das Material etwas vorverdichtet wurde, um damit die zwei Ladepersonen zu entlasten. Ein Wendepunkt in der Entwicklung und eine wesentliche Verbesserung schien sich um 1960 durch die Einführung des Wurfbandes (2) anzubahnen. Damit konnte nämlich das ankommende Material soweit verdichtet und beschleunigt werden, daß sich wenigstens bei Schwergut die Personen zum Packen des Gutes auf dem Wagen erübrigen.

Trotz dieser Verbesserungen ist die Fabrikation von Fuderladern heute

mehr oder weniger eingestellt und durch Ladewagen ersetzt worden.

Die Hauptdomäne der Fuderlader war die Heu- und Silage- sowie die Rübenblattbergung — 55 000 Stück wurden in der Bundesrepublik etwa abgesetzt.

Auf Abbildung 1 sind in Spalte 3 der Vollständigkeit halber der Frontlader und der Heckschiebesammler als Bergegerät aufgeführt. Der Frontlader hat seine eindeutigen Schwerpunkte beim Stallung und beim Rübenblatt, während für leichte und sperrige Materialien — also für die Bergung von Heu und Stroh und Silage — er im Ladewagen einen eindeutigen Konkurrenten hat, so daß für die Zukunft für die Ernteborgung von Leichtgütern wohl nur noch Kleinbetriebe von ihm Gebrauch machen werden, die sich ganz auf den Frontlader eingestellt haben. Auch der Heckschiebesammler — für kleine und gut arrondierte Betriebe eine sehr preiswerte Bergemaschine — ist vom Ladewagen fast verdrängt worden.

In Spalte 4 ist dann die Kategorie der Sammelpressen zunächst rein schematisch aufgeführt, unterteilt in Niederdruck- und Hochdruckpressen. Beide Arten sind neuerdings bei uns außerordentlich verbreitet. Der Bestand in der Bundesrepublik wird auf 90 000 geschätzt, in USA gibt es bezeichnenderweise über 900 000 Sammelpressen, alles nur Hochdruckpressen, die für die Bergung von Heu und Stroh auch in USA gegenüber dem Feldhäcksler mit nur etwa 300 000 Stück für diese Trockengüter eindeutig dominieren.

In den Spalten 5 und 6 zeigt die Abbildung 1 dann die beiden Feldhäckslerbauarten: Exakt- und Schlegelfeldhäcksler, auf die im Vergleich mit der Sammelpresse und den Ladewagen noch näher eingegangen wird. Zum Schlegelfeldhäcksler ist zu sagen, daß er im wesentlichen ein Mähhäcksler ist, der in den verschiedensten Gegenden Nord- und Süddeutschlands, aber auch in Dänemark und Schweden sowie in England wegen seiner Einfachheit außerordentlich verbreitet ist. Man kann mit ihm vor allem stehende Grünfrucht abschlagen, zerreißen und gut aufgespalten in einen Wagen bringen. Der Schlegelfeldhäcksler wird bevorzugt für die Bereitung von Naßsilage verwendet, aber auch für die Zuckerrübenblatt-Ernte nach dem dänischen Verfahren. Von den genannten Verfahren sind Fuderlader, Frontlader und Heckschiebesammler sowie Niederdruckpressen vom vordringenden Ladewagen für Heu, Silage und Grüngutbergung schon so gut wie verdrängt, so daß zur Zeit vor allem die in Abbildung 2 dargestellten Bergemöglich-

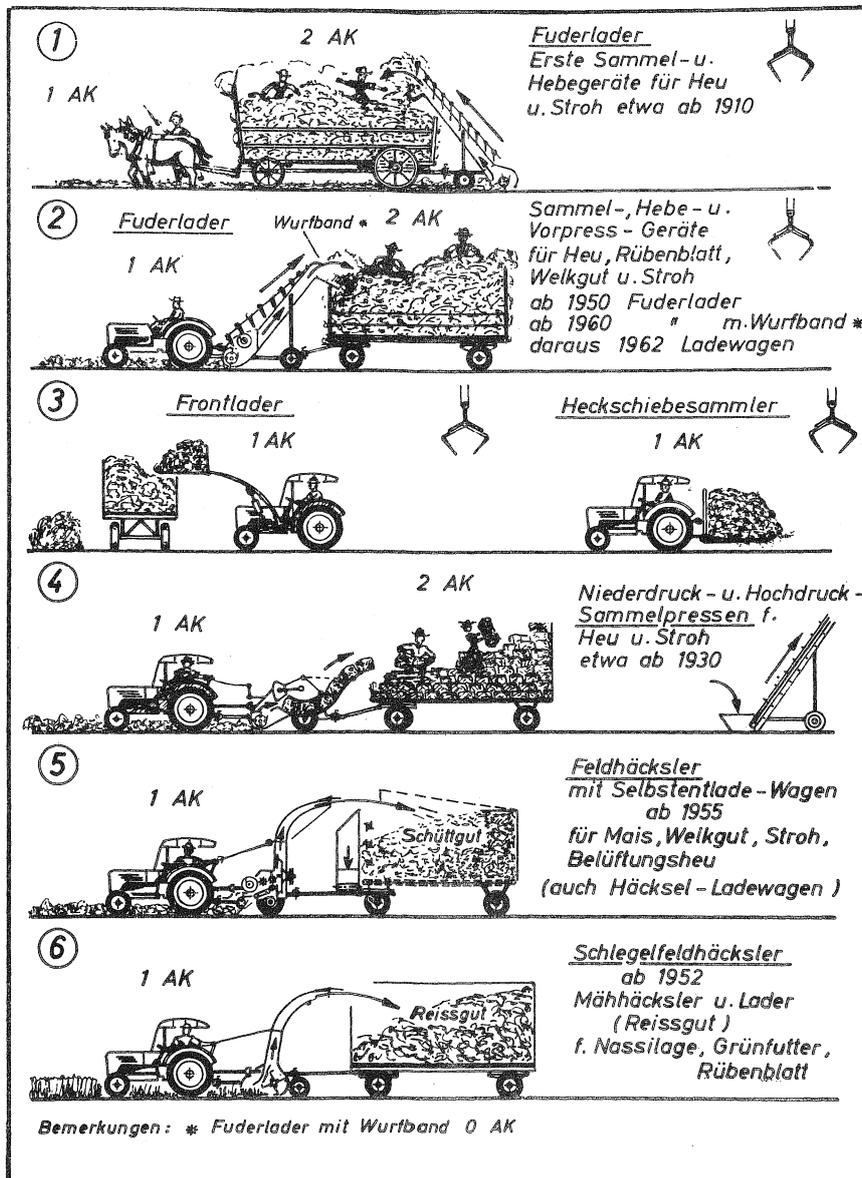


Abb. 1: Die gebräuchlichen Bergemaschinen für Halmgüter vor der Einführung des Ladewagens

keiten übrigbleiben, die man als „Ballenlinie“, „Häcksellinie“ und „Langgut“- beziehungsweise „Schneidgutlinie“ bezeichnet.

Vor- und Nachteile der verschiedenen Bergeverfahren

Auf Abbildung 2 sind zur besseren Beurteilung die Schwerpunkte der drei Bergearten mit Pluszeichen (+), die fraglichen Punkte mit Fragezeichen (?) und die Minuspunkte mit Minuszeichen (–) versehen. Einige kurze Bemerkungen auch zu dieser Abbildung 2:

Das Arbeitsverfahren „Hochdruckpresse“ (Ballenlinie) hat sich besonders für Trockengüter — Heu- und Strohbergung — für lange Feldentfernungen wegen der guten Wagenausnutzung, den Stapelmöglichkeiten auf dem Hof sowie vor allem für den Strohverkauf bewährt. Während der Kubikmeter loses Stroh und Trockenheu nur 50–60 kg wiegt, kann es durch Hochdruckpressen auf etwa ein Drittel seines Volumens verdichtet werden. Das ergibt neben guter Wagenausnutzung und Handlichkeit kleine Stapelräume, erleichtert die Rationalisierung bei der Fütterung und gewährleistet günstige Frachtsätze bei Strohverkauf. Der Arbeitsaufwand ist aber noch groß, da selbst bei Verwendung der Ballenschleuder die Wagen im allgemeinen von Hand abgeladen und in der Scheune gepackt werden.

Wir werden am Schluß der vorliegenden Betrachtung nochmals auf Verbesserungsmöglichkeiten zurückkommen.

Zur Häcksellinie (Abb. 2, Spalte 2) ist zu sagen, daß man durch die Entwicklung der letzten Jahre auch im Feldhäckselbau zu recht kompakten und leistungsfähigen Aggregaten gekommen ist, daß selbstentleerende Wagen, teils angehängte Stallungstreuer, teils sogenannte Automatikwagen mit Häckselwandverteiler und Querförderer angeschafft wurden. Die eindeutigen Schwerpunkte des Feldhäckselbetriebes sind bei richtiger Durchbildung zweifellos die völlige Einmannarbeit, die sich eigentlich nur noch auf eine Kontrolle der Maschine beschränkt, sowie die Herstellung von Schüttgut, das den Betrieben im ganzen Durchlauf durch die Ställe immer wieder zu statten kommt und heute auch eine Voraussetzung für die Fließmistverfahren ist, bei denen, um die Pumpfähigkeit zu erreichen, lange Strohteile nicht geschätzt werden. Für die Verarbeitung von Silomais hat die Feldhäckselkette auch gegenüber dem vordringenden Ladewagen ihre stärkste Position, während auf der anderen Seite allzu trockenes Material, also Dürrhohe, wegen Blattverlust und Staub immer schwierig für

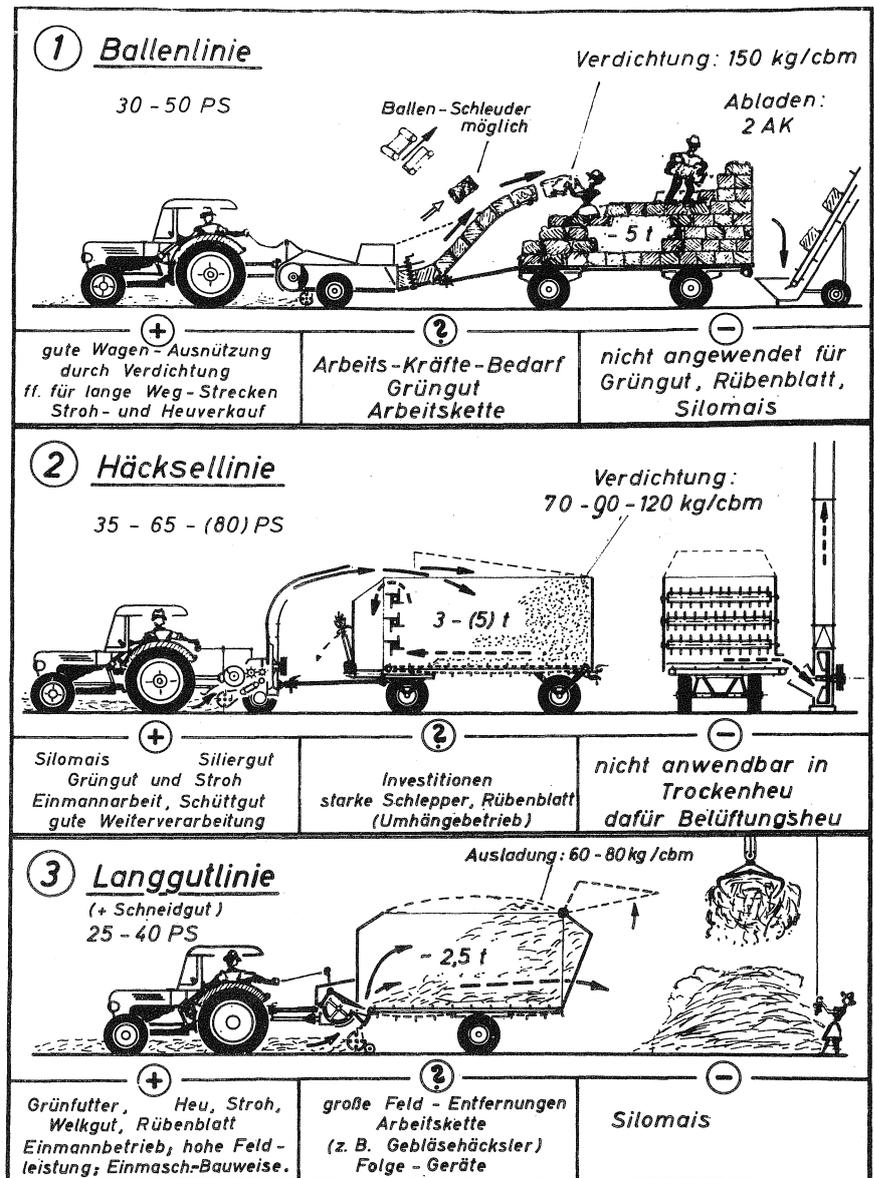


Abb. 2: Vergleich zwischen den Futterberge-Verfahren Ballen-, Häcksel- und Langgutlinie

den Feldhäcksler war, weshalb er für die Heugewinnung besser mit Heubelüftungsanlagen zusammenarbeitet, also nicht absolutes Trockenheu bergen muß. Eine Belastung für den Feldhäcksler ist auch immer wieder der verhältnismäßig hohe Kraftbedarf, der sich allerdings heute leichter durch starke Schlepper überbrücken läßt als noch vor ein paar Jahren. Auch die Notwendigkeit, daß beim Feldhäckselbetrieb im allgemeinen Wagen umgehängt werden müssen, wenn man nicht zum Einwagenbetrieb übergehen will oder zum Parallelbetrieb, ist beim Feldhäcksler vermehrt heute gegenüber dem Ladewagen mit seiner Einmaschinen-Bauweise ein Minuspunkt. Über die Vor- und Nachteile im einzelnen gibt die Abbildung 2 Aufschluß. In Spalte 3 der Abbildung 2 ist dann die Langgutlinie, also der Ladewagen dargestellt. Die Unterschiede werden im Vergleich zu den beiden anderen Verfahren wohl auf einen Blick klar.

Der Ladewagen in der heutigen Form

Eine Definition der heutigen Form des Normladewagens kann an Hand der Abbildung 2 (Spalte 3) wie folgt gegeben werden:

Der Ladewagen ist ein landwirtschaftliches Fahrzeug, bevorzugt einachsiger, das

1. vorn mit einer Aufgreif- und Stopfvorrichtung ausgerüstet ist,
2. einen entsprechend großen Laderaum aufweist, der
3. nach hinten bevorzugt durch eine am Boden angeordnete Kratzerkette gefüllt und entleert wird. Dieses landwirtschaftliche Fahrzeug ist
4. immer vom Schlepper gezogen und zapfwellenbetrieben. Das Fahrzeug fährt
5. im allgemeinen in der Schlepperspur, kann aber auch ausschwenkbar sein, damit ein Überfahren des Schwades vermieden wird. Die Stopfvorrichtung wird vermehrt

6. schneidend ausgeführt, damit die Weiterverarbeitung des Ladegutes erleichtert wird.

Wenn man die technischen Vorteile des Ladewagens nach Abbildung 2 (3) aufzählen soll, so sind sie ihrer Bedeutung nach wie folgt zu nennen:

1. Das Wichtigste scheint, daß der Ladewagen den Laderaum wirklich voll befüllt und ausnützt, daß er „stopft“ und daß somit von den zwei Staupersonen des Fuderladers natürlich gar nicht mehr die Rede ist.
2. Ist die Einmaschinen- oder Kompaktbauweise von größter Bedeutung, denn während bei den Verfahren (1 und 2) der Selbstentladewagen erst nachträglich mitgeliefert werden muß und bei Verfahren 1 (Sammelpresse) selten angewendet wird und auch beim Feldhäckslerverfahren (2) sich nur zögernd eingebürgert hat, ist beim Ladewagen der zapfwellengetriebene Selbstentladewagen in allen Fällen mitgekauft. Er ist nicht nur für das Aufladen, sondern immer und in allen Fällen für ein vernünftiges mechanisches Abladen stets vorhanden.
3. Als dritter wichtiger Punkt ist zu nennen: die überzeugende Feldleistung des Ladewagens, welche die manchmal etwas problematischen Folgeerscheinungen dem Käufer zunächst nicht so schwerwiegend erscheinen lassen.
4. Hinzu kommen zuletzt die eindeutigen Schwerpunkte für bestimmte Ladegutformen. Diese Schwerpunkte sind, wie schon erwähnt, das tägliche Grünfütterholen, das Heuaufladen, das Rübenblattaufladen und auch häufig bereits die Bergung von Mäh-drescherstroh. Mit diesen Materialien allein hat der Ladewagen schon außergewöhnliche Möglichkeiten.

Auch Strohbergung muß berücksichtigt werden

In diesem Zusammenhang ist auf die zunehmende Bedeutung des Strohbergeproblems für alle Berge-

maschinen hinzuweisen. Solange das Getreide mit Bindemähern gebunden und als Garbe eingebracht wurde und auch noch zur Zeit des Mäh-dreschers mit angebauter Stroh-presse war die Strohbergung hundertprozentig Handarbeit.

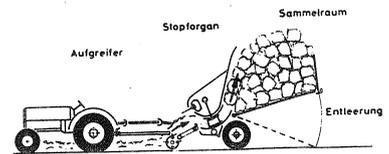
Heute führt sich das zweigeteilte Mäh-drescherverfahren ein — man kann sagen gottlob —, denn man kann damit wesentlich bessere Strohqualitäten erreichen. Im Herbst sind heute schon häufig — soweit das Auge reicht — Strohschwaden auf den Feldern zu sehen, die in irgendeiner Form maschinell geladen werden müssen.

Das wird sehr bald ein großes zusätzliches maschinelles Ladevolumen ergeben. Das Verbleiben des kurzgeschnittenen Strohs auf dem Acker und das nachfolgende Einpflügen vermindern zwar die notwendige Bergeleistung. Aber es macht derzeit nach Schätzungen erst 5 % aus, wird sich allerdings ausdehnen und kann bis zu 25 % erreichen. Dies abgerechnet, verbleibt immer noch ein Bergevolumen von mehreren Millionen Tonnen, in das sich die auf Abbildung 2 gezeigten Bergeverfahren, Presse, Feldhäckslers, Ladewagen irgendwie teilen werden.

Wir beobachten übrigens zur Zeit hinsichtlich des Feldhäckslers im Münchner Raum, daß Betriebe, die als Getreide-Futterbaubetriebe für ihre Silagetechnik und den Silomais sowieso die volle Feldhäckslerkette besitzen, auch ihr Stroh in zunehmendem Maß mit Großfeldhäckslern bergen, weil alle anderen Verfahren keine so konsequente Einmannarbeit ermöglichen und gleichzeitig später die Stallarbeit so merkbar entlasten.

Die Strohbergung läuft dabei „nebenher“ und kann auf mehrere Wochen verteilt werden. Im Gegensatz zu hoher Schlagkraft bei der Silobefüllung ist hier also Eile nicht so sehr geboten. Die Hauptsache, die Strohbergung kann von einem einzigen Mann bewältigt werden. Bei dem in der Abbildung 2 dargestellten Verfah-

1934



1966

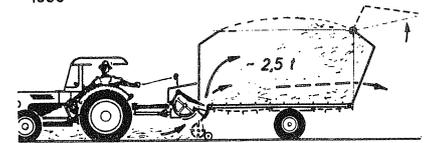


Abb. 4: Ganz ähnlich in der Funktion und den Bauelementen Aufgreifer, Stopforgan, Sammelraum und Entleerung sind die Aufsammel-presse mit Stauraum des Jahres 1934 und der Ladewagen von 1966. Oben die Sammelpresse von Claas mit Sammelrutsche für Heu und Stroh, unten ein Ladewagen mit Aufgreifer, Stopforgan, Sammelraum und Entleerung

ren ist das möglich. Für kleinere und mittlere Betriebe kann aber auch der Ladewagen für die Strohbergung einen bedeutenden Abnehmerkreis finden. Diese Entwicklung bahnt sich zur Zeit bereits an.

Ladewagen hatte Vorläufer

Zwei kurze Nebenbemerkungen seien nun gestattet: Die erste Nebenbemerkung beschäftigt sich mit der Vergangenheit. Wenn wir den Ladewagen in unseren Darstellungen so ansehen, so ist er eigentlich ein so selbstverständliches, organisches und nützliches Gerät, daß man sich fragen muß, warum — bei der Aktivität der heutigen Landtechnik — eine so praktische Maschine erst im Jahr 1960 erfunden wurde.

Hatte der Ladewagen Vorläufer?

Die Geschichte des Ladewagens reicht nicht sehr weit zurück und auch in der Patentliteratur ist außer den bekannten — und befiedelten — Weichelpatenten und einigen Vorläufern wenig zu finden. Wie nahe die Dinge entwicklungsgeschichtlich und patentrechtlich manchmal beieinanderliegen, sei am Beispiel einer Sammelpresse mit Laderaum erläutert, an deren Entwicklung ich beteiligt war. Die Abbildung 3 zeigt ein altes Bild aus dem Jahre 1936. Eine Sammelpresse von Claas, irgendwo im Pariser Becken beim Sammeln von Mäh-drescherstroh. Bei näherem Hinsehen erkennt man, daß dieses Gerät schon eine Reihe von technischen Funktionen des heutigen Ladewagens in sich vereinigte, nämlich vorn aufgreifen, einen Laderaum vollstopfen und nach hinten abladen. Das Gerät war einachsiger und zapfwellenbetrieben; es lief neben dem Schlepper her. Es war dazu bestimmt, Stroh-, aber auch Heu-„Berge“ zu sammeln, am Feldrand abzusetzen und so das Feld freizumachen. In der Gegenüberstellung der Abbildung 4 sieht man noch deutlicher, daß in dieser Vorrichtung eigentlich alles vereinigt war, was auch heute einen einachsigen Ladewagen kennzeich-

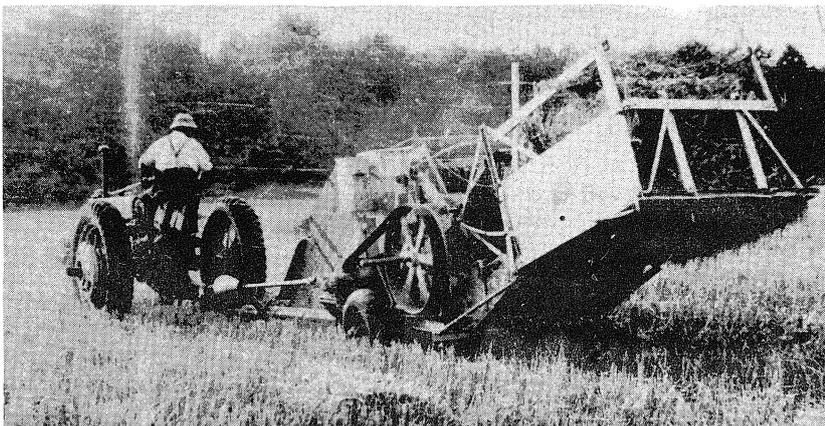


Abb. 3: Aufsammel-Presse von Claas mit Stauraum beim Strohsammeln im Jahre 1936

net: Aufnehmen, Stopfen, Laderaum, Entleerung — allerdings noch nicht mechanisch, sondern nur mit einer Fallklappe. Die Schlepperkraft — über die Zapfwelle — wurde benutzt, um geschwadetes Halmgut aufzugreifen, einen Stauraum damit zu befüllen und später wieder zu entladen. Es soll nun mit diesem Hinweis in keiner Weise die erfinderische Leistung des Ladewagens geschmälert werden. Entwicklungsgeschichtlich ist es aber doch interessant, daß hier Dinge schon vor dreißig Jahren in ihren Anfängen sehr nahe an eine später eingetretene große Entwicklung herankamen und dennoch — vielleicht weil die Zeit dafür nicht reif war oder ein Weltkrieg ausbrach oder der letzte I-Punkt doch fehlte — nicht wirklich zum Erfolg kommen konnten.

Einer dieser I-Punkte, der damals fehlte und den heute der Ladewagen hat, ist die sogenannte Kratzerkette, die den Ladewagen-Boden bestreicht und bekanntlich beim Ladewagen eine Doppelfunktion hat, nämlich dem Stopforgan die Arbeit während des Füllvorganges — durch langsames Zurücklaufen — zu erleichtern und beim Entladen — durch schnelles Zurücklaufen — die Entleerung herbeizuführen. Primitive Kratzerketten hatten US-Stallungstreuer schon um 1925, aber erst durch die deutsche Stallungstreuer-Entwicklung zwischen 1950 und 1960 war diese Kratzerkette soweit perfekt durchgebildet, schaltbar und betriebssicher, daß sie als sicheres Bauelement dem Ladewagen zur Verfügung stand. Auch daß man kurz vorher gelernt hatte, zapfwellengetriebene Landmaschinen nicht mehr an der Ackerschleife oder der Dreipunkt-Aufhängung anzuhängen, sondern in der Ackerwagen-Kupplung des Schleppers, kam dem Ladewagen zustatten; er konnte dadurch wesentlich sicherer betrieben werden. Auch daß wirklich betriebssichere Zapfwellen-Übertragungen gut geschützt und genormt ab 1955 — erhärtet an tausenden von anderen Zapfwellen-Landmaschinen — zur Verfügung standen, war für die Ladewagen-Einführung in der Praxis günstig. So sieht man, daß für landtechnische Neuerungen der allgemeine Entwicklungsstand höchst wichtig ist und häufig Bauelemente zu neuen Formen zusammengefügt werden können, die ganz anderen Gebieten der Technik entstammen.

Das ist entwicklungsgeschichtlich interessant und sollte daher hier erwähnt sein.

Hat der Ladewagen Zukunft?

Die zweite Nebenbemerkung geht in die Zukunft. Häufig wird gefragt: wie wird es mit Ladewagen weitergehen? Werden unter Umständen ganz neue Konkurrenzverfahren entwickelt? In diesem Zusammenhang wurde häufig von der Brikettie-

rung gesprochen und große Hoffnungen angemeldet. Artikel erschienen mit der Überschrift: „Sind die Silos überholt?“ und ähnlich. Deswegen auch hierzu einige Worte aus unserer Sicht:

Brikettieren ist zunächst technisch: „Hohes Verdichten“ und „Würfel herstellen“.

Nach dem neuesten Stand der Dinge kann man durch Wickeln oder Zusammenrehen von Heu und Welkgut zu stark verdichteten Strängen oder Tauen einen sehr hohen Verdichtungsgrad von etwa 550 kg/cbm mit erträglichem Kraftbedarf erreichen, während die stärksten Hochdruckpressen nur auf 150 kg/cbm kommen. Hierauf stützen sich die Hoffnungen. Man stellt sich weiter vor, daß in einer Maschine nebeneinander etwa drei bis sechs Heu- oder Welgutschwadern durch Walzen zu Tauen zusammengedreht werden, nach oben gelangen und dann — um die Briketts von Faustgröße zu erhalten — von einem „Hacker“, also einer Häckselvorrichtung, in die nötigen Brikettlängen von etwa 5 cm zerhackt werden.

Zum Verständnis kann auch nochmals die Abbildung 2 (1) und (2) herangezogen werden. Brikettieren ist demnach eine Vereinigung von Hochdruckpressen und Häckseln, also die Herstellung von hochkomprimiertem Schüttgut mit allen seinen dadurch für den Transport und die Fütterung erreichbaren Vorteilen. So gesehen ist Brikettieren auch das Gegenteil vom Ladewagenverfahren, wo man das Material weder zu häufig zerschneidet noch zu stark preßt und damit zu den außerordentlich hohen Ladeleistungen kommt.

Daß man dieses hohe Verdichten und das Häckseln aber so ganz ohne beträchtlichen technischen Aufwand erreichen kann, ist kaum anzunehmen. Landwirtschaftlich scheint es ferner wichtig, daß das Brikettieren zwar eine neue Art von Feldtechnik, aber keineswegs — wie manchmal gemeint wird — ein neues Konservierungsverfahren werden kann. Das ist wie folgt zu verstehen:

Wenn die hergestellten Briketts oder Würfel aus feuchtem Heu oder Silage hergestellt sind, dann müssen sie entweder nachgetrocknet oder siliert werden. Man hat also wie bisher die Trocknungs- und Silierprobleme. Werden die Briketts aus trockenem Heu hergestellt, so halten sie zwar auch zusammen, aber man hat vor der Brikettierung genau dieselben Probleme, die heute auch die Heuernte — eben durch das Wetterrisiko — so stark belasten.

Es scheint also doch etwas voreilig zu sein, durch sensationelle Artikel die Landwirtschaft zu beunruhigen. Alle Fachleute sind sich klar über die Schwierigkeiten dieses Verfahrens

und auch über die Zeiträume, die eine solche Entwicklung benötigen wird. Daß hochkomprimiertes Schüttgut im Stall wahrscheinlich neue arbeitssparende Fütterungsmethoden ermöglichen würde, ist nicht zu bezweifeln. Daher ist es zweifellos richtig, diese Dinge technisch weiter zu verfolgen. Daß aber die Brikettierung bei uns — auch wenn sie in den USA schon angewendet wird — schnell die Futterernte so stark ändert wie etwa der Ladewagen, ist zur Zeit völlig außerhalb aller nüchterner Überlegungen.

Wie hoch kann die Bergeleistung des Gesamtverfahrens sein?

Hier ist nun noch ein besonders wichtiger Punkt zu betrachten: Die Einordnung verschiedener Lademaschinen in die eigentlichen Gesamtbergeverfahren (also zum Beispiel die Zuordnung des Ladewagens zum Gebläsehäcksler, zum Zangengreifer, zum Tiefsilo oder die Zuordnung des Feldhäckslers zu Dosiertischen und dergleichen). Hierzu sei die Abbildung 5 gebracht, welche die technische Feldeistung der einzelnen Bergemaschinen (TL), die landwirtschaftliche Leistung (LL) sowie die sich alles in allem ergebende und für den Landwirt entscheidende Bergeleistung des Gesamtverfahrens (BL) vom Feld bis zum Lagerort in Tonnen je Stunde zeigt.

Den in der Abbildung 5 genannten Zahlen liegen Berechnungen einer im Institut für Wirtschaftslehre des Landbaues und dem Institut für Landtechnik, Weißenstephan, durchgeführten Untersuchung über „Kosten der Silagebereitung“ zugrunde“. Aus der außerordentlich großen Zahl der möglichen Varianten sind nur neun typische in der Abbildung 5 gezeigt. Auf die der Darstellung beigegebenen Texte wird verwiesen. Eine Erläuterung im einzelnen ist hier nicht möglich. Allgemein dürfte aber daraus folgendes anschaulich werden: Die technische Leistung (TL) interessiert den Konstrukteur, denn hier nach muß er die Förderorgane und andere Einzelteile seiner Maschine bemessen. Sie ist meist sehr groß. Die landwirtschaftliche Leistung (LL) der einzelnen Glieder interessiert den Landwirt. Sie schließt normale Aufenthalte wie Leerfahrten und ähnliches ein. Sie ist natürlich schon wesentlich kleiner, erreicht oft nur die Hälfte. Die erreichbare Bergeleistung (BL) des Gesamtverfahrens dagegen ist diejenige, die sich für die Gesamtbergung vom Feld zum Einlagerungsort ergibt und mit welcher der Landwirt rechnen kann, wenn der Betrieb glatt läuft. Sie ist manchmal nur ein Fünftel bis ein Zehntel der technischen momentanen Feldeistung. Auch für diese Bergeleistung wird es im praktischen Betrieb noch Abstriche — sogenannte Reibungsfaktoren — geben, die aber in

jedem Betrieb anders aussehen und daher nicht erfassbar sind. Klar wird aber, daß — auch bei glattstem Ablauf — die Bergeleistung nur einen kleinen Teil der außergewöhnlichen Feldleistungen umfassen kann. (So zum Beispiel die Abbildung 5 (1), wo von 30 t/h TL nur 3—4 t/h BL übrig bleiben.) Klar wird auch, daß jedes Verfahren mehr oder weniger große „Nadelöhre“ aufweist, die es aufzuweiten gilt, und daß es auf eine gewisse Ausgewogenheit zwischen Feldtechnik und Abladetechnik ankommt, um gute Gesamtleistungen zu erzielen.

Die Abbildung 5 zeigt im übrigen in ihrem oberen Teil Verfahren der Hochsilobefüllung, in den vier unteren Bildern Verfahren der Flachsilobefüllung. Auch hier ist ein „Nadelöhr“ durch die Notwendigkeit des Festwalzens (6) und (8) während der Befüllung vorhanden. Nur der selten anzutreffende Tiefsilo (9) hätte hier kein Nadelöhr.

Die Feststellungen beziehen sich auf Anweilgut mit 33% TM, 1000 m Feldentfernung und 120 dz/ha Ertrag. Näheres enthält die erwähnte Dissertation*).

Zusammenfassung

Wenn man die derzeitige Stellung des Ladewagens im Vergleich zu anderen Halmfruchtbergeverfahren zusammenfassend betrachtet, so ist zu sagen, daß zunächst die Ballenlinie in Zukunft voraussichtlich den schwersten Stand gegenüber dem Ladewagen haben wird. Die große Verdichtung und damit Wagenausnutzung, die Gewöhnung an den Ballen, die Lagerung des Ballens im Betrieb spricht für sie, ebenso ist sie für den Strohverkauf durch andere Verfahren nicht zu ersetzen. Aber die Ballenlinie sollte etwas zu ihrer Verbesserung tun. Hierzu gibt es eine Reihe von Möglichkeiten: Vereinfachte Ballenschleudern oder Wagenfüllvorrichtungen, die Zusammenarbeit der Pressen vermehrt mit selbstabladenden Wagen; als Folgegerät praktische handliche Ballenförderer auf dem Hof oder auch die Verschmelzung der Sammelpresse mit einem Laderaum.

Für die Häcksellinie — obwohl sie zur Zeit große Einbußen hat — scheinen die Aussichten besser, weil sie auf die Dauer die gradlinigste Mechanisierung mit Schüttgut durch den ganzen Betrieb ermöglicht, am Anfang der Kette

*) Dissertation von Landw.-Ass. T. Grimm, Weihenstephan.

Abb. 5: Bergeleistungen bei verschiedenen Verfahren der Silofutter-Ernte. TL = Technische Leistung; LL = Landwirtschaftliche Leistung der einzelnen Glieder; BL = Bergeleistung des gesamten Verfahrens in Tonnen je Stunde

<p>① Schneid-Ladewagen „gebrochene Linie“</p> <p>35 PS 15-30 PS</p>	<p>BL: 1 AK 3-4 t/h</p> <hr/> <p>2 AK 6-8 t/h</p>
<p>② Ladewagen</p> <p>30 PS Schnellentleerung</p>	<p>BL: 2 AK 5,5 t/h</p>
<p>③ Feldhäcksler 40-80 PS</p> <p>40-80 PS 30-50 PS</p>	<p>BL: 1 Automatikwagen 1 Schlepper 4 t/h</p> <hr/> <p>2 Wagen + 2 Schlepper 11 t/h</p>
<p>④ Großfeldhäcksler 80 PS</p> <p>80 PS Dosiertisch</p>	<p>BL: 2,5 AK 16 t/h</p>
<p>⑤</p>	<p>BL: 1 AK 1,5 t/h</p> <p>Bemerkung: nur bis 500 m Feldentfernung, nicht geschnitten</p>
<p>⑥ Schneid-Ladewagen</p> <p>35 PS Walzschlepper</p>	<p>BL: 2 Schlepper 2 AK 5,2 t/h mit Abdecken</p>
<p>⑦ Schneid-Ladewagen</p> <p>35 PS Fahr- u. Kammer-Silos</p>	<p>BL: 1 Schlepper 1 AK 2,3 t/h</p> <hr/> <p>2 Schlepper 2 AK 4,6 t/h</p>
<p>⑧ Feldhäcksler (Umhänge-Verfahren)</p> <p>40 PS</p>	<p>BL: 2 Wagen 3 Schlepper 3 AK 6,3 t/h</p>
<p>⑨ Schneid-Ladewagen</p> <p>35 PS</p>	<p>BL: 1 Schlepper 1 AK 6 t/h</p> <hr/> <p>2 Ladewagen 2 AK 12 t/h</p>
<p>Unterstellungen</p> <p>Feldentfernung 1000 m Anweilgrad 33% TM Ertrag 120 dz/ha</p> <p style="text-align: right;">Tiefsilo</p>	

schneidet und weil sie als „feste Burg“ den Silomais für sich hat. Aber auch bei ihr kann vieles verbessert werden: Man kann sogar sagen, daß sie eine Reihe von „Sünden“ in der Vergangenheit begangen hat, die ihr zur Zeit sehr abträglich sind. Die Häckselmesser waren nicht in montiertem Zustand schleifbar und mußten mühsam ausgebaut werden, die Häckslers waren nicht steinsicher und neigten zu Störungen und nur in seltenen Fällen wurde ein Automatik-Wagen oder wenigstens ein selbstladender Stallmiststreuer an den Häckslers angehängt, sondern in der Mehrzahl ganz einfache Plattformwagen, die von Hand in ein Gebläse entleert

wurden, was natürlich wenig wirkliche Arbeitersparnis ergab. Auch bei der Häcksellinie sollte man an der Kompaktbauweise arbeiten, wie es die Vorschläge von Mengele und Speiser auf der Frankfurter DLG-Ausstellung bereits zeigten.

Der Ladewagen dagegen hat alles in allem — wenn wir die Sammelpresse als ein sehr gutes Trockenbergungsverfahren bezeichnen und den Feldhäckslers vornehmlich als eine Siliermaschine (mit einem neuen Schwerpunkt bei der Strohbergung) — die größte allgemeine Einsatzmöglichkeit, wobei lediglich der Silomais auszunehmen ist. Tägliches Grünfütterholen, Einsatz in der Heu- und Stroh-

ernte, für die Rübenblattbergung, die großen Leistungen und das Stopfvermögen, die kompakte Bauart sind schon heute augenscheinliche Pluspunkte. Wenn somit der Ladewagen noch verschiedene Verbesserungen in der Arbeitskette erreicht hat — und hieran wird ja sehr aktiv gearbeitet —, so hat er nicht nur wie schon jetzt im Kleinst- und vor allem Grünlandbetrieb, sondern auch in vielen Gemischtbetrieben sicher für viele Jahre seinen festen Platz in unseren Bemühungen um eine vernünftige Mechanisierung aller Bergearbeiten. Er ist somit — summa summarum — eine höchst erfreuliche und willkommene Neuerscheinung der Landtechnik.

MITTEILUNGEN

der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft

Sonderdruck, 80. Jahrgang, Seite 279—281, 1965

Mechanisierung der Körnermais-Ernte

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. W. G. Brenner, Weihenstephan¹⁾

Heute wird der Körnermais auch in Europa auf immer mehr Flächen angebaut, er wird zur Zeit von vielen Betrieben, die bisher nicht dafür in Frage gekommen sind, erörtert. Dies hat vor allem drei Gründe:

1. Die erfolgreiche Hybridmaiszüchtung²⁾
2. Die Möglichkeit einer arbeitsparenden Mechanisierung.
3. Die Nachbehandlung des feucht gedroschenen Maises durch heizölbetriebene verbesserte Trocknungsanlagen oder neuartige Silierverfahren.

Erste Bemühungen vor dreißig Jahren . . .

Während man bisher im allgemeinen mit „Körnermais“ die Vorstellung von heißem Sommerklima etwa des Balkans und großem Handarbeitsaufwand verbunden hat, wird man in Zukunft zweifellos umdenken müssen. In Deutschland wurden — die Älteren erinnern sich — schon in den Jahren 1936 bis 1940 erhebliche Anstrengungen für die Einführung des Körnermaises gemacht, in Ostdeutschland und Schlesien wurden auch gewisse Erfolge damit erzielt. Damals waren jedoch weder die jetzigen Hybridmaise noch die neuen Ernteverfahren vorhanden, die allgemeinen Vorbedingungen also wesentlich ungünstiger.

Man wird auch umdenken müssen in bezug auf die anzuwendenden Ernteverfahren; denn nicht mehr der Kolbenpflücker, der den Maisanbau im Corn-Belt der USA groß machte und dort zusammen mit dem Trockenschuppenverfahren bis vor kurzem „Standard“ war, sondern neue Direktverfahren werden das Feld beherrschen. Verfahren, die den Mais gleich am Feld ausdreschen und die die Frucht dann entweder durch Trocknung oder Silierung entsprechend nachbehandeln.

Das ist das Wesentliche dieser neuen Verfahren

Mögen in besonders warmen Lagen, bei uns zum Beispiel in Südbaden, wo der Körnermais- und Saatmaisbau schon immer seßhaft war, auch in der Zukunft noch da und dort

Picker- und Trockenschuppen angebracht sein, für die neu hinzukommenden Gebiete und Betriebe, die nur Konsummais herstellen, ist es zweifellos richtig, gleich die Direktverfahren anzusteuern. In dieser Richtung ist es bemerkenswert, daß sich auch in den USA in den letzten 10 Jahren eine außerordentliche Umstellung auf diese Direktverfahren mit folgender Trocknung angebahnt hat, derart, daß heute bereits 25% der gewaltigen Anbaufläche der USA von 25 Mill. ha mit diesem Direktverfahren und nicht mehr mit dem Picker-Trockenschuppen-Verfahren geerntet werden. Ähnliche Tendenzen zeigen sich in Frankreich und auch in Österreich Früherer Erntebeginn, Unabhängigkeit von Witterungseinflüssen, längere Ausnützung der Maschinen und geringere Verluste sowie Arbeitersparnisse sind die Punkte, die ähnlich wie bei uns auch dort festgestellt werden.

Solche Direktverfahren, die Korn und nicht Kolben anliefern, sind heute anwendbar, weil die Tierernährung für Fütterungszwecke das hochwertige Korn, nicht den mit Spindeln behafteten Kolben fordert!

An Direktverfahren lassen sich die folgenden benennen (auf die beiliegenden Bilder und Darstellungen sowie auf die dazugehörigen Texte wird besonders verwiesen!):

1 Das Pflückreblerverfahren, bei dem eine Körnermaisrebelmaschine fahrbar mit ein oder zwei vorgeetzten Pflückvorsätzen kombiniert wird. Abbildung 1 zeigt solche schon seit mehreren Jahren auch bei uns bekannten Pflückrebler, teilweise auf Unimog oder Geräteträger gesetzt, teilweise angehängt, wodurch eine Maschine entsteht, wie sie einem Zapfwellermähdrescher mit Korntank entspricht. Besonders die zweite Ausführung ist für Betriebe, die die nötigen Maisanbauflächen haben, interessant und in der Praxis eingeführt. Die gedroschene Kornqualität solcher Spezialmaschinen ist als besonders gut anzusprechen.

Sowohl die Pflückdrescher als auch die Mähdrescher gehen dagegen von der Überlegung aus, die in der Getreideernte sowieso vorhandenen Maschinen, also Mähdrescher, auch für den Körnermais brauchbar zu machen.

2 Pflückdrusch, das heißt Kombinationen von Dreschteil eines selbstfahrenden Mähdreschers mit vorgeetzten zwei- oder dreireihigen Pflückern, sind in USA

¹⁾ Auszug aus einem Vortrag, gehalten zur Tagung des Maiskomiteés am 21. 10. 1964 in Straubing

²⁾ Nach US-Angaben bringen die für die Hybridmaiszüchtung seinerzeit ausgebenen Summen heute etwa jährlich das 75fache wieder ein. Allein in den USA wird damit ein Mehrertrag von 19 Millionen t im Jahr erzielt, der US-Durchschnittsertrag hat sich von 23 dz/ha (1943) auf 43 dz/ha 1963 steigern lassen



Abb. 1: Pflückrebler auf Unimog oder rückwärts fahrendem Geräteträger sowie angehängte zweireihige Maschine für Großbetriebe. Hersteller: Eicher-Geringhoff, Unimog-Geringhoff, Rivierre-Casalis.

seit etwa 10 Jahren bekannt und haben dort die große Umstellung bewirkt.

3 Mähdrusch, Kombinationen vom Dreschteil eines Mähdreschers mit Mäheinrichtungen, wobei der Körnermais wie Getreide behandelt wird— die ganze Pflanze wird gemäht und geht durch den Mähdrescher —, was einerseits nur einen einzigen Arbeitsgang möglich macht, aber auch beträchtliche Strohbelastungen nach sich zieht, aber alles in allem mit den europäischen Bauarten der Mähdrescher mit großen Schüttel- und Siebflächen im Standardfall doch recht befriedigend zu bewerkstelligen ist. Abbildung 3a zeigt einen gezogenen Mähdrescher mit derartigem Maisvorsatz, einreihig, Abbildung 3 b einen selbstfahrenden Mähdrescher mit zum Beispiel dreireihigem Maismäherwerk, wobei die Notwendigkeit, auch bei der Reihenfrucht Körnermais sauber frontschneiden zu können, bei unserer Reihentfernung (rund 75 cm) mindestens ein dreireihiges Maismä- oder Pflückaggregat erforderlich macht (Abb. 4).

Umbau der Mähdrescher

Sowohl für den Pflück- als auch für den Mähdrusch war es von ausschlaggebender Bedeutung, daß die Drescheinrichtung jedes Mähdreschers mit herabgesetzter Trommeldrehzahl verhältnismäßig gut mit den ankommenden feuchten, grobkörnigen Kolben fertig wird und daß somit aus jedem Mähdrescher durch Ausrüstung mit entsprechenden Pflück- oder Schneidvorsätzen sowie kleineren Anpassungen eine leistungsfähige Erntemaschine auch für den Mais wird.

Besonders vorteilhaft erweist sich bei uns, daß der Körnermais nach der Haupternte eine zusätzliche Ausnutzung der Mähdrescher ergeben kann. Aus Frankreich wird bekannt, daß es dort bei Lohndreschern bereits üblich ist, zunächst 200 bis 300 ha Getreide und dann nochmals 150 ha Körnermais mit selbstfahrenden Mähdreschern zu ernten. Auch im süddeutschen Raum sind bei Lohndreschern 200 ha Getreide und 100 ha Körnermais bekannt-

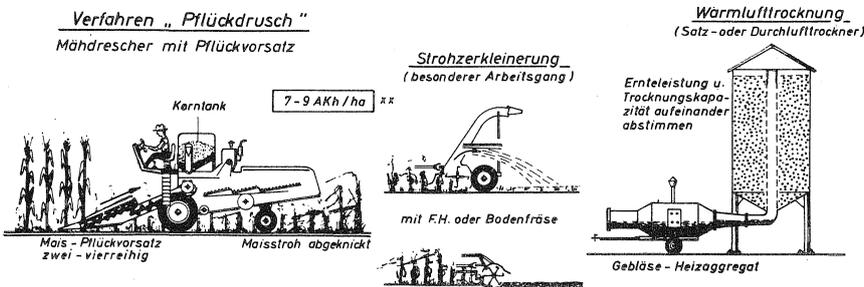
geworden, wobei die Lohndreschergebühren für Getreide bei 120 bis 160 DM je ha, bei Körnermais 240 DM je ha betragen. Man kann hieraus auch berechnen, daß bei solchen Kampagneleistungen holte Bruttoerlöse eingehen, die aber auch unbedingt notwendig sind, um die verhältnismäßig teuren Maschinen amortisieren zu können.

Wie witterungsunempfindlich die Körnermaisernte heute bereits geworden ist, zeigte sich ein Druckvoll bei einer Vorführung des Deutschen Maiskomitees im Straubinger Gebiet am 21. 10. 1964, wo bei strömendem Regen und in morastigen Böden die Maschinen noch lange ungehindert an der Arbeit blieben und zwar feuchten, aber doch immerhin sehr gut gedroschenen und gereinigten Körnermais in die Tanks und in die nachfolgenden Trocknungsanlagen abliefern. So ungünstig diese Regengüsse waren: Nichts hätte den rund 2000 anwesenden Landwirten besser die Wettertüchtigkeit der heutigen Maschinen beweisen können.

Wichtigkeit des Frontschnittes.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß bei der Reihenfrucht Körnermais der Frontschnitt besonders wichtig ist, weil damit aus großen Feldern Gassen herausgeschnitten werden können und selbst kleinste Felder ohne anzumähen und ohne aufwendige Handarbeit geerntet werden können. Sollte der Körnermais also zum Beispiel nach Unterfranken, wo es viel zersplitterte Landwirtschaft gibt, aber ein klimatisch günstiges Klima für den Körnermais vorhanden ist, vordringen, so sind nur frontschneidende Maschinen vorteilhaft. Allerdings müssen sie, wie die Abbildung zeigt, die ganze Maschinenbreite überdecken, so daß sich bei unseren Reihenabständen eine Mindestbreite von drei Reihen ergibt.

Also wird ein verhältnismäßig großer Aufwand nicht nur im bezug auf die Mäh- oder Pflückeinrichtungen, sondern auch auf die nachfolgenden Drescheinrichtungen notwendig werden. Auch hier müßten die kleinsten Felder mit den größten und kompliziertesten Maschinen geerntet werden, ähnlich wie dies beim selbstfahrenden Mähdrescher bei Getreide der Fall war. Gemeinschaftlicher Einsatz oder Einsatz von Lohndreschern lösen diese Schwierigkeiten. Diese Formen haben sich da und dort schon eingeführt. Alles in allem sind also heute schon recht beachtliche Ergebnisse in bezug auf die Mechanisierung der Körnermaisernte erreicht worden, die auch ganz klar andeuten, wohin die weitere Entwicklung gehen wird. Auch in bezug auf die häufig befürcht-



xx Für die Vollernte bis zum Hof (ohne Silierung oder Trocknung)

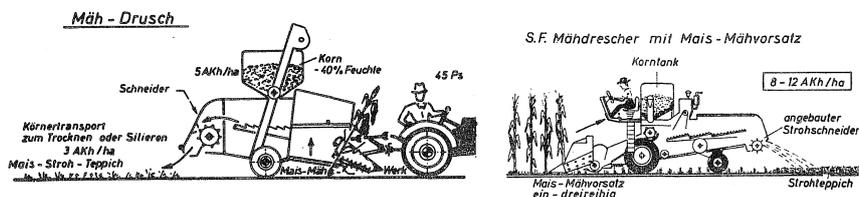


Abb 2 (oben): Pflückdrescher mit drei- bis vierreihigem Pflückvorsatz am Selbstfahrer. Zweiter Arbeitsgang für das Stroh schlagen mit Schlegel-Feidhäckler, nachfolgende Trocknung des etwa 40% feuchten Maises. Arbeitsaufwand bei 10 Arbeitsstunden je ha. Zum Vergleich: Kolbenpicker und Trockenschuppenverfahren etwa 30 Arbeitsstunden je ha. Hersteller: John Deere, IHC, Massey-Ferguson, Fahr-Clayson-Rivierre-Casalis, Claas-Geringhoff und andere

Abb. 3 (unten): Mähdrescher gezogen — einreihiges Maisgebüß vor angehängtem Mähdrescher Selbstfahrender Mähdrescher mit dreireihigem Maismähvorsatz und anschließendem Strohschneiden und Verteilen auf das Feld in Strohteppich. Nachfolgend häufig Silierung.

Abb. 4 (links): Wirklicher Frontschnitt ist bei der Reihenfrucht Mais zum „Gassenschneiden“ in großen Schlägen und zum arbeitssparenden Ernteaufkleinern kleinerer Felder besonders wichtig. Selbstfahrende Mähdrescher brauchen dazu — bei unserem Reihenabstand von rund 75 cm — mindestens dreireihige Mäh- oder Pflückvorsätze.

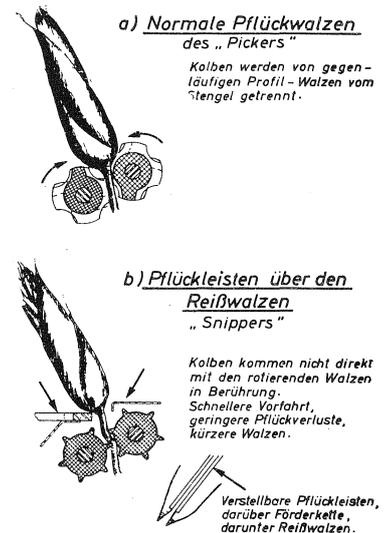
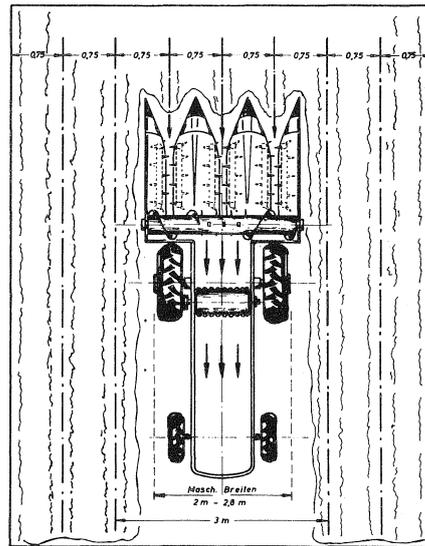
Abb. 5 (rechts): Gegenüberstellung der beim Picker üblichen Pflückwalzen und der für Pflückrebler und -drescher zur Zeit immer mehr verwendeten Pflückschienen und Reißwalzen. Abbildungen: Verfasser (5)

teten Abnutzungserscheinungen an Körben, Wendetrommeln, Tüchern usw. sieht man heute schon etwas klarer und glaubt, sie beherrschen zu können. Der meiste Körnermais wird bei uns durch Mähdrusch verarbeitet, und zwar sowohl durch angehängte als auch durch selbstfahrende Mähdrescher. Es ist aber denkbar, daß sich auch das Pflückdruschverfahren, also das Vorsetzen von Pflückeinrichtungen an Mähdreschern, einführt und für besondere Fälle Vorteile bietet (Abb. 2). Der größte Nachteil der Pflückeinrichtungen ist vorderhand ihr fast unerschwinglich hoher Preis. So kostet ein vierreihiger Pflückvorsatz rund 23 000 DM, während ein dreireihiger Mähvorsatz immerhin nur 6200 DM kostet. Einreihige Mähvorsätze sind bereits unter 1000 DM zu haben. Falls es gelingen sollte, Pflückvorsätze durch die sogenannte Reiß- und Pflückschienen zu erleichtern und zu verbessern, ist es wahrscheinlich, daß auch bei uns der Pflückdrusch mit Vorteil angewendet werden kann.

Mähdrusch oder Pflückdrusch?

Zur Zeit ist hauptsächlich die Frage umstritten, ob Pflückdrusch oder Mähdrusch für die Zukunft unseres Körnerbaues das Richtige ist; sie wird sowohl bei den Herstellerfirmen als auch bei den Lohndreschern und Anwendern stark erörtert. Die Vor- und Nachteile sind recht ausgeglichen. Beim Pflückdrusch werden die Dreschorgane nur mit den Kolben belastet und dadurch die Leistungen höher und die Reinheit des gedroschenen Gutes größer. Die Frucht bleibt auch etwas trockener und die inneren Organe des Dreschers sind sauberer. Als Nachteil des Pflückdrusches hat zu gelten, daß die Strohrückstände bei uns im allgemeinen mit einem Schlegelfeldhäcksler im zweiten Arbeitsgang verarbeitet werden müssen, um eine gute Verrottung und Einbringung durch die bei uns vorhandenen Scharpflüge — in Amerika Scheibenpflüge — zu sichern. Der größte Nachteil ist der hohe Preis, wobei zu berücksichtigen ist, daß wir durch engeren Reihenabstand (75 cm) mehr brauchen als zum Beispiel in den USA.

Gegenüber Mähvorsätzen werden Pflückvorsätze immer etwa doppelt so teuer und doppelt so schwer sein. Beim Mähdrusch wird dagegen von den Anwendern immer wie-



der der einzige Arbeitsgang als vorteilhaft hervorgehoben, wobei man sich andererseits klar darüber sein muß, daß die Strohzerkleinerung dabei einen erheblichen Einsatz von PS-Stärken notwendig macht. Strohschneider für große Leistungen sind heute nicht mit 5 oder 10 PS, sondern eben nur mit 30 PS sicher zu betreiben. Aber nur Großmähdrescher, die heute mit 60 bis 90 PS Aufbaumotoren ausgerüstet werden, haben diese PS zur Verfügung. Man kann vielleicht sagen, daß für besonders langen Körnermais der Pflückdrusch auf die Dauer kommen wird, besonders wenn der erdroschene Mais getrocknet und verkauft werden soll. Für kürzeren Mais und ungleichmäßigen Kolbenansatz dürfte es dagegen möglich sein, den Mais auch in der Zukunft wie Getreide zu behandeln, also die ganze Pflanze zu mähen und durch die Dreschmaschine zu schicken. Vor allem wenn der Mais, wie heute oft üblich, später für die Schweinemast siliert werden soll, spielen gewisse kleinere Verunreinigungen und ein höherer Feuchtigkeitsanteil keine beträchtliche Rolle.

So stellt sich die Mechanisierung der Körnermaisernte heute schon recht günstig dar, und vieles kann bereits als gelöst gelten, vieles ist in bestem Fortgang begriffen. In den vergangenen Jahren stiegen die Körnermaisanbauflächen von 7000 ha auf heute 18 000 ha; es scheint durchaus möglich zu sein, daß wir bald in die 100 000-ha-Grenze beim Körnermais hineinwachsen, wobei vielleicht heute noch die größte Hürde die Trocknung ist, während die technischen Fragen der Ernte an sich mehr oder weniger einer Lösung entgegengehen³⁾.

³⁾ Näheres über den Körnermaibaue ist in den KTL-Arbeitsblättern Nr. F-GE 861, Nr. F-GE 801 zu finden.

der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft

Wandlung im stillen: Entwicklung von Anbau-Schnell-Drillmaschinen

Prof. Dr.-Ing. h. c. W. G. Brenner, Diplomlandwirt
J. Boxberger, Weihenstephan¹⁾

Über eine lange Zeitspanne hinweg — etwa von 1920 bis 1960 — nachdem schon im vergangenen Jahrhundert die Grundform der heutigen Drillmaschine, damals pferdegezogen, gefunden worden war, gab es im Drillmaschinenbau konstruktiv kaum Veränderungen. Während auf anderen Gebieten in den letzten Jahrzehnten technische Investitionen und Verbesserungen größten Stils auf den Betrieben eingeführt wurden, blieb bei der Drillmaschine fast alles beim alten, und Maschinen, die heute 20 bis 30 Jahre alt sind, werden nach wie vor verwendet.

Spezial-Drillmaschinen für verschiedene Früchte

Nur für die Zuckerrüben- und Maisaussaat konnten sich Spezialdrillmaschinen — als Gleichstand- und Einzelkorn-drillgeräte — durchsetzen. Hier ist eine außerordentliche Entwicklung, die zu ganz neuen Formen mit tiefliegenden Einzelsäkästen im Reihenabstand geführt hat, vor sich gegangen. Durch diese Abspaltung wird die Getreidedrillmaschine, von der hier gesprochen werden soll, ebenfalls zu einer Art Spezialmaschine für Getreide, was gewisse Vereinfachungen durch klarere Zweckbestimmung — siehe unten — zuläßt.

Das Säprinzip mit hochliegendem Drillkasten, Saatleitungen und Drillscharen ist auch heute noch — von Sonderkonstruktionen abgesehen — gegeben. Die Gesamtanordnung zum Schlepper dagegen bereitete zunächst beträchtliches Kopfzerbrechen. In einem ersten Abschnitt wurden lediglich der Vorderwagen der Pferdetrillmaschine abgenommen, Spurreißer angebracht und einige Bedienungshebel nach vorne verlegt.

Aber man mußte damit auch einen beträchtlichen Nachteil in Kauf nehmen, denn während bei der Pferdeanspannung, besonders bei kleineren Arbeitsbreiten, die Drillarbeit Einmannarbeit und organisch war, weil der Bedienungsmann — hinter der Maschine hergehend — gleichzeitig die Pferde und die Arbeitsweise seiner Maschine im Auge behalten konnte, mußte für den Schlepperbetrieb der Bedienungsmann nach vorne auf den Schlepper gesetzt werden, und es war plötzlich eine zweite Arbeitskraft notwendig, die auf dem Laufsteg als Bedienungsperson mitfahren mußte. Der organische Aufbau war — ebenso wie bei vielen anderen Landmaschinen-Anordnungen — dadurch, daß man die für den Pferdezug entwickelten Maschinen einfach hinter die Schlepper hängte, empfindlich gestört.

Das war der Grund, warum man besonders für die Drillarbeit für einige Jahre dem Geräteträger Aussicht geben konnte, denn dort war (Abb. 2) die Drillmaschine im Blickfeld des Fahrers, die Einmannarbeit wieder hergestellt.

Neue Richtlinien

Einheitlich anerkannte Richtlinien ergaben sich erst in den letzten Jahren:

- 1 Die Drillmaschinen wurden immer mehr ausschließlich in die Dreipunkthydraulik des Schleppers gebaut und von ihr ausgehoben, was eine geschlossene und sehr wenig Gesamtanordnung ergab.
- 2 Die vorhandenen Schlepper-PS wurden durch größere Arbeitsgeschwindigkeit ausgenutzt.
- 3 Man ging dem Problem, die Drillmaschine wirklich „beobachtungsfrei“ zu machen, ernstlich zu Leibe.

Erleichtert wurde die Aufgabe durch den schon erwähnten Umstand, daß die Säarbeit für Zuckerrüben abgespalten

¹⁾ Landtechnik Weihenstephan.

war, daß man sich also auf die Getreidesaat beschränken konnte.

Das Ergebnis dieser Entwicklung, die sich recht im stillen vollzogen hat, ist heute ein einheitliches Angebot von schleppergerechten, sehr leistungsfähigen Anbau-Schnell-Drillmaschinen.

Einzelheiten

Die Ausnutzung der durch den Schlepper bereitgestellten höheren PS-Stärken, die zur Beschleunigung der Drillarbeit verwendet werden, hätte grundsätzlich auch durch Vergrößerung der Arbeitsbreite erreicht werden können. Maschinen über 3 m sind aber wegen der Straßenverkehrsvorschriften umständlich und außerdem könnten überbreite Drillmaschinen auch kaum mehr von der — bei 500 kg liegenden — maximalen Dreipunkt-Hubkraft des Schleppers ausgehoben werden. So ging die Entwicklung auch bei der Drillmaschine zur Steigerung der Fahrgeschwindigkeit. Während früher mit Pferdeggeschwindigkeit von 3,6 km/h gedreht wurde, manchmal noch langsamer mit etwa 2 km/h — das Säen war da und dort fast eine „heilige Handlung“ und mußte auf das sorgfältigste durchgeführt werden — stiegen die Arbeitsgeschwindigkeiten in den letzten Jahren von 4 auf 6, 8, 10 und 12 km/h Geschwindigkeit, und sind teilweise heute schon bei 16 km/h angelangt! Dies wird für viele unglaublich klingen, aber es ist erwiesen, daß auch sorgfältigst arbeitende Landwirte vielfach schon mit diesen Geschwindigkeiten drillen.

In manchen Fällen, zum Beispiel auf schmierendem Boden oder auf Schotterböden, wird man zwar nicht mit den extrem hohen Geschwindigkeiten fahren können und wollen; 12 km/h scheinen sich aber durchaus zu bewähren und einzubürgern.

Eine Geschwindigkeitserhöhung von zum Beispiel 4 km auf 12 km/h bedeutet aber, daß eine 2,5 m breite Anbau-Schnell-Drillmaschine heute das leistet, was früher eine 7,5 m breite Drillmaschine zuwege brachte. Auch die Arbeitsproduktivität des Bedienungsmannes erhöht sich dadurch, was heute besonders wichtig ist, um das Dreifache.

Der von größeren Betrieben noch heute häufig ausgesprochene Wunsch nach 5 m breiten Drillmaschinen ist daher in den meisten Fällen unbegründet. Eine Drillmaschine von 2,5 m Arbeitsbreite läßt sich bequem am Schlepper anbauen, auf der Straße fahren und verbürgt dennoch genügend große Leistungen. Aus diesem Grund sind Bestrebungen im Gange, die Arbeitsbreite von 2,5 m als „Schwerpunktbreite“, das heißt, als Standardmaß zu liefern, was dem heute so zersplitterten Angebot an Drillmaschinen-Breiten aller Art²⁾ nur gut tun und kostensenkende größere Stückzahlen zulassen würde.

Wie ist diese wesentlich erhöhte Arbeitsgeschwindigkeit technisch verwirklicht worden?

Die Drillschare nur durch Gewichte zu belasten, reicht nicht aus, so daß sich die sogenannten Federdruckschare eingeführt haben, bei denen, wie schon der Name sagt, das Säschar unter Federdruck gehalten wird und die sich dadurch so gründlich in den Boden „einkrallen“, daß bereits Schlepper mit 30 und 35 PS bei mittelschweren Böden und einer Vorfahrt von 12 km ihre volle Leistung abgeben müssen, um die Arbeit zu bewerkstelligen. Die Bereitstellung, aber auch die Ausnutzung der Schlepper-PS ist also vorhanden.

Bei einzelnen Bauarten von Drillmaschinen läßt sich der Federdruck stufenweise einstellen, so daß eine genaue Ab-

²⁾ 1,50 m, 1,75 m, 2 m, 2,10 m, 2,25 m, 2,50 m, 2,55 m, 2,70 m, 2,85 m, 3 m.

Abb. 1: Anbau-Schnell-Drillmaschine mit 2,50 m Arbeitsbreite, Federdruckscharen, Zweistufenaufzug oder Scharstützen, großem Saatkasten und Saatriegel, mit einer Drilleistung bis zu 2 ha je Stunde.



soweit vorhanden — und die Federdruckschare bedienen lassen.

Teilweise wird der Saatkasten auch so tief wie möglich angeordnet, weil die sehr niedrige Lage, ähnlich wie bei der Einzelkornsaat, den Vorteil hat, daß die Teleskopleitungen verkürzt werden, so daß höhere Genauigkeit bei der Aussaat erreicht wird. Lange Saatleitungen beeinträchtigen den Gleichstand.

Ein sogenannter Faldeckel, der der das Nachfüllen nicht behindert, dient als Kastenverschluß. Saatleitungen aus Kunststoff, die Korrosionsschäden verhüten, die die Drillmaschine häufig schon nach einigen Jahren unbrauchbar machten, werden vermehrt angewendet.

stimmung auf die Bodenverhältnisse und die so wichtige gleichmäßige Tiefe der gewünschten Ablage möglich ist.

Man hatte also durch Geschwindigkeitserhöhung die Flächenleistung vervielfacht sowie durch den Anbau und das Ausheben in der Dreipunkt ein kurzes und wendiges Gesamttaggregat gewonnen.

Es bleibt als letzte Aufgabe die wirklich „beobachtungsfreie Drillmaschine“, das heißt, die Entbehrlichkeit des hinten mitfahrenden Laufsteg-Beobachtungsmannes.

Auch in dieser Richtung sind zwei wesentliche Verbesserungen, die ein Verstopfen der Schare sicher verhindern, eingeführt worden, und zwar

Scharstützen oder Zweistufenaufzug.

Bei der zweistufigen Aushebung wird ein Verstopfen der Schare dadurch vermieden, daß beim Einsetzen am Feldrand zunächst die Maschine abgelassen und erst beim Anfahren in den Boden gedrückt wird. Die Schare verstopfen ja meist beim Ablassen der Maschine durch ein leichtes Zurückrollen. Auch die Scharstützen verhindern ein Verstopfen und heben das Schar hoch, falls die Maschine unbeabsichtigt zurückrollen will. Vielfältige praktische Erprobungen und Einsätze haben gezeigt, daß die Saatgutausläufe mit diesen beiden Maßnahmen tatsächlich nicht mehr verstopfen und daher beobachtungsfrei werden.

Weitere Maßnahmen sind:

Saatgutausläufe und Saatkasten sind bequem vom Schlepversitz aus einzusehen. Bedienungshebel sind so gelegt, daß sich ohne Verlassen des Schleppersitzes die Spurreißer —

Natürlich sind bei diesen Schnell-Drillmaschinen auch die ehemaligen großen Holzräder verschwunden und durch kleine luftbereifte Stützräder ersetzt worden.

Der Saatkasten wird im ganzen großvolumiger, nicht breiter, aber bauchiger, wobei allerdings das Gesamtgewicht der Drillmaschine im gefüllten Zustand 500 kg (Hubkraft der Hydraulik) nicht überschreiten darf. Weitere Vereinfachungen werden dadurch erreichbar, daß man wieder mehr zur Schubradsämaschine übergeht, die sich gegenüber der — mit 72 Gängen ausgestatteten — Nockensämaschine leichter, einfacher und billiger baut.

So sind zusammenfassend folgende Hauptkennzeichen bei derartigen heute auf dem Markt befindlichen Anbau-Schnell-Drillmaschinen vorhanden: Handlichkeit, schmale Bauarten für hohe Geschwindigkeiten, Federdruckschare, Zweistufenaufzug und Beobachtungsfreiheit, woraus sich für die praktische Anwendung ein wirklich echter und erfreulicher landtechnischer Fortschritt ergibt.



Abb. 3: Höhere Geschwindigkeiten, durch die die Ausnutzung der Schlepperleistung erst ermöglicht wurde, erfordern eine größere Belastung der Säschare. Diese Belastung wird dadurch erreicht, daß die Schare einzeln in den Boden gedrückt werden.

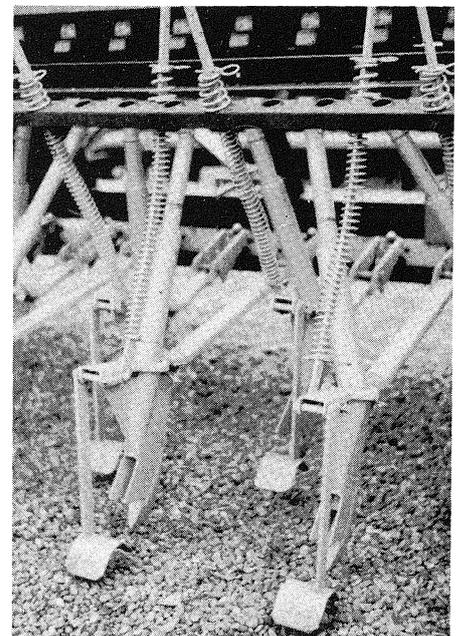


Abb. 2: Der Geräteträger läßt bei gleicher Arbeitsbreite eine Kombination der Arbeitsgänge Düngen und Drillen zu. Dabei liegt die herkömmliche Drillmaschine im Blickfeld des Fahrers.

Aufnahmen: Verfasser (3)

Abt. Landwirtschaftl. Bauwesen

Leiter: Hochsch.-Doz. Dr. H. Eichhorn, wiss. Rat

wiss. Mitarbeiter: Dipl.-Ldw. Th. Thorwarth, Dipl.-Ldw. H. Seufert,
Dipl.-Ldw. D. Hannusch, Dipl.-Ldw. J. Boxberger.

Die Beschäftigung mit dem landwirtschaftlichen Bauwesen umfaßt am Institut für Landtechnik in Weihenstephan drei Schwerpunkte: "Forschung, Beratung, Lehre". Im Vordergrund stehen Arbeiten über Gebäudefunktionen und deren Beziehungen zu Betriebsorganisation, Arbeitswirtschaft, Land- und Bautechnik, Tierhaltung und Vorratspflege, sowie die Beurteilung der Kosten der Gebäudebewirtschaftung. Finanziell werden die wichtigsten Forschungsvorhaben und damit auch die Mitarbeiter von der Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftliches Bauwesen, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und von Industrieverbänden des Baugewerbes (Zementverband, Tonerde-Industrieverband, Industrieverband Steine und Erden) getragen.

Wechselbeziehungen zwischen Landtechnik und Gebäuden

Privatdozent Dr. H. Eichhorn, Freising-Weihenstephan

Die Wechselbeziehungen zwischen Landtechnik und landwirtschaftlichen Gebäuden haben sich in den letzten anderthalb Jahrzehnten grundlegend gewandelt. Die ursprünglich wichtigste Aufgabe, Hülle und Schutz für Vieh und Vorräte zu sein, ist zwar erhalten geblieben, als Betriebsmittel betreffen Stall- und Bergeräume jedoch heute mehr als früher nahezu alle Betriebszweige. Jahrhundertlang richteten sich Anordnung und Nutzung der bäuerlichen Gehöfte nach der Arbeitsverfassung einer im wesentlichen durch die Selbstversorgung bestimmten Wirtschafts- und Sozialstruktur. Eine vielseitige Erzeugungsleistung wurde angestrebt. Hilfskräfte standen jeder Betriebsgröße zur Verfügung, und es ging darum, in den Gebäuden neben den Tieren vor allem genügend Winterfutter und die gesamte Getreideernte unterzubringen.

Arbeitswirtschaftliche Forderungen hatten untergeordnete Bedeutung.

Wo Gelände oder Gewohnheiten es wollten, war die Hochzufahrt zum Erleichtern des deckenlastigen Lagerns das einzige Merkmal.

Auf dieser Handarbeitsstufe hatte das Gebäude wenig Beziehungen zu den Arbeitsvorgängen in der Außenwirtschaft. Die allmählich aufkommenden einfachen technischen Hilfsmittel wurden an die vorhandene Bauform angepaßt. Der im vorigen Jahrhundert verbreitete Dreschgöpel oder die etwas später eingeführten Heuaufzüge stellen solche Beispiele dar.

Diese von einem hohen Arbeitsbedarf gekennzeichnete Wirtschaftsweise änderte sich mit dem Einzug der Technik auf dem Land nachhaltig. Zum Ersatz abgewanderter oder teuer gewordener Arbeitskräfte, aber auch zur Förderung der Schlagkraft bei der Arbeiterledigung wurde zunächst die Außenwirtschaft von einer sprunghaften Mechanisierung erfaßt. Die Innenwirtschaft, hauptsächlich an alte Gebäude gebunden, widersetzte sich zunächst einer umfassenden Technisierung.

Der inzwischen erfolgte und verstärkte Einbruch von technischen Hilfsmitteln auch in die Hofwirtschaft vollzog sich anfänglich ziemlich zufällig, bald in diesem, bald in jenem Bereich, fast unabhängig vom Baugeschehen. Das Zusammenspiel von Landtechnik und landwirtschaftlichen Gebäuden war weder vorhanden noch nötig, solange man mit 100 cbm Bausubstanz je GV rechnete und die Technik nur aus einfachsten Handgeräten bestand. Die Vergrößerung der Viehbestände erforderte jedoch schon bald auch bessere Arbeitsverfahren in zweckmäßigeren Gebäuden.

Die davon ausgehende Neuausrichtung der Innenwirtschaft ist der jüngste Abschnitt der großen arbeitswirtschaftlichen

Wandlung, die sich in der westdeutschen Landwirtschaft seit 1950 vollzieht. Die Bauaufwendungen betragen zur Zeit rund 2 Mrd. DM und beanspruchen damit etwa 16% der Betriebsausgaben und etwa 12% der Verkaufserlöse unserer Landwirtschaft. Das Verhältnis der Investitionen von Innen- zu Außenwirtschaft veränderte sich von 1:3 im Jahre 1950 auf 1:1,5 im Jahre 1963.

Damit wird deutlich ...

... mit welcher Intensität dieser Vorgang der Modernisierung in der Innenwirtschaft bereits im Gange ist. Es ist zwar schon einmal vor etwa 30 Jahren versucht worden, die Innenwirtschaft mit Hilfe der damaligen technischen Ausrüstung zu rationalisieren und zu begradigen. Der Endresche Sparhof von 1925 oder die zehn Jahre später viel erörterten Häckselhöfe sind nur Beispiele aus vielen ähnlichen Versuchen. Vor allem bei den Häckselhöfen wollte man durch das Häckseln aller Erntegüter ein leicht transportierbares Schüttgut für den Hofverkehr schaffen und auch die Gebäude besser gestalten. Ein nachhaltiger Erfolg war bei den Vorschlägen nicht beschieden, aber es war ein erster Anlauf, in geradlinigeren Arbeitskettensystemen zu denken und technische Maßnahmen mit besserer Gebäudegestaltung in Beziehung zu bringen.

Mit der vollständigen Mechanisierung zusammenhängender Arbeitsabläufe, wie sie etwa bei der Getreideernte durch den Mähdrusch oder bei der Futterernte durch hochmechanisierte Verfahren gegeben sind, entstehen heute Arbeitskettensysteme, deren Endglieder bis auf den Hof hineinreichen und auch dort folgerichtige Lösungen verlangen. Dadurch beginnt sich ein Spannungsfeld zwischen zwei recht gegensätzlichen Dingen, einer sehr mobilen Technik und den stabilen, nur in Grenzen veränderlichen Gebäuden aufzubauen. Es geht also darum, die für die Feldtechnik gefundenen, teils revolutionär neuen Arbeitsverfahren durch den Hof und darüber hinaus folgerichtig zu verlängern. Da sich aber die Feldverfahren erst vor kurzem konsolidiert haben und immer noch Neuerungen auftreten, steht man vor schwierigen Aufgaben. Behelfslösungen und häufig gegensätzliche Vorschläge sind kennzeichnend für den heutigen Entwicklungsabschnitt.

Wichtig ist für diese Übergangszeit ...

... daß man dafür sorgt, daß die Gebäude künftig als fördernde Ergänzung für die Arbeitsverfahren der Außenwirtschaft gestaltet werden. Jede Hofanlage muß erweiterungsfähig sein, und beim Innenausbau muß berücksichtigt werden, daß die Wandlung der Nutzung leicht durchzuführen ist. Diese Forderungen müssen mit tragbarem Kapital- und

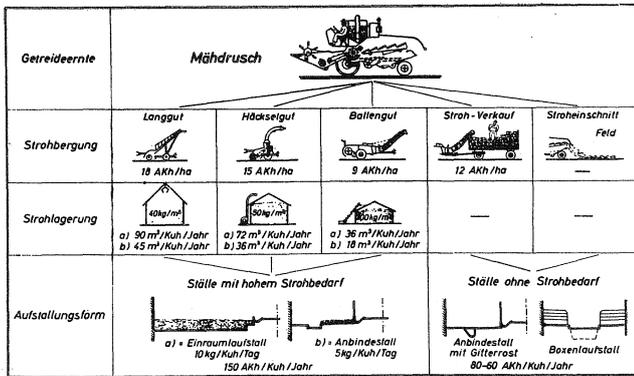


Abb. 1: Beispiel I — Getreideernte — Strohbergung und Strohlagerung — Stallformen

Kostenaufwand zu verwirklichen sein. Das ist bisher nicht mit jeder Planung gelungen.

Erschwerend wirkt noch, daß der Ersatz von Arbeit durch Kapital, also der Einsatz moderner maschinen- und bautechnischer Lösungen nur in der größeren Einheit wirtschaftlich ist. Nicht nur die Kosten sind dann entscheidend, sondern auch das Verfahren selbst, das nicht immer für kleine Wirtschaftsbereiche beliebig unterteilbar ist. Der landtechnischen Entwicklung ist im Laufe der Zeit eine Anpassung an kleinere Leistungen gelungen: Kleinschlepper und auch Kleinmähdrescher sind Beispiele dafür. Außerdem wurden gänzlich neue technische Lösungen gefunden, die insbesondere den Arbeitsbedingungen kleinflächiger Familienbetriebe angepaßt sind. Der vielseitig verwendbare Frontlader ist ein Vorbild für diese Entwicklung. Am Beispiel der Silowirtschaft mit Hoch- und Flachsilos und der hierfür geeigneten und oft empfohlenen Häckselgutkette sind aber deutlich die Grenzen hochmechanisierter Verfahren bei Abnahme von Betriebsgröße bzw. Viehstand zu erkennen.

Für Landmaschinen und Gebäude ist grundsätzlich kennzeichnend, daß sie nicht unbegrenzt verkleinert werden können, wenn sie nicht durch ein ungünstiges Verhältnis von Leistung zu Kosten ihren ökonomischen Effekt verlieren wollen. Bestimmte Mindestmaschinen- und -gebäudegrößen müssen stets als Festgröße angesehen werden.

Auf keinem anderen Gebiet aber entstanden innerhalb der letzten eineinhalb Jahrzehnte derart umwälzende Änderungen wie im Bereich der Erntetechnik. An zwei Beispielen, der Getreideernte und der Futterernte — dargestellt an den Verfahren der Häcksel- und Langgutlinie — soll veranschaulicht werden, wie einschneidend heute die Wechselbeziehungen zwischen Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen sind.

Gebäudegestaltung bei der Korn- und Stroheinlagerung

Ob das Getreidekorn mit dem Mähdrusch oder nach einem anderen Arbeitsverfahren geerntet wird, ist für die Form

eines Wirtschaftsgebäudes zunächst von untergeordneter Bedeutung. Das Mähdruschgetreide als Korn beeinflußt — von einigen Trocknungseinrichtungen und Zwischenlagerstätten abgesehen — die Hofanlage nicht grundsätzlich. Aber schon beim zweiten Teil der Getreideernte, der Strohbergung, wirkt sich die Feldtechnik auf Gebäudeform und innerwirtschaftlichen Verkehr aus. Es ist entscheidend für Volumen und Gestalt der Bergeräume, ob das Stroh zum Beispiel in Ballen, als Häcksel oder als Langgut auf den Hof kommt, ob vorhandene Aufstallungen viel oder wenig Stroh verbrauchen.

Vor wenigen Jahren wäre beispielsweise ein strohsparender oder strohloser Stall in Ackerbaubetrieben kaum denkbar gewesen, denn abgesehen von den noch fehlenden baulichen Lösungen, galt der Stallmist als die wichtigste Grundlage für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Erst mit den Erkenntnissen der Humusforschung und der Agrilkulturchemie gelang es, Wege aufzuzeigen, wie sich das Stroh ohne Umweg über den Stall auf dem Acker verwerten läßt. Die rasche Verbreitung des Mähdrusch brachte die Anwendung des Stroheinschnittes auf breiter Front. Der Mähdrusch schließt die Möglichkeit einer mechanisierten Strohernte zwar ein, das Stroh kann aber ebenso in geschichtener Form gleichmäßig über das Feld verteilt werden.

So haben Änderungen in der Außenwirtschaft durchführbare Voraussetzungen für stroh- und damit arbeitssparende Aufstallungsformen in der Innenwirtschaft geschaffen. Auf der Darstellung 1 wurde versucht, diese Bausteine innen- und außenwirtschaftlicher Einrichtungen in Beziehung zu setzen. Der hier zur Verdeutlichung von Erkenntnissen aus der Gesamtarbeiterledigung eines Betriebes gewählte Ausschnitt ist durch den Weg des Strohs gekennzeichnet.

Bei der Strohbergung ...

...sind die Endglieder der eingesetzten Arbeitsverfahren die jeweiligen Fördereinrichtungen zur Einlagerung auf dem Hof. Zur Abnahme des Strohes eignen sich Greifer und Gebläse für Lang- und Häckselgut; für Preßballen besonders der oftmals schon vorhandene fest eingebaute Schrägförderer. Fuderlader, Frontlader und Schiebesammler mechanisieren das Laden von losem Langgut und bedingt auch von Bündeln der Mähdruscherauapresse. Geringe Lagerdichten auf den Wagen und in der Scheune führen dazu, daß langes Stroh arbeitswirtschaftlich günstig nur bei kleinen Mengen und nahen Feldern zu bergen ist, zumal die Einstapelung von Langgut noch vermehrt Handarbeit erfordert und höchstens in flachen Gebäuden mit dem Frontlader mechanisiert werden kann.

Vorteilhaft ist dagegen die gute Ausnutzung von Transport- und Lagerraum durch die Ballen, die auch, wenn es die Umstände erfordern, entfernt vom Stall im Freien zwischengelagert werden können. Gehäckseltes Stroh muß gleich an seinem endgültigen Verbrauchsort eingelagert werden. Die Aufbereitungsform beeinflußt somit bereits den Lagerraumbedarf durch die unterschiedlichen cbm-Gewichte. Darüber hinaus wird die Größe des Strohlagers von der benötigten Streumenge bestimmt, also vom Viehbesatz und von den verschiedenen Aufstallungsformen. Davon abhängig ist auch der Arbeitszeitbedarf zur Bergung gleicher Mengen Strohs, er verringert sich in der angegebenen Reihenfolge von 18 auf 9 AKh je ha (Abb. 1). Der Strohlageraum hingegen verliert seine Bedeutung, wenn einstreusparende Tierhaltungsformen eingeführt werden und kann bei strohlosen Aufstallungen vollständig entfallen.

Viel — wenig — gar kein Stroh ...

Die vergleichenden Angaben der Übersicht 1 über den Einfluß von Aufstallung und Einstreumenge auf das Bauvolumen je Kuh lassen die großen Unterschiede zwischen überlieferten und neuartigen Stallformen erkennen. Der Anbindestall mit Mittellangständen benötigt 17 cbm Stallraum je Kuh und 30 cbm für das Strohlager. Bei Laufställen mit viel Einstreu sind je Kuh 30 cbm Stallraum und 60 cbm Lagerraum für Stroh erforderlich, dagegen

Aufbereitungsform	Futterernte	Lagerräume	Fütterung und Stallgebäude	Einrichtungs-Bedarf DM je GV (bei 30 GV) Maschinen-Gebäude
Langgut	AK Bedarf: AK Bedarf:	Halbhohes Silos	Heu u. Stroh Anbindestall 170 AKh / Kuh / Jahr	866. - 5000.
Langgut Kurzgut	AK Bedarf: AK Bedarf:	a) Einlage: Frontlader, Futtermwagen b) Selbstfütterung	Heu u. Stroh a) Anbindestall 100 AKh / Kuh / Jahr b) Offenlaufstall 90 AKh / Kuh / Jahr	900. - 3500. - 900. - 2500. -
Häckselgut	AK Bedarf: AK Bedarf:	meh. Fütterung	Heu u. Stroh Offenlaufstall 80 AKh / Kuh / Jahr	1450. - 2800. -

Abb. 2: Beispiel II — Futterernte — Silage- und Heueinlagerung — Fütterung — Stallformen. (Die Lagerräume im Bild betreffen die Silage; die Zahlen für den Einrichtungsbedarf stellen Annäherungswerte dar.)

verlangen strohsparende Lösungen, wie Kurzstand-Anbindestall und Boxenlaufstall, nur 16 bis 18 cbm Stallraum je Kuh und keinen Strohlagererraum mehr. Es ist deshalb zu verstehen, daß bei vielen Neuplanungen vor allem strohsparende Aufstellungen rasch Anklang und Verbreitung finden, denn hier liegt offensichtlich eine der wichtigsten Voraussetzungen für arbeits- und kostensparende Tierhaltungen.

Das Ergebnis der Gegenüberstellung bringt weiterhin zum Ausdruck, daß sich raumsparende Laufställe kostensenkend auswirken können und daher auch für die Unterbringung kleinerer Milchviehbestände in Frage kommen. Laufställe für 15 und 20 Kühe sind aber nur dann sinnvoll, wenn die gleichen Arbeitszeiteinsparungen wie im Kurzstand-anbindestall erreicht werden und wenn die Baukosten insgesamt durch den notwendig werdenden Melkstand nicht höher liegen. Dieses Problem scheint sich besonders mit Anordnungen von Liegeboxen und einfachen Melkständen im Selbstbau lösen zu lassen.

Neue strohsparende Aufstellungsformen für Rindvieh verlangen allerdings eine optimale Eingliederung technischer Hilfsmittel und können dadurch als Mittelpunkt hochmechanisierter Stallarbeitsverfahren angesehen werden. Je nach Bestandsgrößen können mit diesen Stallösungen gegenüber überlieferten Haltungsformen zwischen 40 und 60 v. H. Arbeitszeit eingespart werden.

Fütterernte und Gebäude

Die technischen Verfahren der Fütterernte und der Fütterung beeinflussen Innenwirtschaft und Gebäude noch erheblich mehr als die Getreidekette (Abb. 2). Durch die moderne Siliertechnik werden Lagerräume über den Ställen frei, da sich das Gärfutter in Behältern außerhalb des Gebäudes befindet. Wechselwirkungen entstehen auch durch die Aufbereitungsform, ob das Futter als Häckselgut mit dem Feldhäcksler oder als Langgut mit Ladewagen bzw. Frontlader geerntet wird. Beispielsweise ist für Langgut der Greifer als Ablagegerät besonders geeignet, er verlangt aber spitzgiebelige Dächer mit guter Balkenkonstruktion. Hohe, schmale Gebäude mit steiler Dachform verringern die Arbeit des Verteilens und lassen die beste Ausnutzung des Bergeraumes bei Füllung mit dem Greifer zu. Diese Forderung wird bei den heutigen Siedlungsbautypen ungenügend berücksichtigt, und somit ist die Verwendung dieses billigen Fördergerätes oft in Frage gestellt.

Häufig benutzte Fördergeräte für Futterstoffe sind Gebläse. Für sie ist der hohe Kraftbedarf kennzeichnend. Gebläse sind aber vielseitig einzusetzen für Heu, Stroh und Grünfütter im gehäckselten Zustand sowie mit Zusatzschleuse auch für langes Heu, Stroh und Ballen, so daß sie eine große Verbreitung erlangten. Mit den langen, oft um Ecken führenden Rohrleitungen stellen Gebläse eigentlich technische Notlösungen dar, die durch ungünstige Gebäudeanordnungen entstanden sind.

Förderbänder und Frontlader

Auch der stationäre Höhenförderer stellt an die Gebäudegestaltung bestimmte Forderungen, die erfüllt sein müssen, wenn mit wenigen Arbeitskräften hohe Leistungen erzielt werden sollen. So muß ein hoher Dachausbau vorgesehen werden mit einer Dachneigung von etwa 45°. Zusätzlicher Raumbedarf entsteht für den festen Einbau in alle Bergeräume. Stützenlose Räume mit festem Fußboden werden für bewegliche Förderbänder zum Aufstellen benötigt, da der Steigungswinkel auf 45° bis 60° beschränkt ist.

Auch dieses Beispiel zeigt, daß die Einlagerungstechnik mit dem Baukörper frühzeitig abgestimmt werden muß.

Wieder völlig anders sind die Forderungen für die Frontlader-Fütterernte, wo aus technischen Gründen völlig ebenerdige, flache Gebäude wünschenswert sind. Der Frontlader wurde wegen seiner vielseitigen Verwendbarkeit als kostengünstiges Gerät für Ein- und Auslagerungsvorgänge bekannt. Er stellt eine Reihe von Anforderungen an die bauliche Gestaltung. Die ebenerdige Lagerung von Heu und

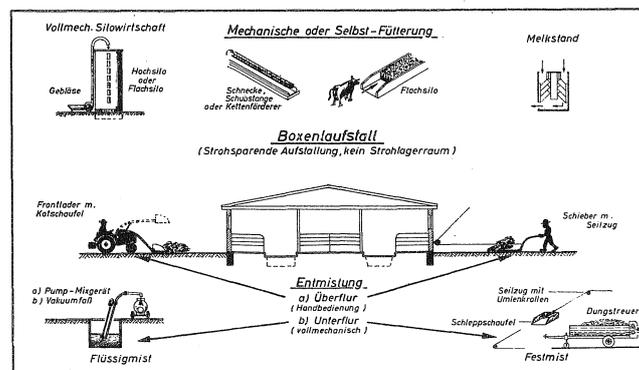


Abb. 3: Mechanisierungslösungen um den Boxenlaufstall

Stroh muß bei entsprechender Bewegungsfreiheit im Gebäude gegeben sein. Für die Silagebereitung eignen sich nur Flach- oder Kammersilos. Ebene und befestigte Rangierflächen müssen geschaffen werden.

Die Ideallösung für den Einsatz des Frontladers wäre schließlich der Frontladerhof, in dem alle Stall- und Bergeräume an die Arbeitsweise dieses Ladegerätes angepaßt sind. Die Benutzung des Frontladers in der Hofwirtschaft setzt Außentüren, Stallhöhen und Mistgangbreiten voraus, die ein Schlepper auch mit Allwetterverdeck bequem passieren kann. Die befahrbaren Futtertische müssen in ihrer Höhe so bemessen sein, daß man auf dem Wagen stehend noch genügend Arbeitsraum hat. Diese Forderungen haben bereits wieder einen direkten Einfluß auf die Klimatisierung von geschlossenen Ställen.

Fütterernteverfahren beeinflussen somit wie kein anderes Zusammenspiel technischer Hilfsmittel gleichermaßen die Ausrüstung für die Bergung auf dem Feld wie die Förder- und Raumgestaltung zur Einlagerung und Futtervorlage in Hof und Stall. Es handelt sich also um ein Beispiel sehr intensiver Wechselbeziehungen.

Leitbilder für die Innenwirtschaft

Beim Wirtschaftsgebäude setzen sich gegenüber den hergebrachten Grundriß- und Aufrißformen als Folge der gesteigerten Mechanisierung neue typische Bauarten durch. Die leicht konstruierte, tiefe Stallscheune mit ein- bis zweiseitiger Aufstellung des Großviehs an der Südseite und befahrbaren Längstennen wird beim bäuerlichen Familienbetrieb bevorzugt. Die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten für die Innenwirtschaft sind jedoch alle nur so lange Teilerfolg, wie geordnete Leitbilder für eine rationellere Erzeugung fehlen.

Dieser Zustand scheint heute in vielen Bereichen der Innenwirtschaft — von der Entwicklung her gesehen — fast vollständig überwunden zu sein. Der Einsatz von folgerichtigen Stallarbeitsverfahren in neuartigen Stallformen, wie mehrteiliger Laufstall oder Boxenstall für Rindvieh, Fischgrätenmelkstand, Selbstfütterung, Spaltenboden im Schweinestall usw., berechtigen zu der Hoffnung, einen dauerhaften Fortschritt für die Innenwirtschaft zu bringen. Gerade für die Innenwirtschaft sind diese Leitbilder besonders notwendig; denn eine Fehlinvestition von Gebäuden und gebäudegebundener Technik wirkt sich wesentlich unheilvoller auf den Betrieb aus, als die falsche Wahl einer Landmaschine, die wieder abgegeben werden kann.

Ein modernes Leitbild für die Milchviehhaltung könnte etwa, wie auf der Darstellung in Abbildung 3 aufgezeichnet, zusammengesetzt sein. Der hierfür gewählte raumsparende Boxenlaufstall wird die erhofften Vorzüge nur dann bringen, wenn diese Stallform von einem geschlossenen Kranz der notwendigen technischen Einrichtungen umgeben ist. Und es ist bezeichnend, wie stark dieser Stall von der Mechanisierung abhängt, die alle Arbeitsbereiche erfaßt.

So ist es für dieses Beispiel der Wechselbeziehungen zwischen Landtechnik und Gebäuden kennzeichnend, daß die Verfahrensketten durch das Gebäude hindurchgehen und die Aufstallung schließlich als Angelpunkt aller technischen

Übersicht 1: Einfluß von Aufstallung und Einstreumenge auf das Bauvolumen je Kuh

	Anbindestall		einteilig	Laufstall				
	mit Stroh Mittellangstand	ohne Stroh Kurzstand		mit Stroh mehnteilig	Teil-Spaltenb.	Boxenlaufstall (offen)	ohne Stroh Boxenlaufst.*** (geschlossen)	Voll-Spaltenb.
Einstreumenge je Tag: kg	7,00	—	15,00	6,00 16,00 (R)****)	3,00	0,5—1,0	—	—
Stallraum*)	cbm 17,00	16,00	30,00	10,00 (L)	20,00	13,25	17,00	16,00
Milchkammer	cbm 1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Melkstand	cbm —	—	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Jauche-(Gülle-)Grube	cbm 3,00	6,00**)	—	0,50	4,00	2,00	2,00	6,00
Dungstapelplatte	qm 3,00	—	—	1,00	—	2,00	2,00	—
Strohlager für 200 Tage	cbm 30,00	—	60,00	25,00	12,00	3,00	—	—
Insg. umbauter Raum	cbm 51,25	23,25	93,25	44,75	39,25	21,50	22,25	25,25

*) Mit befahrbarem Futtertisch, **) Kurzstand mit Schwemmentmistung, ***) Boxenlaufstall mit Spaltenbodenauflfläche und Schieberentmistung, ****) (R) = Liegeraum in cbm, (L) = Lauf- und Freßplatzfläche in qm.

Vorgänge angesehen werden kann. Bleibt nur eines der angegebenen technischen Hilfsmittel unberücksichtigt, oder wird es unvollkommen eingerichtet, so ist der Kreislauf gestört und kann nicht durch die Mechanisierung anderer Bereiche ersetzt werden. Man braucht nur das Melken herauszugreifen. Ohne Melkstand und zweckmäßige Kraftfutterzuteilung verschlechtert sich die Arbeitswirtschaft grundlegend und stellt damit jeden modernen Laufstall in Frage, da das Melken 50 bis 70 vH der Stallarbeit einnimmt.

Derartige Stallbau-Entwicklungen sind eng verzahnt ...

... mit den landtechnischen Verfahren der Futterbergung und Fütterung, mit dem Melken und Dungbeseitigen. Der Boxenlaufstall ist nach Untersuchungsergebnissen verschiedener Stellen im In- und Ausland eine der bedeutendsten Entwicklungen im Stallbau der letzten Jahre. Aber schließlich konnte diese Lösung erst durch Berücksichtigung der neuesten landtechnischen Verfahren entstehen und ist ohne Einordnung in diese Verfahren nicht denkbar. Das bedeutet aber auch, daß neuartige Laufställe mit den dazu geschaffenen Vorratsräumen ihre Vorzüge schlagartig verlieren, wenn die gebäudegebundene Technik unvollständig oder schlecht angepaßt wird.

In diesem Zusammenspiel treten sowohl bauliche als auch technische Gesetzmäßigkeiten auf. So verlangt die Flüssigmistbereitung bestimmte Kanal- oder Behälterformen und ein strohloses Kot-Harn-Gemisch, wenn das Ausbringen mit Dickstoffpumpen störungsfrei vor sich gehen soll. Verunreinigungen durch verstreutes Futter werden als Häcksel leichter verarbeitet als unzerkleinerte Reste, womit die Querverbindung zur Futterernte und Futteraufbereitung sichtbar wird.

Werden die verfahrensbedingten Eigenschaften nicht genügend beachtet, kann die gesamte Arbeitserledigung auch bei Verwendung bewährter Einrichtungen ungünstig ablaufen. Das würde beispielsweise bei der Kombination Anbindestall, Melkstand und Selbstfütterung im Fahrstilo ein-

treten, obgleich getrennt betrachtet, jedes Teilverfahren beste arbeitswirtschaftliche Voraussetzungen besitzt. Zur Selbstfütterung und zum Melkstand gehören eben der Laufstall oder umgekehrt zum Anbindestall die Futtervorlage mit Hand oder mechanischem Transport und die Absaug-Melkanlage. Die technische und bauliche Anpassung an neue Produktionsverfahren wird hoffentlich bald zu Leitbildern führen, die sich durch einen wirkungsvollen, aber sparsamen Einsatz von Technik und Gebäuden sowie einen geringeren Arbeitszeitbedarf auszeichnen. Diesem Ziel können nur funktionsgerechte, das heißt in die Arbeitsverfahren einbezogene Wirtschaftsgebäude dienen. Durch diese Maßnahmen sind noch außerordentliche Reserven zu mobilisieren, mit deren Hilfe die Produktivität in der Innenwirtschaft wesentlich angehoben werden kann.

Zusammenfassend läßt sich feststellen:

- 1 Der Schwerpunkt der landwirtschaftlich-technischen Bemühungen verlagert sich in zunehmendem Maß von der Außen- auf die Innenwirtschaft. Das bedeutet nichts anderes, als neue bewährte Feldarbeitsketten bis auf den Hof weiterzuführen. Dadurch entstehen zwangsläufig einschneidende Wechselwirkungen zwischen der neuen Feldtechnik und den Betriebsgebäuden.
- 2 Ein gegenseitiges Abhängigkeits-Verhältnis ist hauptsächlich zwischen den zur Tierhaltung notwendigen Arbeitsverfahren und den Stall- mit Vorratsräumen festzustellen. Diese Beziehungen treten am deutlichsten bei der Strohbergung auf und sind kennzeichnend für alle Verfahren der Futterernte und Fütterung. Dadurch wird nicht nur die Arbeitswirtschaft beeinflusst, sondern auch Umfang und Gestaltung von Wirtschaftsgebäuden und letztlich der hierfür erforderliche Kapitalbedarf.
- 3 Die Neuorientierung der Innenwirtschaft verlangt konsequente Lösungen. Das Ergebnis bisheriger Untersuchungen bringt zum Ausdruck, daß diese Forderung nur zu verwirklichen ist, wenn klare und geordnete Leitbilder für rationelle Produktionsverfahren aufgestellt werden.

Abbildung 1

Filmanlage zur Aufnahme des Verhaltens von Milchvieh. Die Apparate sind in abgedichteten, leicht transportablen Alu-Gehäusen untergebracht.

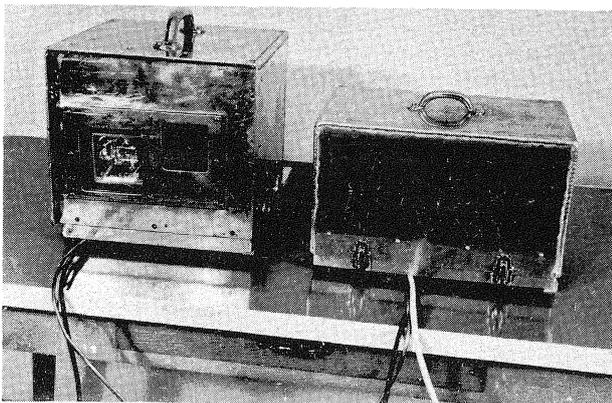
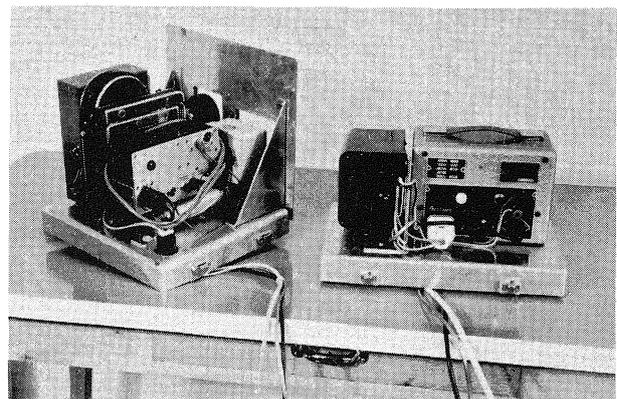


Abbildung 2

Links im Bild: Kamera mit Blitzaggregat und Trickmotor. Rechts im Bild: Programmschaltwerk mit Stromversorgungsteil für Trickmotor

2 Fotos: Dr. Eichhorn



Die fotografische Beobachtung des Einflusses von Stallhaltungsformen auf die Tiergewohnheiten

Die neuen Haltungsformen, besonders in Laufställen, ziehen grundsätzliche Veränderungen der Produktionstechnologien, der Einrichtungen und der Aufzuchtmethoden nach sich. Die Betreuung einer größeren Anzahl von Tieren und die eingeführten Arbeitsverfahren erfordern die Mechanisierung aller Stallarbeiten, wodurch ein neuer, die bisherige Umwelt verändernder Faktor berücksichtigt werden muß. Das Tier kann zwar bis zu einem gewissen Grade Umwelteinflüsse ausgleichen, wie das häufig durch gute Leistungen in ungünstigen Stallbedingungen bewiesen wird. Bei spontanen Änderungen der Umweltfaktoren kann jedoch die Reizschwelle überschritten werden — es kommt zu empfindlichen Störungen, wie sie beispielsweise durch Umstellen einer Herde vom Anbinde- zum Laufstall bekanntgeworden sind.

Daraus entsteht die Forderung, geeignete Beurteilungsmaßstäbe und Beobachtungsmethoden für tierisches Verhalten zu entwickeln, um Rückschlüsse auf Leistungsschwankungen ziehen zu können. Es gibt heute bereits verschiedene Verfahren und Möglichkeiten zur Überprüfung der Handlungsabläufe in der angewandten Verhaltensforschung. An dieser Stelle soll über Erfahrungen mit der fotografischen Aufzeichnung des Reaktionsablaufes bei Milchvieh in verschiedenen Stallsystemen berichtet werden. Diese Methode schließt den subjektiven Einfluß visueller Beobachtungen weitgehend aus. Es gelang, ein 16 mm Schmalfilmgerät für die laufende Erzeugung von Reihenbildern umzubauen und mit Zusatzteilen zu ergänzen, wodurch eine funktionssichere Registrieranlage zur Aufnahme der Vorgänge in verschiedenen Stallabschnitten geschaffen werden konnte. In dieser Geräte-Anordnung löst eine Zeitsteuer-einrichtung in beliebig wählbaren Ab-

ständen synchron die Kamera und ein Elektronenblitzgerät aus. Bei den untersuchten Rindviehställen genügte eine zeitliche Bildfolge von fünf Minuten, um genaue Kenntnisse von den Vorgängen in den einzelnen Stallbereichen bei Tag und Nacht zu erhalten. Die zur Aufhellung des Stallraumes notwendigen Elektronenblitze werden von den Tieren nicht als Störung empfunden, daher können die Aufnahmen auch nachts fortgesetzt werden. Auf dem entwickelten Film lassen sich die gekennzeichneten Tiere unter Zuhilfenahme eines Einzelbildprojektors auszählen.

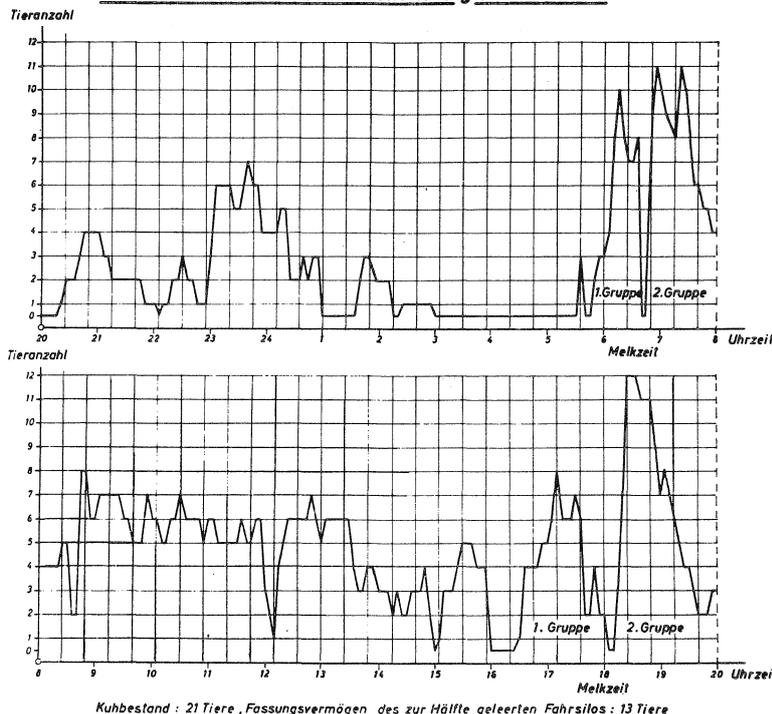
Diese Apparatekombination ermöglicht die ununterbrochene und exakte Beobachtung eines bestimmten Tierbestandes über längere Zeitabschnitte hinweg. Dadurch kann man sich von der häufig angewendeten Handaufzeichnung unabhängig machen. Die in geschützten Gehäusen übersichtlich angeordneten Apparate gestatten auch einen witterungs-

unabhängigen Einsatz (Abbildung 1). Es können sowohl Einzeltiere in größeren Gruppen als auch reine Gruppenreaktionen beobachtet werden. In kurzer Zeit lassen sich Ergebnisse aus vielen Ställen sammeln, wozu die leichte Ortsbeweglichkeit des Gerätes beiträgt.

Das Auswerten des Materials wird nicht zuletzt dadurch erleichtert daß man auf den Bildern alle Vorgänge verfolgen und Störungsursachen eindeutig eliminieren kann. Für die Reihenaufnahmen von einzelnen besonders gekennzeichneten Tieren einer Gruppe eignet sich am besten der Farbfilm. Die zeitliche Kontrolle der Bildfolge ist durch die vom Stromnetz unabhängige Batterie-uhr gegeben. Bei Ausfällen der Stromversorgung entstehen dadurch keine Zeitfehler während des Auswertens. Jedes Bild ist also mit der dazugehörigen Zeitangabe gekoppelt.

In Abbildung 2 ist die Anordnung von Film- und Blitzgerät, sowie die dazugehörige elektrische Einrichtung zu sehen.

Aufenthalt von Kühen bei Selbstfütterung im Fahrstilo



Darstellung 3

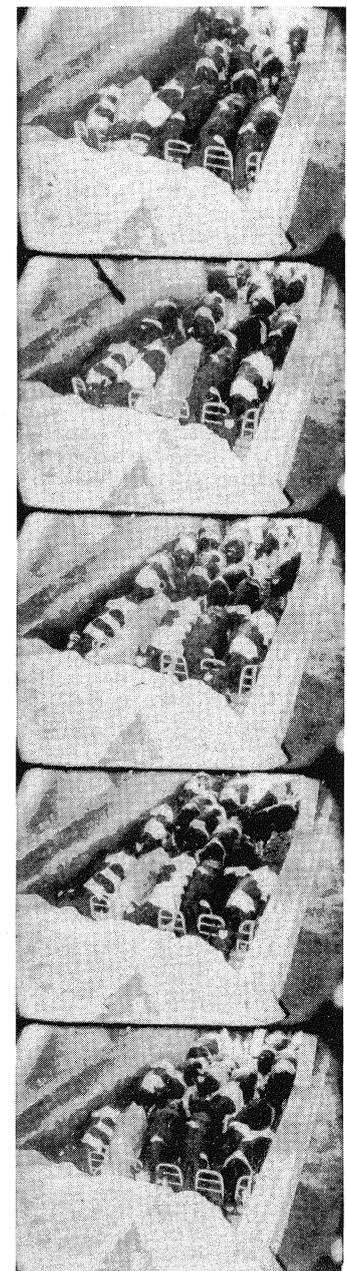


Abbildung 4
Reaktionsablauf von Kühen bei der Selbstfütterung in einem Flachsilo, aufgenommen in Abständen von 5 Minuten.

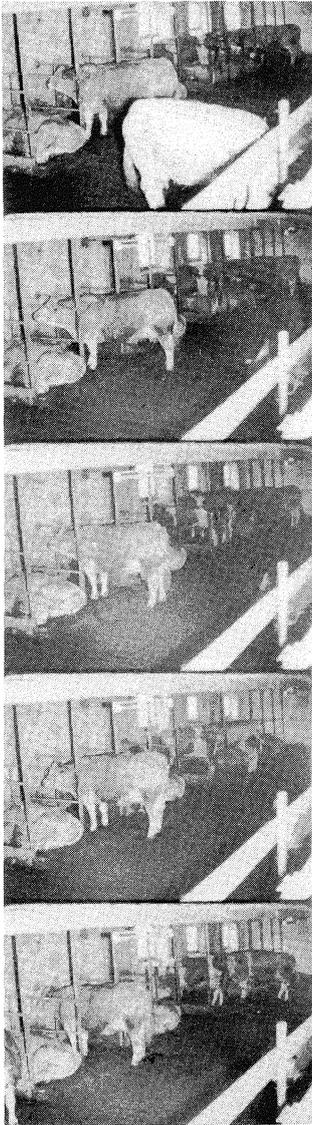


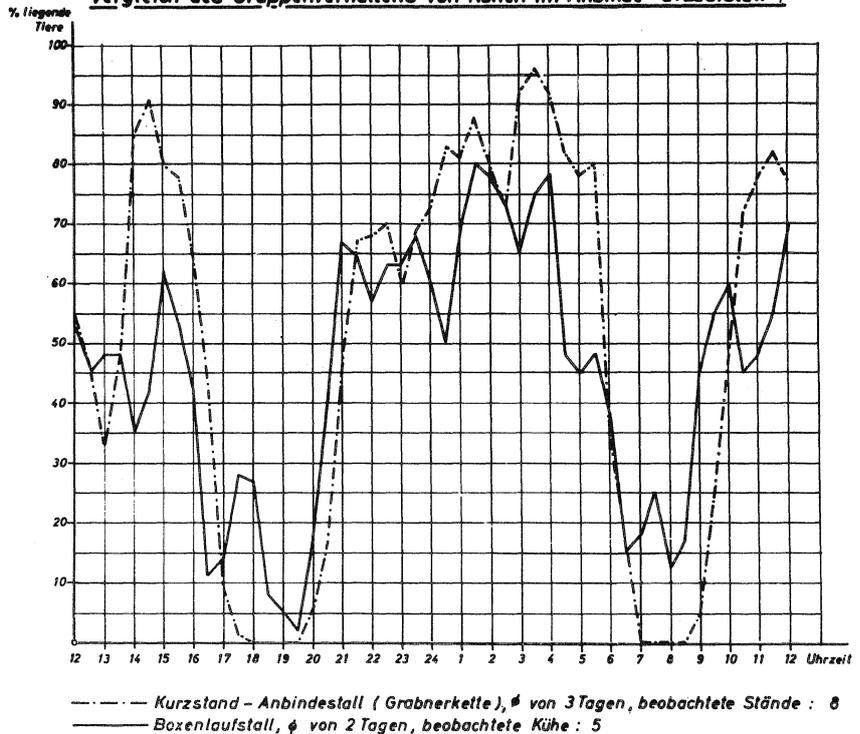
Abbildung 3
Beobachtungsausschnitt aus einem geschlossenen Laufstall mit Liegeboxen

Die folgenden Ausführungen beschäftigen sich mit einigen Ergebnissen, die durch Einsatz der Kamera entstanden sind. Es handelt sich um Ausschnitte aus längeren Beobachtungsreihen.

Im ersten Beispiel wird der Reaktionsverlauf von Milchkuhen in einem geschlossenen Boxenlaufstall festgestellt. Die Tiere wurden mit Farbe gekennzeichnet und in ihrem Verhalten einzeln verfolgt. Die Veränderung im Handlungsablauf ist deutlich auf dem Filmausschnitt der Abbildung 3 zu erkennen. Die Aufnahmen entstanden in Abständen von fünf Minuten.

Die in diesem Stall durchgeführten Beobachtungen wurden mit Ergebnissen aus einem Anbindestall verglichen. In Darstellung I ist der Verlauf von Ruhezeiten bei Milchvieh in einem Anbinde- und in einem Laufstall mit Liegeboxen über 24 Stunden hinweg aufgezeichnet. Es handelt sich um die Auswertung begrenzter Beobachtungsabschnitte aus diesen Ställen. Die Aussage bezieht sich auf Durchschnittswerte aus drei bzw. zwei Tagen und ist durch den prozentualen Anteil der jeweils liegenden

Vergleich des Gruppenverhaltens von Kühen im Anbinde- u. Laufstall



Darstellung 1

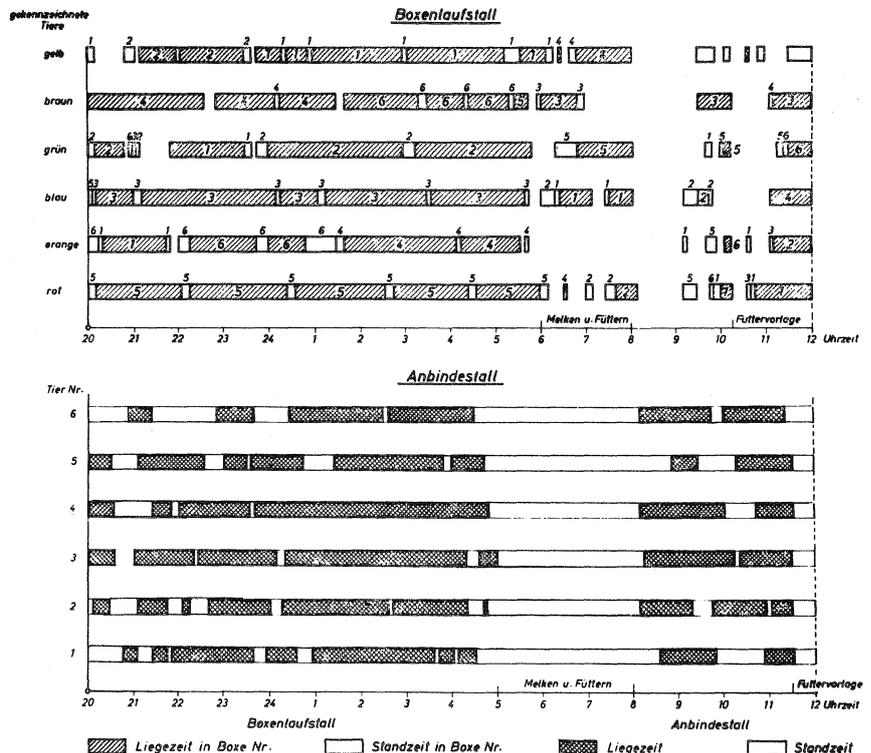
Tiere an der Gesamtgruppe aus-beiden für den Anbindestall ausschließlich möglichen Zuständen des Liegens und des Stehens. Der Wechsel von einem in das andere Stadium des Verhaltens erfolgt stark gruppenabhängig und ist auf die Gemeinschaftsreaktion im Anbindestall zurückzuführen. Die Arbeitsverrichtungen im Stallraum können diese Reaktion nachhaltig beeinflussen und die Liegezeiten häufiger unterbrechen, wenn z. B. länger gefüttert wird oder zwischenzeitlich am Tage öfter Futter in die Barren nachgeräumt werden muß. Dagegen fallen alle Störungen weg, die durch die Herdenrangordnung freilaufender Tiere entstehen können.

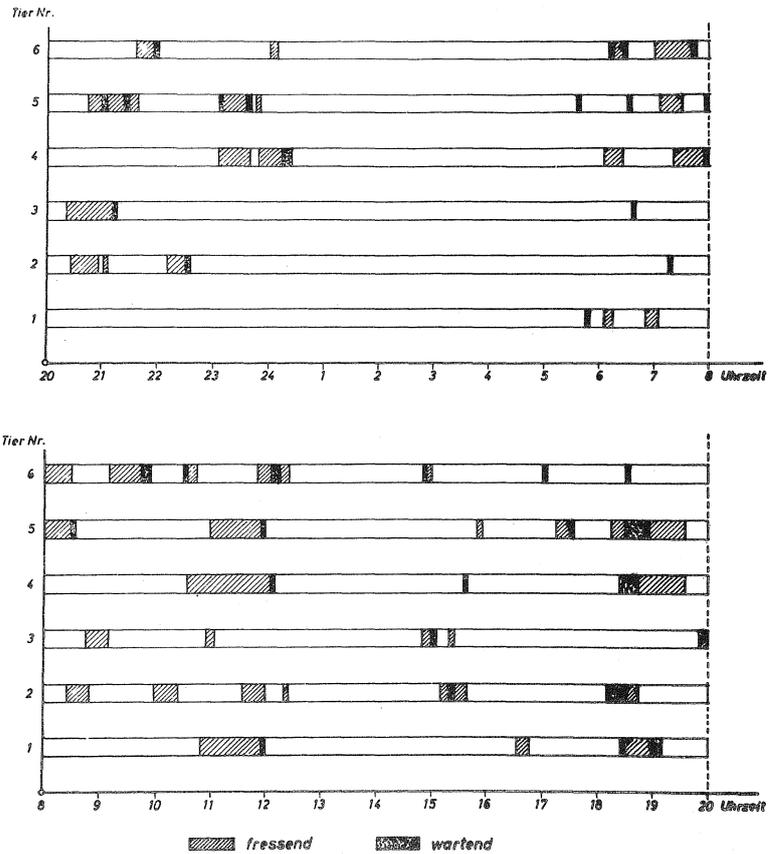
In beiden Stallformen scheinen sich bei Betrachtung der einzelnen Stundenblöcke die Handlungsabläufe – bezogen auf die Uhrzeit – zu ähneln. Ein genauer Vergleich der beiden Kurven ergibt jedoch größere Unterschiede. Verfolgt man zunächst den Verhaltensablauf im Anbindestall in den beobachteten acht Ständen, so ist festzustellen, daß die einzelnen Ruhe- und Standzeiten weniger unterbrochen werden und daher länger andauern. Die Tiere verharren danach jeweils ausgedehnter in den

liegend möglichen Zuständen des Liegens und des Stehens. Der Wechsel von einem in das andere Stadium des Verhaltens erfolgt stark gruppenabhängig und ist auf die Gemeinschaftsreaktion im Anbindestall zurückzuführen. Die Arbeitsverrichtungen im Stallraum können diese Reaktion nachhaltig beeinflussen und die Liegezeiten häufiger unterbrechen, wenn z. B. länger gefüttert wird oder zwischenzeitlich am Tage öfter Futter in die Barren nachgeräumt werden muß. Dagegen fallen alle Störungen weg, die durch die Herdenrangordnung freilaufender Tiere entstehen können.

Darstellung 2

Stand- u. Liegezeiten bei einzelnen Kühen in verschiedenen Stallsystemen



Aufenthalt u. Freßzeiten von Kühen bei der Selbstfütterung im Fahrsilo

Der Kurvenverlauf für den Laufstall mit Liegeboxen vermittelt deutliche Unterschiede zum Anbindestall. Mit dem Auftreten der Rangordnung nicht angebundener Tiere ergibt sich eine individuellere Einstellung auf Fütterung und Ruhen. Die freie Futteraufnahme bedingt auch zwangsläufig ein häufigeres Unterbrechen der Ruhezeit beim Einzeltier, wie überhaupt die Einzelreaktion im Laufstall stärker festzustellen ist. Die Kühe kümmern sich weniger um die Nachbartiere, werden aber andererseits gezwungen, sich mit den Störungen aus der Gruppe heraus zu arrangieren.

Die Aufzeichnungen in Darstellung II ermöglichen einen Vergleich von Stand- und Liegezeiten bei einzelnen Kühen im Boxenlaufstall und im Anbindestall. Während der Nacht ist die Ruhezeit in beiden Ställen gleich, am Tage tritt jedoch im Boxenlaufstall nach Störungen, die hauptsächlich durch das Melken oder Füttern entstehen können, eine im Vergleich zum Anbindestall wesentlich langsamere und unvollständigere Beruhigung ein. Typisches Gruppenverhalten ist während der Melk- und Futterzeit im Anbindestall zu erkennen – alle Tiere stehen. Für den Boxenlaufstall trifft dieser Zustand nicht zu. Hier zeigt sich unterschiedliches Betragen, das vom Liegen der Tiere in der Boxe bis zum Stehen und Fressen reicht. Mit Hilfe der Fotoaufnahmen lassen sich auch unruhige Kühe feststellen und ihre Reaktionen registrieren. Es ist ferner hervorzuheben, daß frei laufende Tiere in kleineren Gruppen bestimmte Boxen bevorzugen.

Der Handlungsablauf der Tiere bei der Selbstfütterung in einem Fahrsilo ist auf dem Filmabschnitt der Abbildung 4 sichtbar und zeigt u. a., daß die freie, unbeschränkte Futteraufnahme einige Nachteile für die Kühe mit sich bringen kann. Die helle, scheinbar schwächere Kuh wird z. B. immer wieder von ihrem Freßplatz verdrängt und versucht, an anderen Stellen unterzukommen. Es war bei diesem Versuch eine exakte Kontrolle über den Wechsel der Tiere an der Futterstelle möglich, wodurch das Ermitteln der unbedingt notwendigen Freßplätze erleichtert werden konnte.

Das in der Darstellung III herausgestellte Beobachtungsergebnis über den Aufenthalt von Kühen bei der Selbstfütterung im Fahrsilo bezieht sich auf die einzelnen Freßzeiten. Daraus ist zu entnehmen, daß nur maximal 13 von den insgesamt 21 Tieren in dem etwa halbgeleerten Silo Platz finden. Es sind aber auch nur fünf Freßplätze vorhanden. Nur durch eine zusätzliche Heuvorratsraufe konnte in diesem Betrieb

eine störende Drängelei vermieden werden. Der größte Andrang zum Futterplatz im Fahrsilo entsteht nach dem Melken. Auch bei der durchschnittlichen Besetzung mit fünf bis sechs Kühen in der Zeit von 8 bis 13 Uhr findet ein häufiger Wechsel statt.

Nachts von 3–5.30 Uhr hält sich in diesem Betrieb keine Kuh im Fahrsilo auf, erst durch das Melken stellen sich die Tiere wieder ein. Dieser Arbeitsablauf ist dadurch gekennzeichnet, daß zunächst eine Gruppe von zehn Tieren frißt, während die andere Gruppe von elf Tieren gemolken wird. Der Gruppenwechsel ist durch die rasche Aufeinanderfolge von Kurvental und Kurvenspitze in Darstellung III ersichtlich. Dieser Vorgang wiederholt sich abends zwischen 16.30 und 19.30 Uhr.

Aus dem gleichen Bestand wurden dann sechs bestimmte Kühe beobachtet. Von diesem Ergebnis bringt die Darstellung IV den Ablauf eines bestimmten 24-Stunden-Tages. Daraus geht hervor, daß die Freßabschnitte zwischen kurzen und längeren Aufenthalten im Silo schwanken. Die Kuh Nr. 1 läuft sechsmal, die Kuh Nr. 6 bereits elfmal am Tag zum Futterplatz. Dadurch ergeben sich unterschiedlich lange Freßzeiten. In Minuten ausgedrückt, frißt das Tier Nr. 1 etwa 150 Minuten am Tage, das Tier Nr. 3 nur 105 Minuten, dagegen hält sich Nr. 4 mit 250 Minuten und Nr. 5 mit 260 Minuten

täglich wesentlich länger am Freßplatz auf (siehe auch Tabelle 1).

Tabelle 1

Freß- und Wartezeiten von 6 Tieren aus einem Bestand von 21 Kühen im Fahrsilo mit Selbstfütterung

Tier Nr.	fressen/min	warten/min
1	150	15
2	160	20
3	105	40
4	250	45
5	260	75
6	216	30

Die beschriebene Methode der Beobachtung von Tieren kann hauptsächlich in geschlossenen Laufställen dazu beitragen, noch nicht geklärte Probleme dieser Haltungsförmung zu lösen, da nicht nur die Auswirkung des Verhaltens von Einzeltieren auf die Gruppe, sondern auch die Einflüsse neuartiger Stalleinrichtungen auf das Wohlbefinden der Tiere festgestellt werden kann. Die Grenze des Einsatzes einer vollautomatisch gesteuerten Filmkamera zur Verhaltensbeobachtung ist dann gegeben, wenn die Vorgänge in verschiedenen Funktionsbereichen mehrteiliger Ställe zur gleichen Zeit aufgenommen werden sollen. Hierzu ist eine zweite Apparatur erforderlich. Die Erfassung einer größeren Gruppe läßt sich ermöglichen, wenn alle Tiere in einen begrenzten Raum zurückkehren, wie dies z. B. bei der Selbstfütterung im Fahrsilo eintritt.

Neuzeitliche Aufstallungsformen für Rindvieh

Privatdozent Dr. H. EICHORN, Institut für Landtechnik
Weihenstephan

Wie notwendig die Einführung besserer Stallanlagen gerade für die bäuerliche Milchviehhaltung ist, zeigen zwei Zahlen über die Veränderung des Rindviehbestandes: In Bayern verringerte sich die Zahl der rinderhaltenden Betriebe in den Jahren 1959 bis 1963 um rund 33 000. Zur gleichen Zeit wurden aber in diesen Betrieben mehr Rinder und insbesondere 170 000 Kühe mehr gehalten.

Diese Tatsache — mehr Rindviehhaltung in weniger Betrieben — ist begrüßenswert und eine gesunde Entwicklung, verlangt aber zusätzliche Gebäudesubstanz mit verbesserten arbeitswirtschaftlichen Bedingungen, um die eingesetzte Arbeitszeit so produktiv wie möglich zu nutzen.

Ohne auf alle Einzelheiten eingehen zu können, werden zunächst die wichtigsten Gesichtspunkte genannt, die für die Planung funktionsgerechter Ställe maßgeblich sind. Sie ergeben sich aus den für die Milchviehhaltung notwendigen Arbeitsbereichen: Melken — Entmistern — Einstreuen — Füttern. Danach schließt sich die Besprechung verbesserter und neuester Baulösungen an. Sie umfaßt folgende Stallformen:

1. Kurzstand-Anbindeställe,
2. mehrteilige Laufställe,
3. Spaltenbodenställe,
4. Laufställe mit Liegeboxen.

In vorhandenen alten Ställen erfordern das Melken 50 bis 60 % vom gesamten Arbeitsumfang, die Entmistung einschließlich Einstreuen 30 % und das Füttern etwa 20 %. Danach müssen sich arbeitssparende Maßnahmen in erster Linie mit den Melkarbeiten befassen, dann erst mit der Entmistung und zum Schluß mit den arbeitswirtschaftlichen Verbesserungen bei der Fütterung.

Die Grenze für die einfache Mechanisierung der Melkarbeit liegt bei acht Kühen im Anbindestall und bei 15 bis 20 Kühen für den Übergang auf Laufstallhaltung mit Melkstand. Im Anbindestall für 20 Tiere schneidet arbeitswirtschaftlich und kostenmäßig am besten noch das Eimermelken ab, dicht gefolgt von dem Verfahren mit Absaugleitung und Tank. Mit dem Melkstand im Laufstall sind ab etwa 20 Kühen geringere Arbeitskosten als im Anbindestall mit Absaugleitungen zu erzielen. In kleineren Milchkuhbeständen können Melkbuchten lediglich zur Arbeits erleichterung dienen und sind wegen der hohen Kosten nur in einfachen Ausführungen ohne zusätzlichen Raumanspruch vertretbar.

Der Übergang zur Laufstallhaltung scheiterte bisher häufig an den hohen Investitionen, die für einen vom Stallraum getrennten Melkstand notwendig sind. Neuere Entwicklungen machen preiswertere Installationen möglich. Im Baukastensystem lassen sich heute sowohl einfache Fischgrätenstände als auch Reihenmelkstände weitgehend selbst montieren. Vorläufig sind Reihenmelkstände für kleinere Bestände günstiger, da durch die Längsaufstellung der Tiere parallel zum Melkflur kein Zwang zur mechanischen Kraftfütterzuteilung besteht und somit die Gesamtanlage billig errichtet werden kann. So würde ein im Stallraum untergebrachter Melkstand in Herden von 20 bis 30 Kühen eine um 30 bis 60 % geringere Gebäudebelastung für den Arbeitsgang Melken im Laufstall erfordern, so daß sich die Baukosten kleinerer Laufställe verringern ließen. Ab etwa 30 Kühen steht der Fischgrätenmelkstand im Vordergrund mit den eindeutig kürzeren Melkzeiten.

Für die mechanische Entmistung ist es stets vorteilhaft, wenn der Dung auf vorgegebenen Achsen anfällt. Das spricht zunächst für den Anbindestall, der zweifellos am besten für den Einsatz von Entmistungsgeräten geeignet ist. Herkömmliche Laufställe müssen zwar nicht täglich entmistet werden, man benötigt jedoch größere Einstreumengen und hat damit im Endeffekt doch mehr Arbeit. Der Ein-

satz von vollmechanischen Entmistungsgeräten im Laufstall erfordert eine Lauf- und Liegeflächenbeschränkung je Tier und kann — achsengerecht angelegt — wesentliche arbeitswirtschaftliche Verbesserungen bringen. Jede Art der Überflurentmistung in Laufställen ist dagegen noch an handbediente Geräte gebunden. Die vollmechanischen Verfahren für Fest- und Flüssigmist setzen einen Rostboden voraus und verursachen den geringsten Arbeitsaufwand, da alle Verunreinigungen von den Tieren durch die Schlitze getreten werden. Laufhofdung als Festmist kann man in einfachen Dunglegen mit durchlässigen Seitenwänden zur Entwässerung des Kot-Harngemisches lagern. Ställe mit Flüssigmistverfahren benötigen zur Güllespeicherung ausreichenden Grubenraum und werden dadurch unter Umständen mit höherem Gebäudekapital belastet.

Die Arbeitsverfahren des Einstreuens sind abhängig von der Haltungform und der verwendeten Strohmenge. Viele Grünlandbetriebe, aber auch alle anderen, die zu intensiven Fruchtfolgen übergehen wollen, stehen heute aus Gründen der Arbeits- und Kostenersparnis vor der Frage, wie der hohe Strohbedarf der bisherigen Stallformen reduziert werden kann. Diese Forderung ist zum Angelpunkt in der gesamten Rinderhaltung geworden und stellt eine bedeutende Wende für den Stallbau dar.

Eine Verminderung des Arbeitszeitbedarfes der Fütterung ist im wesentlichen durch folgende Maßnahmen zu erreichen:

1. Einsatz vereinfachter Futterrationen,
2. Gute Bauplanung und Bauausführung (zum Beispiel günstige Zuordnung der Vorrats- und Verbrauchsräume, ebene Verkehrswege),
3. Verwendung leistungsfähiger Transportfahrzeuge,
4. Mechanisierung der Futterentnahme und Futtervorlage.

Anbindestall oder Laufstall?

In den Betrieben des süddeutschen Raumes herrscht bis heute der Anbindestall vor, in dem Milchvieh auf mehr oder weniger stark eingestreuten Mittellängständen gehalten wird. Diese Stallform kann in der Regel arbeitswirtschaftlich nur ungenügend verbessert werden und besitzt kaum Erweiterungsmöglichkeiten. Selbst der Einbau von Entmistungsanlagen ist häufig schwierig, oder nur durch eine weniger befriedigende Teilmechanisierung zu bewerkstelligen. Ähnliche Erschwernisse ergeben sich, wenn Futtertransport und Futtervorlage verbessert werden sollen. Die derzeitigen Anbindeställe sind mit 120 bis 200 AKh je Kuh und Jahr noch sehr arbeitsaufwendig. Für die Milchgewinnung sind dem Anbindestall alter Prägung im Zuge der arbeitswirtschaftlichen Rationalisierung feste Grenzen gesetzt, die eine betriebliche Schwerpunktbildung beschränken können. In vielen Fällen bietet das Überwechseln in die Haltungform des Laufstalles günstigere Möglichkeiten. Selbstverständlich wird es auch nach wie vor Anbindeställe geben; sie sollten jedoch zweckmäßig gebaut werden. In diesem Zusammenhang ist an solche Zucht- und Mastbetriebe zu denken, die größte Leistungen nur im Anbindestall erreicht haben, allerdings oft mit erheblichen Arbeitskosten.

Im Folgenden werden zunächst die beiden Rinderstallformen — der Anbinde- und der Laufstall — jeweils am Beispiel einer bereits häufig angewendeten, jedoch schon fortschrittlichen Lösung gegenübergestellt und versucht, wesentliche Merkmale herauszugreifen, um dadurch die neuesten Entwicklungen im Spaltenboden- und im Boxenlaufstall besser verständlich machen zu können.

Kurzstand-Anbindeställe

Als neuzeitliche Anordnung des Anbindestalles gilt zweifellos die verbesserte Kurzstand-Aufstallung. Charakteristisch ist dabei, daß das Tier weitgehend in seiner Bewegungsfreiheit eingeschränkt wird, um die Liegefläche sauberzuhalten und die Entmistungsarbeiten möglichst voll mechanisieren zu können. In eingestreuten Kurzständen wird bereits mehr als die Hälfte Streumaterial gespart gegenüber dem herkömmlichen Mittellängstand. Vorausset-

zung ist genaue Anpassung der Standlänge an die Tierlänge. Ein kurzer Hinweis auf die Berechnung: Die Länge der Standplatte vom Halsansatz des angebundenen Tieres bis zur Kotstufe soll 90 % der Rumpflänge beziehungsweise bei Gitterrostaufstallung 80 % der Rumpflänge entsprechen — gemessen vom Bug bis Sitzbein¹⁾. Der Abstand vom Halsansatz bis Krippe und Tränkebecken müssen auch für kurze Tiere noch erreichbar sein. Wichtigstes Hilfsmittel zur Standlängenänderung ist die verstellbare Anbindevorrichtung.

Am besten geeignet sind hierfür die Grabnerkette und die Gleitschwengelanbindung beziehungsweise der Halsrahmen. Der Halsrahmen beschränkt die freie Beweglichkeit der Tiere wesentlich mehr, hat jedoch den Vorteil, die Rinder nach dem Weidegang damit gruppenweise einzufangen und festlegen zu können. In Betrieben mit größeren Herden wird dieser täglich zweimal sich abspielende Vorgang trotzdem heute als zeitraubend und störend empfunden.

Die Kotstufe sollte mindestens 25 cm tief sein und so den Tieren das Heruntertreten erschweren und eine Beschmutzungsquelle beseitigen. Das Abschrägen der Kotstufe am Standende ist dafür wenig geeignet, da die schräge Fläche zu Verletzungen führen kann. Der Stand muß trocken gehalten werden. Den strohlosen Dung muß man mechanisch ausbringen, da er sich von Hand nicht fördern läßt. Man kann dafür praktisch alle bekannten mechanischen Entmistungssysteme verwenden, etwa Schubstange, Ringkreisförderer, Schleppschaukel oder Frontlader. Schleppschaukel und Frontlader verursachen die wenigsten Kosten, setzen aber entsprechende Mistgangbreiten und tägliche Handarbeit für die Bedienung voraus.

In Süddeutschland haben sich Kurzstand-Anbindeställe bisher überwiegend mit Schwemmentmistungsanlagen eingeführt und zwar mit Staurinnen unter Gitterrosten (Abb. 2). Auch hier ist die genaue Anpassung der Standlänge an die Tierlänge erforderlich. Extreme Verkürzungen der Standplatte (etwa auf 1,30 bis 1,35 m für Milchkühe) machen zwar die verstellbare Anbindevorrichtung entbehrlich, zwingen aber die Tiere, dauernd auf dem Rost zu stehen. Bei ungeeigneter Ausführung der Roste sind Klauenschäden die Folge. Bei dieser Stallanordnung ist der Übergang vom Stand auf den Rost meist stufenlos. Die günstigste Ausbildung des Rostes ist leider noch nicht gefunden. Grundsätzlich sollte man bei Schwemmentmistung strohlos arbeiten, um Verstopfungen der Roste zu vermeiden, den Aufwand der Technik für die Zerstörung von Schwimmdecken gering zu halten und die Schwimmdecken-Zerstörung möglichst mit dem Gerät für das Ausbringen verbinden zu können. Die Liegefläche muß gut wärmeisoliert, trocken und sauber sein. Gummimatten sind nicht erforderlich, können jedoch in dem einen oder anderen Fall bei empfindlichen und weichen Klauen oder bei Krankheiten vorteilhaft sein.

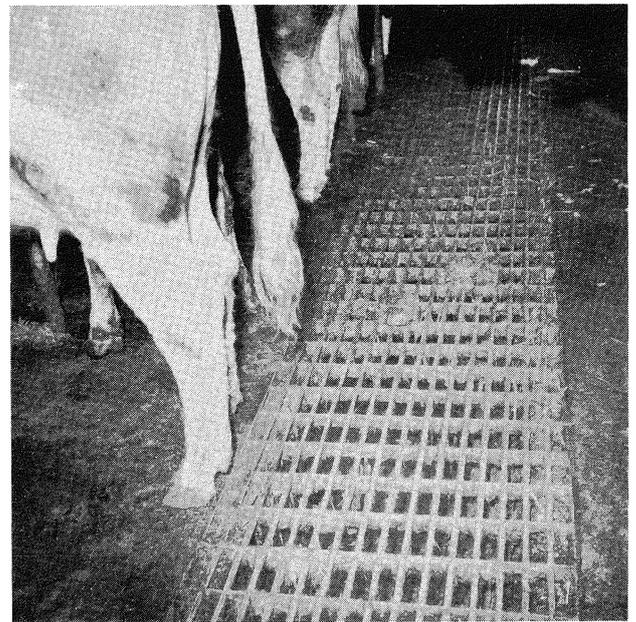


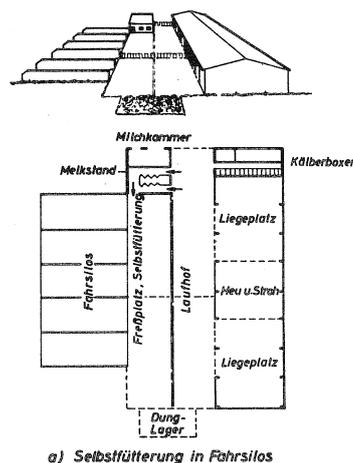
Abb. 2: Gitterrost-Schwemmentmistung im Anbindestall. Die Kühe stehen und liegen auf wärmeisolierten Kurzständen ohne Einstreu

Das Profil der Staurinne ist so auszubilden, daß am Stand eine senkrechte Wand entsteht. Eine Abschrägung wäre Verschmutzungsquelle. Das Unterziehen der Staugrabenwandung unter den Stand bereitet in der praktischen Bauausführung Schwierigkeiten.

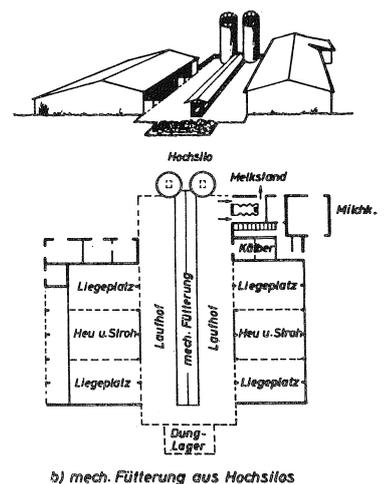
Zum Transport des Flüssigmistes aus dem Stall war bisher häufig die Zugabe von größeren Wassermengen, zwischen 10 und 20 l je Tier und Tag, erforderlich. Neuere Untersuchungen zeigen, daß in Schwemmkänen mit rechteckigem Querschnitt das Kot-Harnmisch auch ohne Wasserzusatz selbsttätig abfließt³⁾. Dadurch wird das sogenannte Fließ- und Treibmistverfahren mit wesentlich geringerem Grubenraum ermöglicht (siehe Abb. 13). Das Reinigen der Roste kann je nach Ausführungsart, abhängig vom Grad der Verunreinigung durch Futterreste und der Kotbeschaffenheit, verhältnismäßig viel Arbeit verursachen. Eine gewisse „Weitmaschigkeit“ dieser Roste ist somit erforderlich, um mit Sicherheit auch festeren Dung loszuwerden. Das deckt sich allerdings nicht immer mit der für die Tiere geforderten Trittsicherheit auf den Gitterrosten. Bisher haben sich Ausführungen mit breiter, flacher Auftrittsfläche, zum Beispiel T-Stabroste, als günstig erwiesen.

Der strohsparende Anbindestall kann durchaus auch für Umbauten in Frage kommen, wenn Dung- und Futterachsen angelegt werden können. Durch genaues Anpassen an

Abb. 3: Mehrteilige Offenlaufställe mit verschiedenen Fütterungsverfahren



a) Selbstfütterung in Fahrhilos



b) mech. Fütterung aus Hochsilos

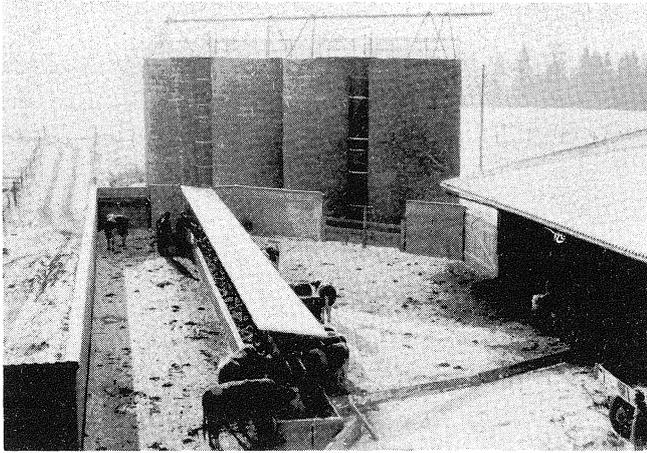


Abb. 4: Offenstallanlage mit mechanischer Fütterung (Schnecke) aus einer Hochsilobatterie. Die Silage wird mit Obenfräsen aus den Behältern entnommen

die Körpermaße der Tiere ist diese Anbindestallform dem herkömmlichen Mittellang-Stand arbeitswirtschaftlich eindeutig überlegen. Der Kurzstand-Anbindestall bietet heute ausgereifte Lösungen, die auch gesundheitliche Schäden weitgehend ausschließen. Der nächste Schritt führte zu Überlegungen, ähnliche strohsparende Verfahren auch für den Laufstall zu finden.

Laufställe sind vorteilhafter

Ein Laufstall für mittlere und kleinere Herden ist nur dann sinnvoll, wenn die Arbeitszeiteinsparung größer als im Kurzstand-Anbindestall wird. Wie bereits ausgeführt, ist die Verwendung des Melkstandes arbeitswirtschaftlich erst in Herden ab 20 Kühen vorteilhaft. Bei geringerer Herdengröße dient er lediglich zur Arbeiterleichterung und verursacht unter Umständen sogar noch höhere Investitionskosten je Kuh. Die Alternative, ob Anbinde- oder Laufstall, ist also in erster Linie von der Kuhzahl abhängig; sie ist somit eine arbeitswirtschaftliche Frage, die auch von der zu erwartenden Betriebsentwicklung bestimmt wird. Nachdem heute festgestellt werden kann, daß der Laufstall in Form des Boxenstalles bereits ab 15 Kühen interessant wird und arbeitswirtschaftlich mit dem Anbindestall konkurriert, ist bei einer zu erwartenden Aufstockung sehr ernst zu prüfen, ob nicht der Laufstall bereits hier den Vorzug verdient. Mit wachsenden Beständen nehmen die Vorteile des Laufstalles gegenüber dem Anbindestall beträchtlich zu.

Diese Vorteile bestehen für Milchvieh aus der zentralisierten Melkarbeit im Melkstand, der erleichterten Verwendung von arbeitssparenden Einrichtungen für die Fütterung (mechanische Fütterung, mechanische Futterzubereitung oder rationierte Selbstfütterung) und dem Wegfallen der täglichen Entmistungsarbeit. Der Aufwand für die Pflege wird geringer im Laufstall, mit dem nicht zuletzt auch vorhandene Betriebsgebäude besser zu nutzen sind. Dabei fällt besonders ins Gewicht, daß häufig die notwendigen Umbauten sich zum Teil auf den Stallinnenausbau beschränken und damit innerhalb der Selbsthilfemöglichkeit des Bauern liegen.

Mehrteiliger Laufstall

Die üblichen Einraumställe konnten zunächst vielfach durch die Übernahme der arbeitswirtschaftlich günstigeren Anordnung des amerikanischen Laufhofsystems mit getrennten Stallbereichen verbessert werden. Sie sind vor allem gekennzeichnet durch die Freßplätze im Freien an mechanischen Fütterungsanlagen oder in Fahrsilos (Abb. 3). Dadurch wurde der Strohbedarf in den Liegehallen um die Hälfte gesenkt. Die befestigten Ausläufe und Freßplätze müssen in Abständen von zwei bis drei Tagen von herumliegendem Dung und Regenwasser gereinigt werden. Unter 5 kg läßt sich die Einstreumenge nicht senken; wesentlich mehr Einstreu ist notwendig, wenn von der Laufplatte vermehrt Verunreinigungen auf die Liegefläche getragen werden. Bei

der Anlage eines mehrteiligen Laufstalles sind einige Grundregeln zu beachten. Zunächst ist auf die folgerichtige Aufteilung der verschiedenen betrieblichen Funktionen zu achten, die aus Ruhe und Bewegung, den Vorgängen des Fütterns, Tränkens, Melkens, sowie der Tierbehandlung und Kälberaufzucht bestehen. Zu jeder Laufstallanlage gehört ein Melkstand, sonst sind die arbeitswirtschaftlichen Vorteile, die ein Laufstall für mittlere und größere Kuhbestände bietet, nur ungenügend auszuschöpfen.

Große, durchdacht angelegte, hartflächige Laufhöfe mit ausreichendem Gefälle müssen vorhanden sein. Liegehallen haben einen Grundflächenbedarf von etwa 4 m² bis 5 m² für eine Milchkuh und 3 m² für das Masttier. Windgeschützte Lagen für den Offenstall sind zu bevorzugen. Ferner sind getrennte Wartepätze vor den Melkständen einzurichten. Auf keinen Fall soll man die Liegehallen als Sammelplatz benutzen, da sonst der Einstreubedarf wieder steigt. Die mechanische Fütterung von Silage über entsprechende Förderaggregate (Abb. 4), die von Entnahmefräsen aus den Hochsilos heraus beschickt werden, oder die Selbstfütterung in einem Fahrsilo lassen sich in dem mehrteiligen Laufstall recht gut verwirklichen.

Entmistet wird der Lagerplatz etwa zwei- oder dreimal im Jahr. In der Regel wird der Frontlader dazu benutzt.

Nicht ganz einfach ist das häufig wiederkehrende Säubern der Lauffläche. Für diesen Zweck läßt sich der Frontlader, besser aber ein an die Dreipunktvorrichtung angebautes Räumchild einsetzen. Übersichtliche, rechteckige Laufhöfe beschleunigen und erleichtern die Säuberung, verwinkelte Ausläufe erhöhen den Umfang der Reinigungsarbeiten, und es bleiben oft Schmutzecken liegen. Der anfallende Dung wird entweder auf Haufen zusammengeschoben und mit dem Frontlader auf einen Stallmiststreuer geladen, oder in entsprechend angelegte Dungbehälter abgeschoben und weggespült. Die größte Behinderung dieser Laufställe besteht in dem Problem der getrennten Abführung größerer Mengen Oberflächenwasser, welches sich mit dem Lauffhof zu einer schlammartigen Masse vermischt.

Durch diese Laufstallform angeregt, sind in Beratung und Praxis über weitere, verbesserte Entwicklungen der Laufställe lebhafte Diskussionen im Gange, in denen vor allem strohsparende Möglichkeiten, wie sie Spaltenboden und Liegeboxen bringen, eine Rolle spielen. Der geschilderte Mehrraumlaufstall, der die Stallbereiche von Liege- und Freßplatz scharf voneinander trennt, spart zwar Einstreu und läßt die anderen Vorteile der freien Beweglichkeit der Tiere voll zur Geltung kommen. Aber das Problem der Laufflächenreinigung ist bis heute noch nicht befriedigend gelöst, da neben der Abführung von zeitweise hohen Mengen Oberflächenwasser im Winter auch starker Frost hinderlich sein kann.

Einzelne Betriebsleiter versuchen, durch Vergüllung den strohlosen Kot zu beseitigen. Sie bekommen aber dadurch eine zweite Mistkette mit Fässern und Pumpenaggregaten, die betriebswirtschaftlich in den meisten Fällen nicht zu rechtfertigen ist. Es wird daher häufig versucht, alle Bereiche dieser Offenställe wieder unter Dach zu legen und auf den großen Lauffhof zu verzichten. In solchen geschlossenen Leichtbauhallen ergeben sich jedoch Schwierigkeiten hinsichtlich einer ausgeglichenen Klimatisierung. Es handelt sich dann weder um einen Kaltstall, noch sind die Voraussetzungen für einen Warmstall gegeben. Nasse Stalldecken und feuchte Stallluft sind die Folgen. Der Einbau von Zwangsentlüftungsanlagen kann da auch nicht helfen. Wenn keine ausreichende Wärmedämmung der raumumschließenden Bauteile vorhanden ist und je GV über 22 m³ Stallraum anfallen, können derartige Ställe im Winterhalbjahr nicht trockengehalten werden. Man muß sich da konsequent entscheiden: Entweder den reinen Kaltstall (Offen- oder Halbopenstall) oder den geschlossenen, ausreichend gedämmten Warmstall zu bauen. Man versucht daher, Flächen und Raumbedarf in neueren Laufställen stark zu reduzieren, um möglichst in die Raumzone des Anbindestalles zu gelangen.

Spaltenbodenlaufställe

Vor etwa 12 Jahren in Norwegen für die Rindviehhaltung in Grünlandbetrieben entwickelt, werden heute Balkenrostböden für Laufställe auch vermehrt in Westdeutschland angewendet⁵⁾. Die bisher bekannt gewordenen Lösungen lassen sich je nach Anteil des Spaltenbodens an der Gesamtstallanlage aufgliedern in:

- Vollspaltenbodenställe, in denen die gesamte Stallfläche mit dem Schlitzboden ausgelegt ist.
- Teilspaltenbodenställe mit eingestreuter Liegefläche oder Boxen.

Beim **Vollspaltenbodenstall** handelt es sich um einen geschlossenen, meist einteiligen Stall, in dem die Tiere auf dem Spaltenboden stehen, liegen und gefüttert werden (Abb. 5). Damit entfällt der Zwang zum Einstreuen. Das Futter wird mit Hilfe befahrbarer Futtertische oder mit mechanischen Fütterungseinrichtungen vorgelegt.

In milderen Lagen sind Ställe mit Eingangsschleusen und Selbstfütterung außerhalb des Stalles im Fahrсило möglich. Die Stallanlage sollte jedoch ebenso wie der Anbindestall gut wärmedämmend sein und mit entsprechenden Lüftungseinrichtungen versehen werden. Unter dem Spaltenboden befinden sich in Kammern unterteilte Speicherräume, in die der durchgetretene Kot fällt. Die Behälter werden im Flüssigmistverfahren entleert, Dungkelleranlagen im Ausland auch mit dem Frontlader.

Als Material für die Balken haben sich Beton, Ziegel und Hartholz in T- und Trapezform bewährt (Abb. 6). Die Oberfläche sollte bis auf eine geringfügige Abrundung der äußeren Kanten eben und nicht glatt sein. Während Hartholzbalken in Buchten mit jüngeren Tieren sowie bei allen Altersklassen in der Liegezone gut geeignet sind, werden härtere Materialien in der Hauptbewegungszone des Stallraumes vorgezogen. Als recht widerstandsfähig erwiesen sich afrikanische Bongossihölzer. Um Verletzungen zu verhindern, ist es erforderlich, die in der Tabelle angegebenen Schlitzbreiten genauestens einzuhalten und beim Auslegen des Spaltenbodens auch darauf zu achten, daß in der Höhe keine Toleranzen entstehen. Vom Verfahren her gesehen, ermöglicht der Spaltenboden die Übertragung der arbeitswirtschaftlich vorteilhaften strohlosen Tierhaltung vom Kurzstand-Anbindestall auf den Laufstall. Trotz eingeschränkter Stallgrundfläche je Tier ist bei einem solchen Stall mit höheren Bauaufwendungen zu rechnen, da es sich um einen Massivstall handelt und Eigenleistungen beim Bau des Gebäudes nur in bescheidenem Umfang verrichtet werden können.

Wie in verschiedenen Untersuchungen vor allem in England festgestellt werden konnte, eignet sich der Vollspaltenbodenstall für Milchvieh nicht⁶⁾. Er wird daher nur für Jungvieh und gegebenenfalls für Milchvieh zu empfehlen sein. Bedenken gegen Vollspaltenbodenställe bei Milchvieh werden hauptsächlich geäußert wegen

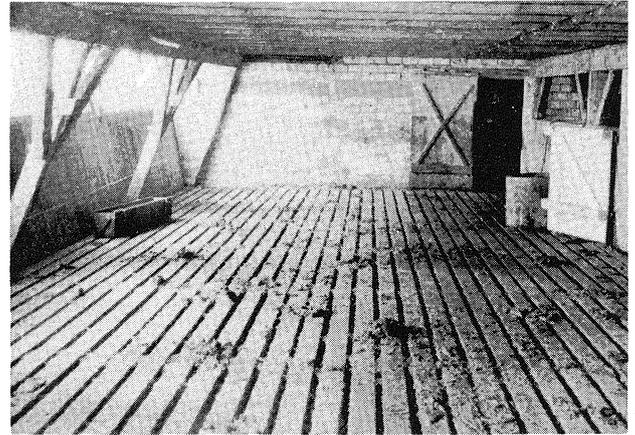


Abb. 5: Streuloser Einraum-Laufstall für Rindvieh mit Spaltenboden auf der gesamten Stallfläche. Der von den Tieren durchgetretene Dung wird in Gruben aufgefangen und meist als Flüssigmist ausgebracht

1. der größeren Wärmeableitung liegender Tiere auf Rostböden, die zu gesundheitlichen Schäden und Leistungsrückgang führen kann;
2. der Verletzungsgefahr an Zitzen und Klauen, die in einem eng belegten Spaltenbodenstall durch den oft erzwungenen Wechsel von Ruhe und Bewegung in erheblichem Maße besteht als in Ställen mit geschlossenen, meist eingestreuten Liegeplätzen.

Messungen von Ober bestätigen andere Beobachtungen, daß bei Tieren, die auf Spaltenböden liegen müssen, je nach verwendetem Material mit einem zwei- bis zehnfachen Wärmeentzug gegenüber einem eingestreuten Liegeplatz normaler Ausführung zu rechnen ist⁶⁾.

Tabelle 1: Auftrittsweite und Balkenabstand in Spaltenbodenställen für Rindvieh

Altersgruppen Rindvieh	Auftrittsweite d. Rostbalken cm	Obere Spaltenbreite cm
Jungvieh	6—7,5	2,5—3,0
2—5 Monate	10—12,5	3,0—3,5
6—9 "	10—12,5	3,0—3,5
9—15 "	10—12,5	3,5
15—21 "	10—12,5	3,5
Tragende Färsen und Mastvieh über 2 Jahre	10—12,5	3,5—4,0
Milchkühe	12,5—15,0	3,5—4,0

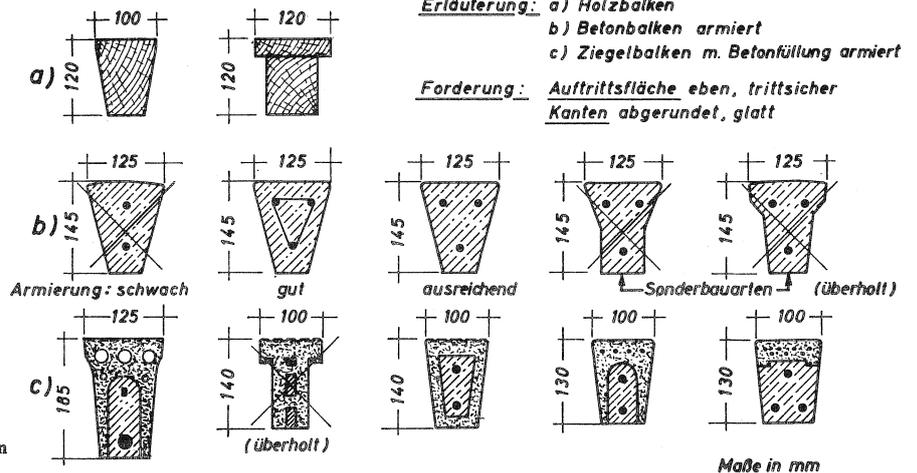


Abb. 6: Querschnitt-Profile von Spaltenbodenbalken

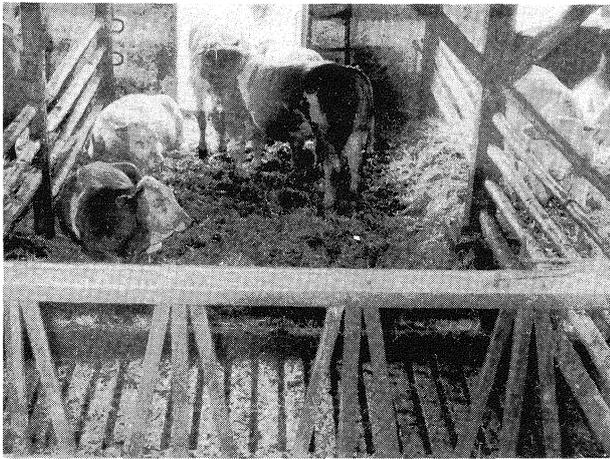


Abb. 7: Unterteilter Laufstall mit Spaltenboden am Freßplatz. Die Liegefläche ist eingestreut. Der unter den Rosten lagernde Dung kann mit Frontlader oder Schleppeischaufel ausgebracht werden

Sorgfältig ausgelegt, haben sich Balkenroste jedoch auf Mistgängen und Freßplätzen in Milch- und Jungviehlaufställen als brauchbar erwiesen. Durchlässige Stallfußböden wird man künftig in Rinderlaufställen überall dort empfehlen können, wo aus arbeitswirtschaftlichen Gründen saubere Stallbereiche angestrebt werden und alle Verunreinigungen auf Lauf- und Freßplätzen durch die Tiere selbst beseitigt werden sollen.

Liegefläche eingestreut, Spaltenboden am Freßplatz

Eine dahingehend verbesserte Lösung für einen mehrteiligen Laufstall besteht darin, daß der Freßplatz wieder unter Dach gelegt wird, die Tiere weniger Bewegungsfläche erhalten und Lauf- und Standflächen vor dem Futtertrog etwa 3 m breit als Spaltenboden ausgeführt werden (Abb. 7). Der Liegeplatz ist eingestreut. Diese Stallanordnung besitzt den Vorteil, daß die Tiere den bei der Futteraufnahme anfallenden Kot bereits am Freßplatz durch die Schlitzlöcher in eine Dungsgrube treten. Der sich unter dem Spaltenboden ansammelnde Mist wird mit dem Frontlader beseitigt, wozu der Spaltenboden hochgehoben wird. Wenn die Voraussetzungen zum Aufklappen des Spaltenbodens am Freßplatz fehlen, kann auch vollmechanisch mit Hilfe einer Schleppeischaufel entmistet werden. Zum Nachstreuen des Liegeplatzes reichen etwa 3 bis 4 kg Stroh je Tier und Tag aus. Der Höhenunterschied zwischen Freßplatz und Liegeplatz beträgt 80 bis 100 cm. Ein solcher Stall wird zweckmäßig nach den verschiedenen Altersgruppen der Tiere aufgeteilt, die dann jeweils nur einen Zugang zum Freßplatz haben. Für jeden Zugang ist eine Stufe mit 50 cm Auftrittsweite vorgesehen. Reinigungsarbeiten sind auf dem Freßplatz nicht mehr erforderlich. Diese Laufstallbauart eignet sich besonders gut für den Einbau in vorhandene Gebäude. Die Spaltenbodenauflagefläche auf dem Freßplatz kann bei ent-

sprechender Anordnung des Melkstandes auch als Vorwarteraum benutzt werden, wodurch zusätzlicher Platzbedarf entfällt.

Für die Arbeitsproduktivität in allen diesen Ställen ist es ebenfalls von entscheidender Bedeutung, daß die nur wenig mechanisierbaren Arbeiten — wie Milchpflege, Kälbertränken und ähnliches — durch eine Einschränkung der Lastenwege und räumliche Zusammenlegung der zusammengehörenden Arbeiten verkürzt und erleichtert werden⁷⁾. Deshalb ist es wichtig, nicht nur eine klare Futter- und Mistachse zu schaffen als Voraussetzung für die Technisierung dieser Arbeitsgänge, sondern auch die noch stark mit Handarbeit belastete Milchpflege durch bauliche Kombinationen arbeitsparend zu gestalten. Wie Abbildung 8 zeigt, sind Melkstand, Milchkammer und Kälberstall durch kurze Wege miteinander verbunden. Der Abkalbestall in Verlängerung der Futter- und Mistachse kann vom Laufstall aus beschickt werden und hat eine direkte Verbindung zum Kälberstall. Damit ist der Arbeitskreis Milchgewinnung und Milchpflege mit Kälberaufzucht geschlossen.

Boxenlaufställe

Die jüngste Entwicklung einstreusparender Laufställe ist der Boxenlaufstall. Während in der mehrteiligen Stallform für alle Tiere gemeinsam eine große Liegefläche vorhanden ist, wird beim Boxenlaufstall die bisherige Liegefläche durch Gänge erschlossen; die Liegefläche ist in Boxen aufgeteilt, deren Abmessungen den Körpermaßen der Tiere angepaßt sind. (Richtmaß: 2,10 m bis 2,20 m lang, 1,10 m bis 1,15 m breit). Diese Liegeplätze können ein- und mehrreihig angeordnet sein (Abb. 9). Sie erhalten in der Regel eine Stroh- und Sägemehlaufgabe, die nur ein- bis zweimal in der Woche nachgestreut zu werden braucht. Große Strohlageräume werden bei dieser Stallform nicht benötigt.

Verschiedene Lösungen für den Boxenlaufstall haben sich inzwischen entwickelt⁸⁾. Es lassen sich unterscheiden:

1. Boxenlaufställe mit planbetonierten Flächen und
2. Boxenlaufställe mit Laufwegen und Freßplätzen aus Spaltenböden.

Während Boxenställe mit Spaltenböden (Abb. 10) im rauheren Klimabereich wegen leichten Zufrierens der Spalten geschlossen sein müssen, können Liegeboxen mit befestigtem, glatten Auslauf notfalls auch in halboffenen Leichtbauhallen errichtet werden. Abhängig von der Anordnung führt die Aufstellung von Liegeboxen in alten und neuen Gebäuden zur besseren Raumausnutzung, so daß sich häufig die doppelte Anzahl Tiere unterbringen läßt. Weiterhin ist vorteilhaft, daß der Boxenlaufstall wie ein Baukasten leicht wandelbar und anpassungsfähig ist und sich wie keine andere Stallform für den Einbau in Altgebäude verschiedener typischer Gehöftformen eignet. Wird die offene Anlage mit einem freien, betonierten Laufhof gewählt, empfiehlt sich häufig die Querverschließung vorhandener

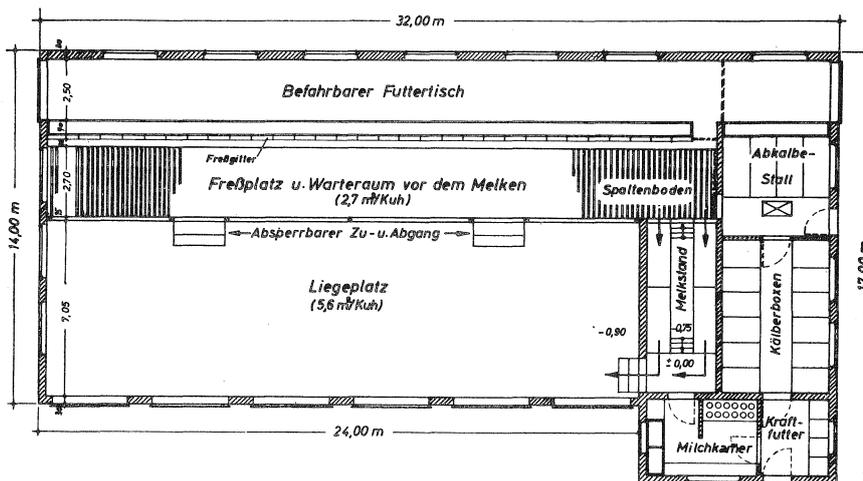


Abb. 8: Zweiraum-Laufstall für 30 Milchkühe mit Spaltenboden am Freßplatz und eingestreutem Liegeplatz (günstige Zuordnung der Nebenräume)

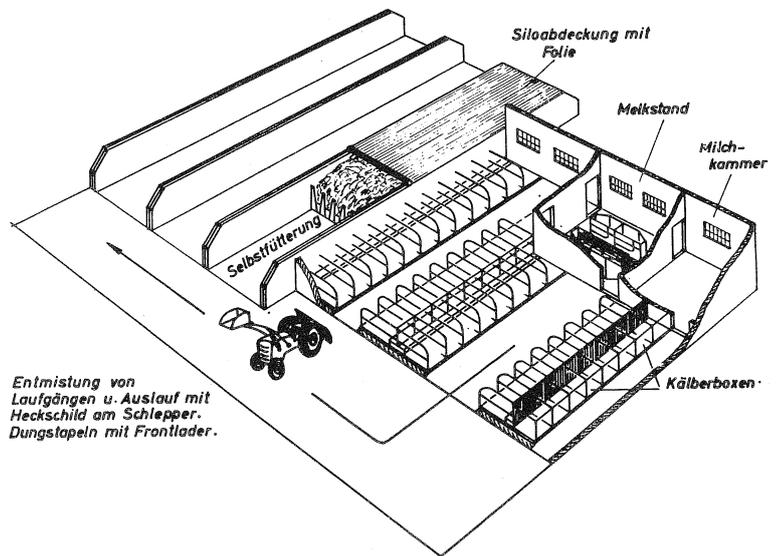


Abb. 9: Boxenlaufstall mit planbefestigter Lauffläche und Selbstfütterung in Flachsilo



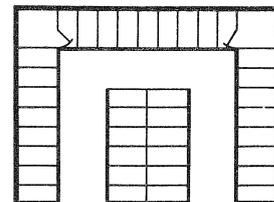
Abb. 10: Liegeboxen mit anschließender Lauffläche aus Spaltenboden

Baulichkeiten. Wie im Mehrraumlaufstall muß dann auch hier zwei- bis viermal wöchentlich der Laufhof dieses im Ruhebereich verbesserten Offenstalles gereinigt werden. Dazu wird der Frontlader am Schlepper oder ein Schiebeschilde eingesetzt. Somit verursacht der Boxenlaufstall mit planbefestigten Laufflächen durch die handgesteuerte Säuberung einen etwas höheren Arbeitsbedarf als Boxenställe mit Spaltenböden und Unterflurentmistung. Zur Erleichterung des Dungabschiebens sind gradlinige befahrbare Achsen erforderlich; abgewinkelte Gänge, wie auf Abbildung 11 gezeigt, stören den Arbeitsablauf.

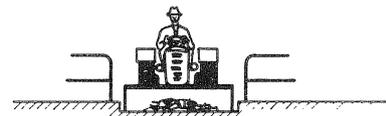
Die vollmechanische Dungenfernung läßt sich nur in zusammenliegenden Stallbereichen mit Hilfe von Spaltenböden auf den Lauf- und Mistgängen ermöglichen⁹⁾. Dadurch können — entsprechende Futterstellen vorausgesetzt — die nicht sehr geschätzten kurzfristigen Schleppereinsätze zum Reinigen entfallen, die gerade im Winter beim Starten und mit dem sich kaum warmlaufenden Motor zu Schwierigkeiten führen. Als vollmechanische Anlage hat sich bisher für die tägliche Entmistung unter dem Spaltenboden die mit einem Seil gezogene Schleppschaufel bewährt. Auch weitgehend strohloser Dung läßt sich mit diesem Gerät aus einem 50 cm bis 60 cm tiefen Dungkanal unter dem Spaltenrost auf die außerhalb liegende Dungstätte fördern. Diesen Stapelplatz sollte man zum Entleeren mit dem Front-

laderschlepper befahren können, und er sollte zumindest eine durchlässige Seitenwand zur Entwässerung des Kot-Harngemisches haben. Abbildung 12 zeigt den Einbauplan von einer zweiseitigen Schleppschaufelentmistung unter Flur in einem kleineren Boxenstall mit Spaltenbodenlauffläche. Im oberen Bereich der Darstellung ist ein Schnitt durch die Dunglege abgebildet.

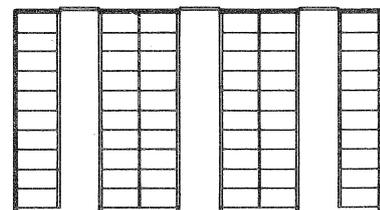
Die Flüssigmistaufbereitung unter dem Spaltenboden erfolgt in Speicherbehältern, die entweder im Stallbereich oder getrennt außerhalb liegen. Abbildung 13 zeigt die drei Verfahren, die dafür geeignet sind. Die Schwemmrinnen (1) verlieren jedoch heute an Bedeutung, nachdem sich die wasser- und damit grubenraumsparende Fließ- und Treibentmistung (2) als brauchbar erwiesen hat. Um Störungen zu vermeiden, empfiehlt es sich, in Ställen über 30 m Länge die Kanäle zu halbieren und den Speicherraum an der Stall-Längsseite unterzubringen. Die Lagerung des Dunges im Stallraum unter dem Spaltenboden (3) ist zwar kostenmäßig oft das Günstigste, verlangt aber eine ausreichend dimensionierte Stallentlüftung. Außerdem bereitet die Entleerung von Gruben unter Spaltenböden noch Schwierigkeiten —



Liegeboxenanordnung mit abgewinkelten Mistachsen



Entmistung mit Schlepperfrontlader oder Schiebeschilde



Liegeboxenanordnung mit geraden Mistachsen

Abb. 11: Zur täglichen Säuberung der Liegehalle eines Boxenlaufstalles sollten geradlinig verlaufende Dunggänge vorhanden sein

vor allem beim Aufrühren und Auspumpen der Dickgülle — und ist häufig mit Verschmutzung der Lauf- und Freßplätze sowie mit Geruchsbelästigung verbunden. Die Lösungen und Probleme der Flüssigmistverfahren unter Teilspaltenböden gelten auch für den Vollspaltenbodenstall.

Noch ein Wort zum Melken im Boxenstall: Die Ausbildung des Melkstandes für Boxenställe ist von der Bestandsgröße abhängig. Nicht immer muß es der Fischgrätenmelk-

stand sein, der nur mit einer heute noch sehr teuren Kraftfütterzuteilungstechnik sinnvoll ist. Um die Baukosten für ein getrenntes Melkhaus in kleineren und mittleren Kuhbeständen zu umgehen, können vereinfachte Melkstände im Liegeraum des Boxenstalles mit untergebracht werden. Teils stationär, teils verschiebbar angeordnet, werden sie in den unmittelbaren Stallbereich eingefügt. Die Anordnung einfacher, verschiebbarer Melkbuchten auf die Futterachse eines geschlossenen Boxenlaufstalles zeigt Abbildung 14. In Abbildung 15 sind die Stände in den Stallbereich zurückgeschoben für die freie Durchfahrt mit Schlepper und Wagen. Die Arbeitszeiten verschiedener Anbinde- und Laufställe werden in Abbildung 16 verglichen. Danach entsteht die geringste Arbeitszeit in einem funktionsgerecht angelegten Boxenlaufstall¹³⁾. Die günstigen Ergebnisse von 70 Akh je Kuh und Jahr bei 20 Kühen (bei 40 Kühen sind es nur noch 55 Akh) können neben der zentralisierten Melkarbeit hauptsächlich auf die Verminderung der Stroh-Stallmistarbeiten zurückgeführt werden. Der Aufwand für das Einstreuen fällt im Boxenstall überhaupt nicht ins Gewicht.

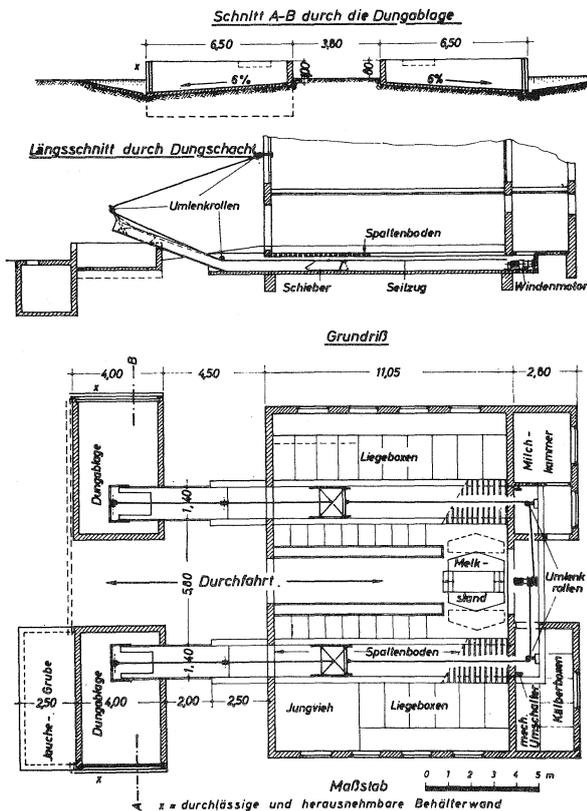


Abb. 12: Schlepplaufanlage für die Unterflurentmistung eines geschlossenen Laufstalles mit Liegeboxen

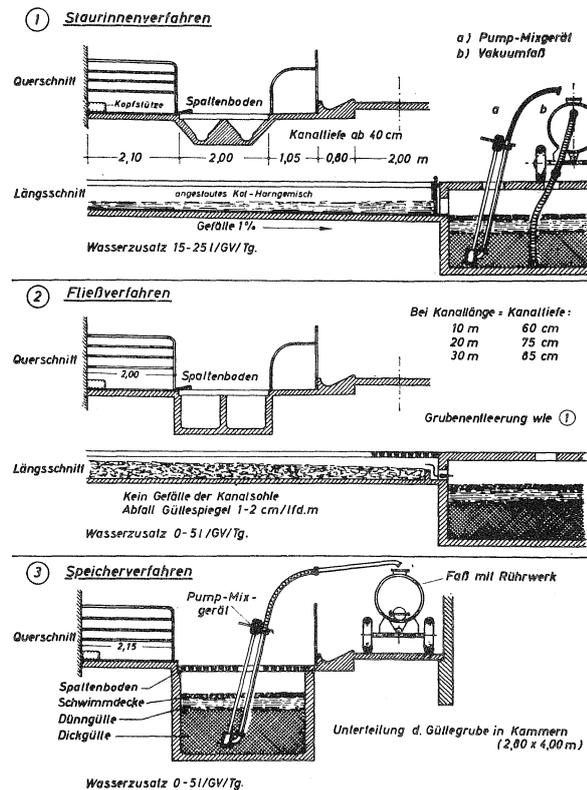


Abb. 13: Flüssigmistverfahren für Boxenställe mit Spaltenbodenaufläufen

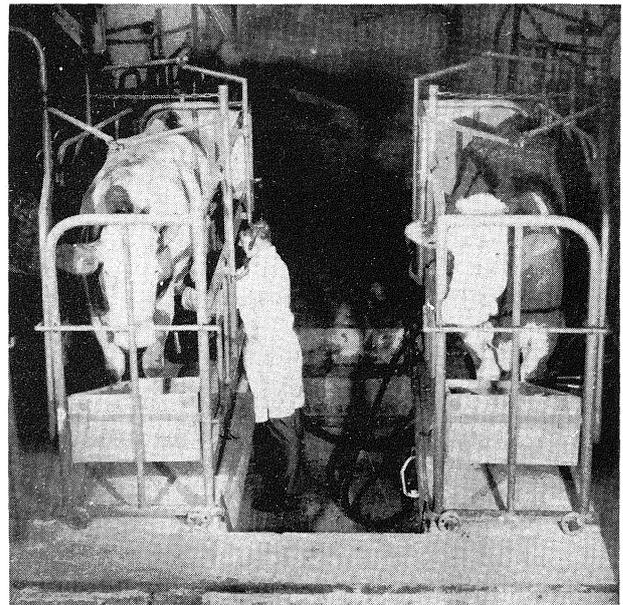


Abb. 14: Anordnung eines einfachen, verschiebbaren Melkstandes auf dem befahrbaren Futtertisch eines Boxenlaufstalles für 15 Kühe (Arbeitsstellung)

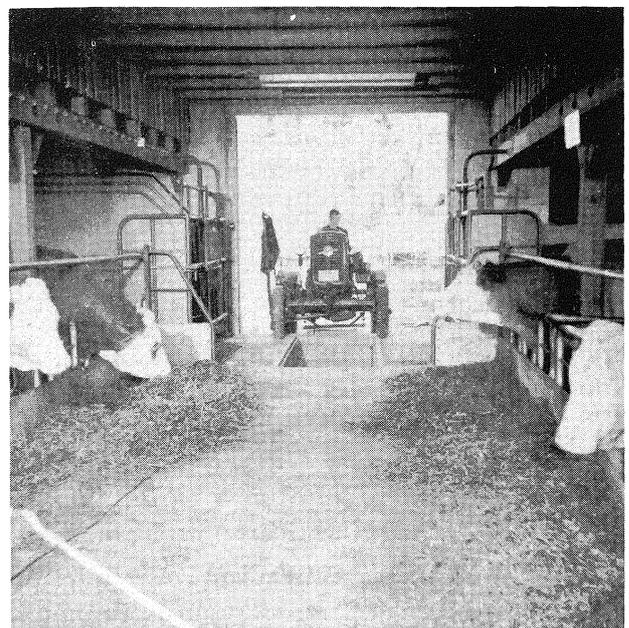


Abb. 15: Die zurückgeschobenen Melkbuchten ermöglichen die ungehinderte Stalldurchfahrt mit Schlepper und Wagen. Die Fläche für das Einfügen des Melkstandes in den Stallraum ergibt sich aus der Differenz zwischen Freßplatzbreite und Liegeboxenbreite

Wie auch aus den Berichten anderer Autoren hervorgeht, stellt damit der Boxenlaufstall wohl die revolutionärste Entwicklung im Rindvieh-Stallbau der letzten Jahrzehnte dar.

Schlußbetrachtung und Zusammenfassung

Vorstehende Ausführungen befaßten sich mit funktionsgerechten, das heißt vor allem arbeitssparenden neuen Stalllösungen. Veränderte Formen der Stallhaltung werden sich aber nur dann durchsetzen, wenn Preise und Kosten geringer sind als der bisherige Einrichtungsbedarf üblicher Aufstallungen. Weniger Lagerräume für Einstreu und Rauhfutter senken die Gesamtinvestitionen für ein Bauvorhaben ebenso, wie vereinfachte Haltungsformen. Günstig ist die Anlage solcher Stallungen, bei deren Bau größere Eigenleistungen der Betriebe möglich sind. Neue Stallräume müssen auch leicht erweiterungsfähig und wandelbar sein. Vorgefertigte Bauelemente gewinnen hierfür Bedeutung. Die Überlegungen der Tierhaltung — also das Wohlbefinden und die davon abhängenden Leistungen der Tiere — müssen nach wie vor im Mittelpunkt aller Überlegungen stehen, besonders wenn man sich an den schwierigsten Teil solcher Probleme heranwagt, nämlich an neue Aufstallungsformen für hochwertige und empfindliche Milchtiere. Andererseits verlangt die Neuorientierung der Innenwirtschaft heute konsequente Lösungen. Diese Forderung ist nur zu verwirklichen, wenn künftig geordnete Leitbilder für rationelle Produktionsverfahren aufgestellt werden. Folgende Merkmale kennzeichnen den Entwicklungsstand neuer Stallformen:

1. Die Errichtung neuer Stallgebäude ist abhängig von den Verfahren der Arbeitserledigung bei verschiedenen Haltungsformen der Tiere. Sie beziehen sich auf die Hauptabschnitte der Stallarbeiten, die durch Melken, Entmisten, Einstreuen und Füttern gegeben sind.
2. Der verbesserte strohsparende Kurzstand-Anbindestall hat auch künftig für die bäuerliche Kuhherde seine Berechtigung, da neben der mechanisierten Melkarbeit beste Verfahren für die Entmistung eingesetzt werden können.
3. Im Zuge einer Rationalisierung der Haltung von Rindvieh sind dem Anbindestall jedoch bei Umbauten und Vergrößerungen feste Grenzen gesetzt. In vielen Fällen bietet daher der Laufstall günstigere Möglichkeiten.

4. Strohsparende Rindviehhaltung ist heute nicht nur im Anbindestall, sondern auch in funktionell verbesserten Laufställen möglich. Mehrteilige Laufställe benötigen noch 3—5 kg Stroh je Tier und Tag. In Spaltenboden- und Boxenlaufställen entfällt der Zwang zum Einstreuen. Strohbergeraum ist nicht mehr erforderlich. Preise und Kosten neuer Stallgebäude werden hiervon wesentlich beeinflusst.
5. Mit dem Einbau von Liegeboxen lassen sich schließlich die Vorteile des neuzeitlichen, einstreusparenden Anbindestalles mit den Vorzügen der Zentralisierung von Füttern und Melken im Mehrraumlaufstall bei zweckmäßiger Durchplanung günstig kombinieren. Damit kann die bisher wesentlichste Vereinfachung in der Milchviehhaltung herbeigeführt werden.

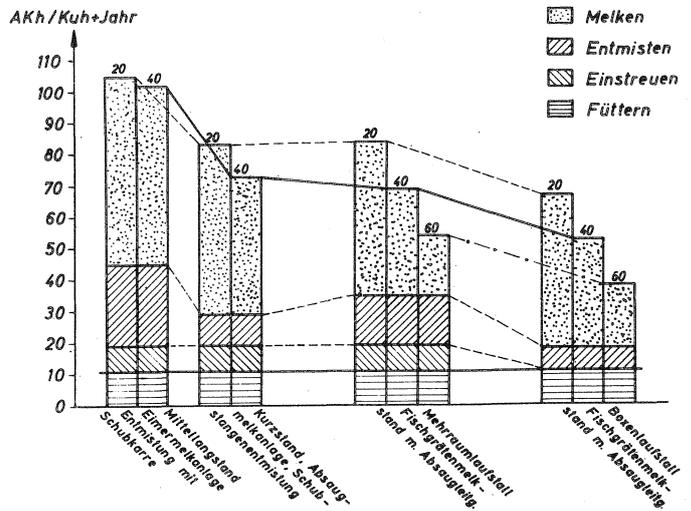


Abb. 16: Arbeitszeitbedarf in der Kuhhaltung bei verschiedenen Aufstallungsformen in Beständen von 20/40/60 Kühen

Mastschweinehaltung und betriebseigene Futteraufbereitung

Im ersten Beispiel wurde über einen Betrieb berichtet, der mit geringem Kapitaleinsatz seine alten Hofgebäude weitgehend in Eigenhilfe zu brauchbaren Produktionsstätten für Zucht- und Mastschweine umgebaut hat. Im folgenden wollen wir uns einen Umbau ansehen, bei dem eine hochmechanisierte Lösung verwirklicht werden konnte.

Der Hof des Herrn St. liegt im Landkreis Erding. Es handelt sich um einen reinen Ackerbaubetrieb mit 90 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche. Davon entfielen nur 4 ha auf Grünland. Nach Meinung des Betriebsleiters war dies als Grundlage zum Aufbau eines größeren Rindviehbestandes zu wenig. Außerdem war der Kuhstall mit massiver Gewölbedecke veraltet und hätte

gründlich umgebaut und erweitert werden müssen. So wurde das Grünland nach vorhergehender Drainage umgebrochen. Mit einem Aufwand von 6000 DM war das wesentlich billiger als neue bauliche und technische Einrichtungen für die Rindviehhaltung. Herr St. äußerte sich hierzu: „Jetzt sind 95% aller Flächen mit Getreide und Mais bestellt. In der Mastschweinehaltung sehe ich die beste Möglichkeit, meine Felderträge günstig zu veredeln. Durch die Zusammenstellung der Futtermischungen im eigenen Betrieb kann ich am Doppelzentner Futter etwa 10 DM einsparen. Das sind je Schwein 30 DM. In der Woche werden rund 50 dz Schrot in zwei Ställen an über 300 Tiere verfüttert, die ein Schlachtgewicht von 105 bis 110 kg erreichen sollen.“

Futterzentrale und Futterverteilung

Beginnen wir den Rundgang bei der Futterlagerung. Der Dachraum eines Gebäudes ist in mehreren Stockwerken für Getreidelagerung und Futteraufbereitung eingerichtet. Über ein Rohrsystem mit zahlreichen Weichen

und Verteilern kann jeder Winkel des Speichers beschickt und wieder entleert werden. Reinigung, Wägeeinrichtung und Sortierer lassen sich mit wenigen Griffen zwischenschalten. Sie vervollständigen die

zweckmäßige Anordnung. Auch eine Getreidetrocknung mit Kippdarre gehört zu dieser Futterzentrale. Von den einzelnen Lagerplätzen gelangt das Getreide auf dem Weg zum Schwein über die Hammermühle in den Mischer. Der Mischbehälter faßt eine Tonne Schrot. Die gleiche Menge kann ein Futtertransportwagen aufnehmen, der als Einachser mit hydraulisch zu bedienender Kipp-Pritsche in der eigenen Hofwerkstatt gebaut wurde und als Verteilerfahrzeug für die auseinandergelegenen Verbrauchsorte eingesetzt wird. An der Rückfront des Wagens befindet sich ein Auslauf, der genau in den Einschütt-Trichter der Futterannahme am Schweinestall paßt. Von hier aus bringt eine Rohrschnecke die Mischungen in drei Vorratsbehälter auf den Stallboden.

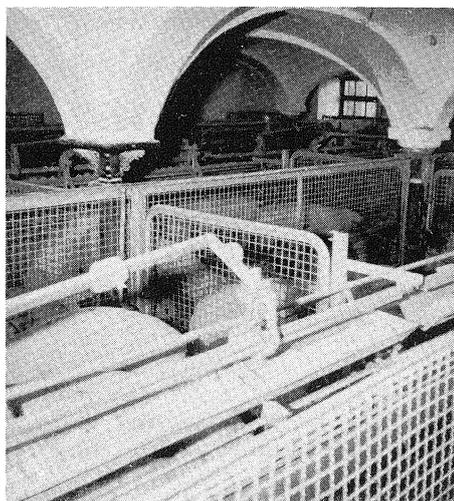
Spaltenboden mit dichter Belegung

Wie sehr die fortschrittliche Einstellung des Betriebsleiters alle Vorgänge am Hof bestimmt, zeigt sich auch bei dem zum Mastschweinestall umgebauten Milchviehstall. Wo ehemals 50

Stück Rindvieh standen, ist jetzt Platz für 212 Schweine und etwa 100 Ferkel bis zum Gewicht von 30 kg geschaffen worden (Bild 9). Die unterschiedlichen Spannweiten der Gewölbebogen machten die Anordnung von vier Mastbuchtenreihen und zwei Buchtenreihen an den Wandlängsseiten für die zugeliferten Ferkel möglich. Die Buchtenabmessungen betragen $3,5 \times 1,75$ m und $3,5 \times 1,45$ m (Bild 10). Eine günstige Raumausnutzung mit intensiver Belegung durch Masttiere auf einer Fläche von 230 qm war nur mit Hilfe des Spaltenbodens zu verwirklichen. Der Stallboden in den Buchten besteht aus 10 cm breiten Bongossi-Holzplatten, die mit 2,5 und 2,0 cm Abstand verlegt sind. Aber nur die 2,5 cm starke Aufttrittsfläche ist aus diesem Material gefertigt. Die Tragbalken darunter sind Fichtenkanthölzer. Trapezförmiger Schnitt und Traufnasen an den aufgenagelten Hartholzbrettern verhindern, daß die Unterkonstruktion mit dem Schweinedung in Berührung kommt. Dieser kombinierte Fichten-Bongossilattenrost ruht auf Eisenbahnschienen, die mit 3,5 m Abstand quer durch den Stall laufen. Sie spannen sich von Säule zu Säule und werden dazwischen

Vollmechanische Futtervorlage

Die Fütterung erfolgt über eine automatische Gewichts-dosieranlage (Bild 10 u. 11). Das Futter wird zu den Abwurfstellen mit einer in einem Rohr befindlichen Mehlschlange weiterbewegt. Durch Bodenschlitze fällt es in die kippbar aufgehängte Waagschale. Sobald sich in diesem Behälter die vorher eingestellte Futtermenge angesammelt hat, löst das Gewicht der Schale einen Hebelmechanismus aus, der die Ausflußöffnungen am Rohr mit einem Bodenblech verschließt (Bild 11). Das Getreideschrot wird dann in die nächste leerstehende Waagschale weitergefördert. Über einen zentral gesteuerten



nur von einigen Konsolen unterstützt. Die Dunggrube unter den Mastbuchten ist als durchgehende Wanne ausgebildet und besitzt 0,5% Gefälle von den Längsseiten ausgehend bis zum mittleren Drittel hin. Der Dung fließt dann ohne Höhenunterschied zum Grubenablauf (Bild 9). Ein Verschlussschieber trennt die Innengrube von dem außerhalb des Stalles liegenden Speicherbehälter, der sich aus drei ineinander übergehende Gruben mit insgesamt 120 cbm zusammensetzt. Bei der Entleerung füllt sich zunächst eine Vorgrube, in der das dünnflüssige Dunggemisch homogenisiert wird, bevor es dann in den Vorratsbehälter abläuft. Dieser Vorgang spielt sich außerhalb des Stalles ab, so daß die Tiere keiner größeren Gaskonzentration ausgesetzt sind. Der Grubenraum unter dem Spaltenboden ist 90 cm tief und über einen Rohrstützen mit Sumpfschacht am rückwärtigen Ende des Stalles für die Entnahme auch direkt zugänglich. Ebenso können die leerstehenden Grünfuttersilos als Güllebehälter benützt werden, wenn nasse Böden oder Feldbestände das Ausfahren der Gülle verzögern.

ganze Buchtenreihen aus der mechanischen Futterverteilung herausgenommen werden können. Die fünf Buchten einer Reihe sind an je einer Automatik angeschlossen. Für jede einzelne Abteilung kann das Futter genau zugemessen werden.



Bild 12: Der Zulauf aller Futtermischungen aus den drei Vorratsbehältern vom Dachraum zum Stall erfolgt auf direktem Weg über Fallrohre.

Seilzug lassen sich alle Zwischengefäße zur Futterzeit in den Trog abkippen. Anschließend kann sofort die nächste Mahlzeit vorbereitet werden. Die Längsaufstellung der Buchten ermöglichte den Einbau von vier einzelnen Antrieben für den Futtertransport durch den Stall. Sie verursachen zwar eine gewisse Verteuerung der gesamten Einrichtung, man konnte sich aber leichter den geraden Futterachsen anpassen und auf verwinkelte Um- und Überleitungen des Futterstromes verzichten. Ein weiterer Vorteil dieser unabhängigen Antriebsanordnung besteht darin, daß bei Unterbelegung

Die Buchten der jüngsten Tiere sind dagegen nicht in die mechanische Futterzubereitung einbezogen, die Versorgung erfolgt hier aus stationären Futterautomaten. Krippe und Vorratsbehälter sind dabei Futterstand und Trennwand zugleich, so daß immer ein Automat für zwei Gruppen bzw. Buchten ausreicht. Auch diese Behälter entstanden in der eigenen Werkstatt. Die Sauberhaltung der Jungtiere befriedigt jedoch nicht. In jedem Abteil ist zwar eine Spaltenbodenecke vorhanden, sie wird aber zum Abkoten nicht regelmäßig benutzt. Erzieherische Maßnahmen haben bisher wenig geholfen. Diese Stelle ist der wunde Punkt und bislang die größte Schmutzecke des Stalles.

Gewichtsdosierung

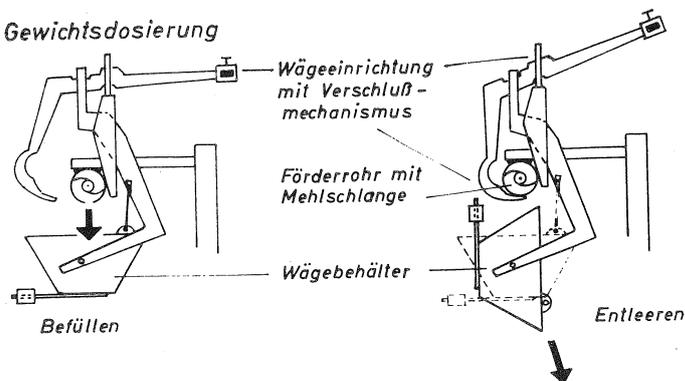


Bild 11: Prinzip der vollautomatischen Gewichtsdosierung einer mechanischen Fütterungsanlage für Schweine.

Bild 10: Der zum Schweinestall umgebaute Rindviehstall mit Gewölbedecke. Die Spannweite eines Bogens bestimmt auch die Buchtenlänge. Im Vordergrund die mit einer Ration fertig vorbereiteten Wägebehälter der automatischen Fütterung.

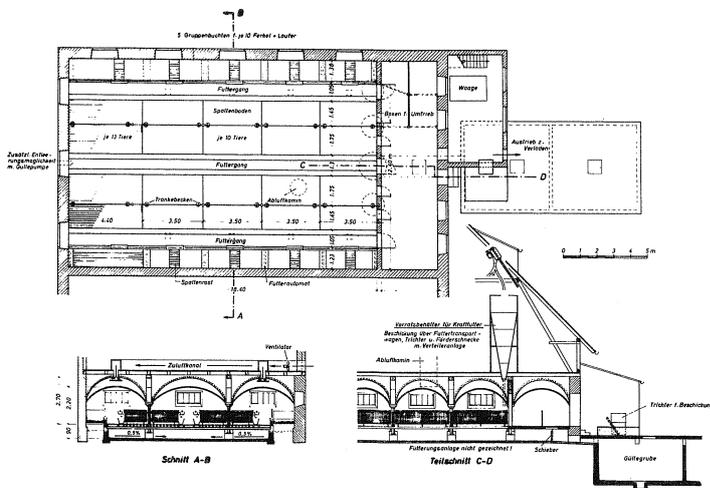


Bild 9:

Umbau eines Rindviehstalles mit Böhmischem Gewölbe in einen Maststall für ca. 200 Mast Schweine u. 100 Ferkel einschließlich Läufer. Vollspaltenboden aus Bongossiholz-Balken. Darunter Speichergrube für Flüssigmist. Mechanische Fütterungsanlage mit Gewichts-dosierung.

Übersicht über Art und Umfang der wichtigsten Arbeitsgänge in 3 schweinehaltenden Betrieben im Vergleich zu einer herkömmlichen Haltungsform

Umtrieb der Mastgruppen

Auch die Trennwände der Boxen wurden vom Betrieb selbst hergestellt. Winkeleisen bilden den Rahmen, in dem ein Welldrahtgitter eingeschraubt und nicht verschweißt wurde, um die Verzinkung zu erhalten (Bild 13). Die 80 cm hohen Seitenabsperungen sind schwenkbar angeordnet, um die ausgemästeten Tiere leicht umzutreiben. Die nächsten Gruppen werden beim Buchtenwechsel im Stallvorraum in vier getrennten Bereichen untergebracht; eine fünfte Gruppe findet auf der Waage im vorgesetzten Anbau Platz. So läßt sich das Umtrieben aller Tiere einschließlich des Wiegens in knapp zwei Stunden durchführen. Die Stallbe- und -entlüftung entspricht im Aufbau dem System Grub. Über zwei Längskanäle, in die sich schubladenartig ein Ventilator einschieben läßt und über eine ganze Reihe von Zuluftöffnungen mit Prallplatten in den Gewölbebogen wird Frischluft in den Stall gepreßt und gleichmäßig verteilt. Der leichte Überdruck soll den Abzug der verbrauchten Stallluft durch den vorhandenen Dunstkamin (Durchmesser 1 m) beschleunigen.

Die Waage ist die letzte Station vor dem Verkauf. Eine Rampe im Wiegeraum bringt die Schweine auf Fahrzeughöhe. Sie gelangen dann durch eine Falltüre in der Wand auf den Viehtransportwagen. Für Nachschub aber sorgen vertraglich gebundene Ferkelerzeuger, die ihren Sauenbestand immer wieder mit den besten Tieren aus dem Maststall des Herrn St. ergänzen. So kann er mit stets gleichbleibender Qualität und damit auch mit sicherem Absatz rechnen.

	Schweinehaltung alter Art (Modell)		Betrieb I (Sch)		Betrieb III (K)		Betrieb II (St)
	Großraumbuchten eingestreut, Entmistung u. Fütterung von Hand.		Spaltenboden im Maststall. Zuchtsauen im offenen Laufstall. Einzel-freßstände, Abferkelboxen.		Spaltenboden im Maststall. Futterautomaten. Zuchtsauen im eingestr. Tiefstall. Einzelfreßstände, Abferkelboxen.		Vollspaltenboden. Automatische Fütterung
	Festmist		Fest-u. Flüssigm.		Fest-u. Flüssigm.		Flüssigm.
	Zucht	Mast	Zucht	Mast	Zucht	Mast	Mast
Bestandsgröße i. Stück (Jungtiere)	10 (60)	100	50	90	30 (150)	240	212 (100)
Betreuung d. säugenden Sauen u. Ferkel	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
<u>Entmisten:</u>							
Dungbeseitigung von Hand/Karre mit Frontlader	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Reinigung d. Lauffläche	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Sonst. Reinigungsarb.	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Grubenentleerung	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Stallungsausfuhr	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
<u>Einstreuen:</u>							
Strohbergen u. lagern	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Einstreuen	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
<u>Füttern:</u>							
Vorlage von Hand/Trog	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Einzelreißst./Kraftfutter	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Einzelreißst./Silofutter	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Vorratsautomaten	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
mech. Fütterung	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Befüllen der Anlage	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Wartung	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
<u>Umtrieb (U) u. Wiegen (W):</u>		☒ U				☒ U	☒ U/W
<u>Erläuterung:</u>							
Arbeitsumfang:	☒ gering	☒ mittel	☒ groß				
☒	Verfahren bedingt persönlichen Einsatz bzw. Handarbeit						
☒	halbmech. Arbeitsverfahren (Handbedienung)						
☒	vollmech. Arbeitsverfahren						

Umbauten in Gehöften des bayerischen Voralpenraumes

Priv.-Doz. Dr. H. Eichhorn und Dipl.-Landw. D. Hannusch, Landtechnik Weihenstephan

Die Rentabilität der Rindviehhaltung wird entscheidend von einer arbeits- und haltungstechnisch befriedigenden Gestaltung des Stallgebäudes beeinflusst. Eine Anpassung des Rinderstalles an die durch Arbeitskräftemangel und gestiegene Kosten veränderte Lage in der Landwirtschaft ist vor allem für alle Grünlandbetriebe vordringlich, da für sie die Erzeugung von Milch, Rindfleisch und allenfalls von Zuchttieren den alleinigen Erwerbszweig darstellt.

Mit der Errichtung neuer Stallräume kann am leichtesten verbesserten Haltungsformen Rechnung getragen werden. Infolge der Uneinheitlichkeit von Bauformen und Inneneinrichtungen erweist sich dagegen jede Änderung vorhandener Betriebsgebäude wesentlich vielschichtiger als die Planung von Neubauten. Es wurde daher dringend notwendig, durch Untersuchungen bestimmter Gehöftformen Voraussetzungen dafür zu schaffen, wie unter verschiedenen baulichen Gegebenheiten heute Altgebäude mit tragbarem Kapitalaufwand zu modernen Produktionsstätten für Rindvieh umgewandelt werden können.

In einer am Institut für Landtechnik in Weihenstephan laufenden und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützten Arbeit wurde als erstes Untersuchungsgebiet der oberbayerische Voralpenraum gewählt, da sich dort Hofformen (A b b. 1) und natürliche Gegebenheiten in einem ausreichenden Maße entsprechen, wodurch leichter eine repräsentative Aussage für ein umgrenztes landwirtschaft-

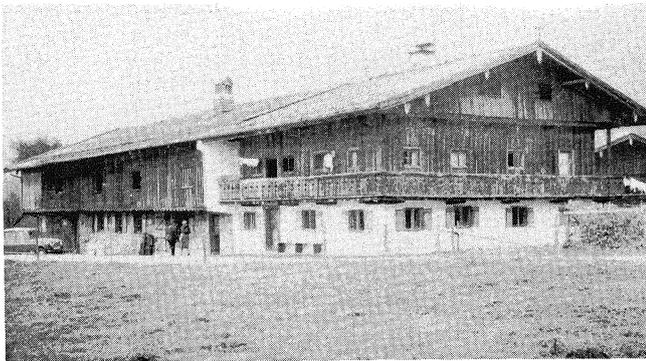


Abb. 1: Eine in Oberbayern verbreitete Bauernhausform aus dem 18. Jahrhundert: Steinbau im Erdgeschoß; die oberen Stockwerke in Holzbau. Im Vorderhaus befindet sich der Wohnteil, an den sich ebenerdig die Stallungen anschließen. Darüber liegt der Heubergerraum

liches Produktionsgebiet getroffen werden kann. Die Ermittlungen erfolgten in etwa 250 Grünlandbetrieben der verschiedensten Größenklassen. Dadurch konnten rund 10% der in dieser Gegend liegenden Betriebe ab einem Mindestkuhbestand von 10 Tieren erfaßt werden. Neben der üblichen Feststellung der Betriebsdaten wurden vor allem die Gebäude der Rindviehhaltung vermessen und im einzelnen die verschiedenen Stallraumgrößen, Deckenarten und Säulenabstände nachgewiesen. Die Arbeiten erstreckten sich weiterhin auf die Untersuchung der vorhandenen Lüftungs- und Belichtungsverhältnisse, auf die Wärmeisolation von Wänden und Decken, sowie auf die Futtermittelkonservierungsverfahren.

Derzeitiger Bauzustand und Viehhaltung

Vor Beurteilung bereits vorliegender Auswertungsergebnisse wird zunächst eine kurze Schilderung der angetroffenen baulichen und arbeitswirtschaftlichen Verhältnisse vorangestellt.

Die größte Behinderung der Arbeitsvorgänge in den untersuchten Altgehöften muß in der ungünstigen arbeitswirtschaftlichen Konzeption der Stallbereiche gesehen werden. Mittellangstände mit hohem Strohbedarf belasten den Arbeitsablauf beträchtlich. Selbst der Einbau von Entmistungsanlagen ist schwierig oder nur über eine weniger befriedigende Teilmechanisierung zu bewerkstelligen. Ähnliche Erschwernisse ergeben sich, wenn Futtertransport und Futtervorlage verbessert werden sollen. Die gegenwärtig im Voralpenraum bewirtschafteten Anbindeställe sind mit 180 bis 300 AKh je Kuh und Jahr daher noch sehr arbeitsaufwendig.

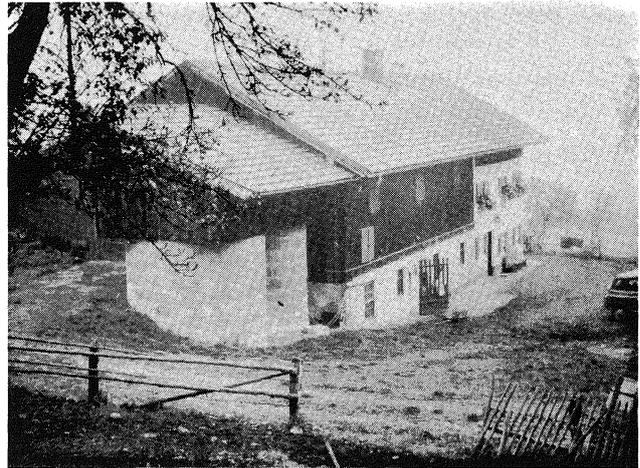


Abb. 2: In vielen Gehöften des oberbayerischen Grünlandgebietes führt zu den deckenlastigen Tennen eine Hocheinfahrt, die neuerdings häufig von halbhohen Gärftersilos flankiert wird. Zur mechanischen Beschickung und Entleerung der Behälter werden bevorzugt Greifer eingesetzt. Bei dem abgebildeten Einfirsthof ist am Wohnteil der Übergang zum Steinbau ganz vollzogen

Stroh ist selten in ausreichendem Maße vorhanden, so daß zusätzliche Einstreu mühsam auf sog. Streuwiesen gewonnen bzw. zugekauft werden muß.

Die Heubergerräume sind bei den meisten Betrieben über dem Stall angeordnet. Sie werden über die fast ausnahmslos vorhandene Hocheinfahrt beschickt (A b b. 2). Die Futtervorlage erfolgt durch Abwurfkluken in der Stalldecke direkt auf den Futtergang oder Futtertisch. Wenig vorteilhaft ist in vielen Fällen die Unterbringung der Silos gelöst. Da die Behälter wegen des rauhen Klimas vorzugsweise unter Dach stehen sollten, mußten sie oftmals an schwer zugänglichen Stellen errichtet werden. Nicht selten erschwert ein solcher Standort auch die Erweiterung des Stallgebäudes. Das durchschnittliche Silovolumen beträgt bei den untersuchten Betrieben etwa 3—4 cbm/GV. Diese unzureichenden Konservierungsmöglichkeiten werden außerdem dadurch geschmälert, daß die meisten Behälter undicht sind und in ihnen keine hochwertige Silage erzeugt werden kann.

Erschwernisse für einen sinnvollen Umbau können auch durch die in der Regel völlig unhygienischen Stallverhältnisse entstehen. Sie sind auf mangelnde Wärmeisolation der vorherrschenden Natursteinmauern und auf ungenügende Lüftungseinrichtungen zurückzuführen. Beispielsweise beträgt der durchschnittliche Querschnitt von Lüftungsschächten für die Schwerkraftlüftung ca. 150 cm²/GV statt der geforderten 800 cm²/GV. Lediglich in 17% der untersuchten Betriebe wurden im Winter trockene und gut durchlüftete Stallungen angetroffen.

Die unzureichende Milchleistung im oberbayerischen Voralpengebiet mit ca. 3500—3800 l je Kuh und Jahr ist wohl hauptsächlich auf die mangelnde Futterqualität und auf die Vernachlässigung eines geregelten Nährstoffausgleiches zurückzuführen. Daneben dürften jedoch die schlechten hygienischen Verhältnisse in den Ställen eine bedeutsame Rolle spielen. Für die Melkarbeit sind im großen Durchschnitt zwei Melkeimer vorhanden. Absauganlagen sind selten anzutreffen. Eine einwandfreie Milchbehandlung in geeigneten Pflegeräumen ist leider in den wenigsten Fällen vorzufinden. Während im Landkreis Miesbach über 50% der Betriebe eine mehr oder weniger gut angelegte Melkkammer besitzen, sind es im Landkreis Weilheim erst 16% der untersuchten Höfe.

Besonders schlechte Bedingungen herrschen bei der Jungviehaufzucht. Die Kälber werden gewöhnlich am Mistgang angebunden, auf dem vor allem im Winter an den unterkühlten Außenmauern keine günstigen Aufzuchtergebnisse zu erzielen sind. Improvisierte Laufställe für Jungvieh in leerstehenden Scheunen zeichnen sich stets durch Stroh-

mangel und stark verschmutzte Tiere aus. Soweit der Kurzbericht über die angetroffenen Verhältnisse.

Möglichkeiten durch neue Haltungsverfahren

In Anbetracht der allgemein angestrebten Bestandsaufstockung werden bei den gegenwärtig völlig ungenügenden arbeitswirtschaftlichen und stallhygienischen Bedingungen in einer Reihe von Betrieben grundlegende Umbaumaßnahmen notwendig. Aus den ersten vorläufigen Ergebnissen der

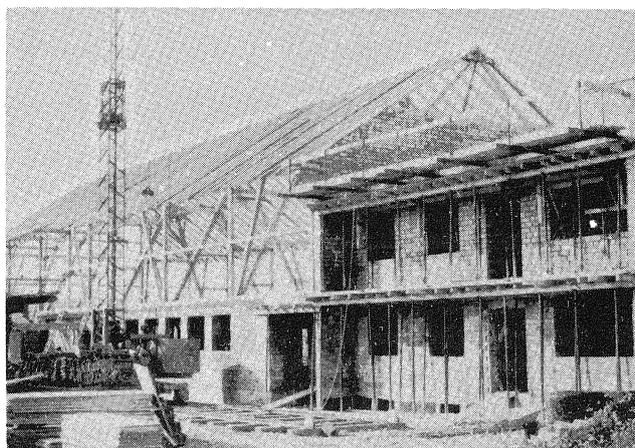


Abb. 3: Bei Errichtung neuer Gehöfte bedient man sich leider auch noch der sehr aufwendigen traditionellen Bauweise, ohne daß aber die Ausgewogenheit der alten stattlichen Höfe erreicht wird (schmähüftige Wohnhäuser).

vorgenommenen Überprüfungen zeichnen sich bereits gewisse Richtlinien ab, die für die Verbesserungen der baulichen Verhältnisse in den untersuchten Betrieben neue Möglichkeiten erschließen. Hierzu ist festzustellen:

Abgesehen von wenigen Ausnahmen läßt der bauliche Zustand der untersuchten Altgehöfte selbst größere Maßnahmen für einen Umbau zu. Festigkeit des Mauerwerkes und der Stalldecke weisen im allgemeinen noch gute Voraussetzungen für eine längere Lebensdauer auf. Die Gehöftlage ist nur in einzelnen Fällen derart beengt, daß eine Aussiedlung als unumgänglich erscheint (Abb. 3).

Nach Steigerung der Futtererträge können die meisten Betriebe auf den vorhandenen Flächen 30—50% mehr Tiere als bisher halten. Diese günstigen Bedingungen sind vor allem in jenen Betrieben zu finden, wo vermehrt qualitativ gutes Futter mit Hilfe der verlustärmeren Konservierung in gasdichten Silos erzeugt werden kann. Eine weitere Möglichkeit, mehr Tiere aufzustellen, ergibt sich durch Zupachten von Futterflächen. Um aber größere Tierbestände bei tragbarem Kapitaleinsatz unterzubringen, müssen die vorhandenen Wirtschaftsgebäude noch besser ausgenutzt werden.

Im allgemeinen sind bei den extremen klimatischen Bedingungen des Voralpenraumes geschlossene Stallhaltungsformen vorzuziehen. Strohsparende Lösungen, wie Kurzstandanbindeställe und Laufställe mit Liegeboxen erhalten daher steigende Bedeutung. Bei der Wahl einer bestimmten Aufstallungsform für Umbauten tritt neben die arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkte als wesentlicher Faktor die optimale Ausnutzbarkeit des vorhandenen Stallraumes. Tabelle 1 enthält Angaben über die Belegung von Stallflächen bisheriger Aufstallungsanordnungen, dargestellt an den Durchschnittswerten aus zwei oberbayerischen Landkreisen.

Tabelle 1

Einfluß von Stallbreite und Aufstallungsart (Mittellangstand) auf die Ausnutzung der vorhandenen Stallgrundfläche in zwei oberbayerischen Landkreisen des Grünlandgebietes

L.k.r.s. Miesbach:

Queraufstallung { über 12,5 m Stallbreite: 10,15 m²/GV
unter 12,5 m Stallbreite: 8,00 m²/GV

L.k.r.s. Bad Tölz:

im Durchschnitt verschiedener Aufstallungen { über 12,5 m Stallbreite: 11,70 m²/GV
unter 12,5 m Stallbreite: 8,75 m²/GV

Queraufstallung } über 12,5 m Stallbreite { 10,40 m²/GV
Längsaufstallung } 13,50 m²/GV

Aus den weiteren Untersuchungen ist zu entnehmen, daß die bei Einfirsthöfen häufig anzutreffenden großen Gebäudebreiten von 13 bis 15 m beste Voraussetzungen für den Ein-

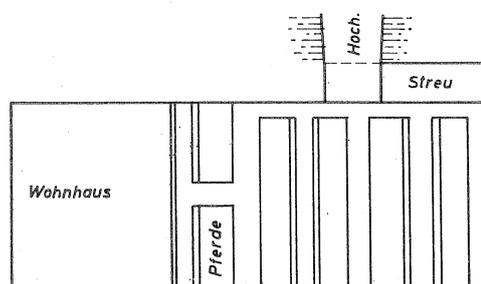
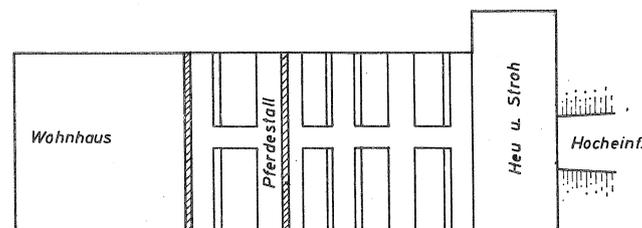
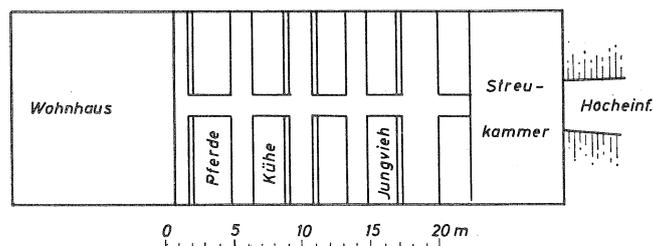


Abb. 4: Typische Gehöftgrundrisse aus dem Landkreis Miesbach. In den breiten Gebäuden finden sich überwiegend mehrreihig angeordnete Queraufstallungen.

bau des Boxenlaufstalles erbringen gegenüber dem Anbindestall in Längsrichtung. Es läßt sich eine mehrreihige Anordnung der Liegeboxen ermöglichen (siehe Abb. 7). Stallerweiterungen ergeben sich oftmals auch durch die Nebenräume. Sie sind in der Regel als Laufstall am besten zu nutzen. Weitere bautechnische Vorteile des Laufstalles sind darin zu sehen, daß der Freßplatz häufig besser bereits vorhandenen Silos zuzuordnen ist und eine geringere Freßplatzbreite je Tier als im Anbindestall nötig wird.

In vielen Fällen sind mit wenig baulichen Veränderungen aber auch gute Vorbedingungen für den Einbau des Kurzstandanbindestalles zu schaffen. Das trifft zu, wenn die Stallbreite 11,5 m bis 12 m nicht übersteigt und der vorhandene Gebäuderaum ausreicht, einen erweiterten Viehbestand in der zweireihigen Längsaufstallung unterzubringen. Aus den Erhebungen geht allerdings hervor, daß etwa 60% der angetroffenen Gehöfte mehr als 12 m Gebäudebreite aufweisen. Mit dem Kurzstand sind diese Räume bei einer Flächeninanspruchnahme von 9 m²/GV ungenügend auszunutzen und verursachen außerdem wärmetechnische Schwierigkeiten. Auf gleicher Fläche würden mit geschlossenen Boxenlaufställen bei 7,2 m²/GV Flächenbedarf wesentlich mehr Tiere unterzubringen sein.

Für die Haltung des Jungviehs wird die Kurzstand-Anbindung als wenig vorteilhaft angesehen, da keine ausreichende Besatzdichte zu erzielen ist. Als flächensparende Lösung bietet der Vollspaltenlaufstall die meisten Vorteile. Dem Wohlbefinden der Tiere kommt aber auch hier der Boxenlaufstall mehr entgegen, er hat sich in mehreren Betrieben als sehr geeignet für die Haltung von Jungvieh erwiesen. Die Verwendung von Liegeboxen für Jungvieh erfordert jedoch eine größere Differenzierung hinsichtlich

Anpassung der Längen- und Breitenmaße an eine jeweilige Altersgruppe. Nur die Unterteilung in Gruppen sichert eine arbeitssparende und saubere Haltung. Verstellbare Boxenseitenwände sind teuer und nur in Ausnahmefällen im kleineren Bestand anzuwenden. Dagegen kann eine Längenveränderung mit Hilfe von versetzbaren Holzgattern und Nackenriegel an der Boxenfront das Anpassen an die Tierlänge einer Gruppe wirkungsvoll erleichtern. Tabelle 2 gibt mit verschiedenen Boxenmaßen Richtwerte für einzelne Altersgruppen von Rindvieh an. Es ist zu berücksichtigen, daß die Abmessungen dem Endstadium der jeweiligen Altersgruppe angepaßt sind. Die Maße stellen Durchschnittswerte aus einer Serie von Messungen, durchgeführt an oberbayerischem Fleckvieh, dar.

Tabelle 2

Boxenmaße in cm für Jungvieh im Alter von:

Jahren	½ — 1	1 — 1½	1½ — 2	2 — 2½	2½ — 3
Länge	155	170	180	190	210
Breite	70	85	90	100	112

Wichtige Daten für Umbau-Planungen

Um die Beziehungen zwischen Betriebsentwicklung und erforderlichen Baumaßnahmen sichtbar zu machen, war es nötig, Maßzahlen aufzustellen. Hierzu wurden die Größen qm-Stallfläche/GV und qm-Stallfläche/ha gewählt. Das Verhältnis qm-Stallfläche/GV gibt an, in welchem Umfang der Stallraum mit dem vorhandenen Viehbestand ausgenutzt wird. Die sich aus qm-Stallfläche/ha ergebenden Werte lassen erkennen, wieviel qm-Stallfläche im Verhältnis zur Betriebsfläche verfügbar ist. Diese Zahlen sind groß bei den häufig ungenügend ausgenutzten Ställen der stattlichen oberbayerischen Einfirsthöfe. Sie sind klein bei vielen Betrieben der Landkreise Weilheim und Schongau, wo weniger Bausubstanz vorhanden ist. Das trifft auch für Betriebe zu, die inzwischen ihre Nutzfläche durch Zukauf oder Pacht vergrößert haben. Bei der Division von qm-Stallfläche/GV durch qm-Stallfläche/ha ergibt sich die Größe ha/GV.

Der durchschnittliche Grünlandanteil je GV beträgt in den aufgesuchten Betrieben heute noch 0,8 bis 1,0 ha. Nimmt man an, daß im Voralpenraum eine Verbesserung auf 0,5 ha/GV möglich ist, so ist zu folgern, daß von der vorhandenen Futterfläche auf den meisten Betrieben 60 bis 100% mehr Tiere ernährt werden können. Der optimale Tierbestand wird also in erster Linie durch Ausnutzung des vorhandenen Grünlandes bestimmt. Jedoch können auch besonders günstige bauliche Verhältnisse eine größere Tierzahl als die durch den gegenwärtigen Futteranfall begrenzte sinnvoll erscheinen lassen. Das Verhältnis Futtermittel zu Stallfläche verbessert sich entweder durch Hereinnahme zusätzlicher Futterflächen, Anbau von ertragreicheren Futterpflanzen oder durch verstärkte Jungtieraufzucht.

In Tabelle 3 sind einige Beispiele aufgeführt, die zur Erläuterung der beschriebenen Zusammenhänge dienen mögen. In den mit 1 und 2 bezifferten Betrieben aus dem Kreis Miesbach ermöglicht der Einbau des Boxenlaufstalles gegenüber dem Kurzstand-Anbindestall 38% bzw. 22%

Tabelle 3

Bestimmungsgrößen für die Futterflächen- und Stallraumbeziehungen, dargestellt an den Daten aus 4 typischen Betrieben

Betrieb	ha	GV	ha/GV	Stallfl. jetzt (m ²)	m ² /GV jetzt	m ² /ha jetzt	Stallbreite m	GV max.	Stallfl. max. (m ²)	m ² /ha max.	m ² /GV nach Umbau	ha/GV nach Umbau
1 a	30	38,2	0,78	390,2	10,2	13,0	13,2	33,4	390,2	13,0	11,7	0,89
1 b	30	38,2	0,78	390,2	10,2	13,0	13,2	53,5	390,2	13,0	7,3	0,56
2 a	19	18,0	1,05	237,6	13,2	12,5	12,0	32,0	237,6	12,5	7,4	0,59
2 b	19	18,0	1,05	237,6	13,2	12,5	12,0	41,0	237,6	12,5	5,8	0,46
3	12,7	17,1	0,74	103,4	6,1	8,12	11,1	36,5	199,0	23,5	8,2	0,35
4	16	16,0	1,0	76,1	4,7	4,7	17,7	41,0	246,5	15,4	6,0	0,39

mehr Tiere zu halten. Diese Tatsache drückt sich in dem wesentlich günstigeren Wert für den qm-Flächenbedarf/GV in den Zeilen 1 b und 2 b aus. Das Einbeziehen des Kurzstand-Anbindestalles würde auf gleicher Stallfläche nur einen geringeren Kuhbestand zulassen und zur ungenügenden Verwertung des verfügbaren Grünlandes führen. In dieser Gehöftform sind Queraufstellungen in den Ställen vorherrschend, die nicht in der Nachkriegszeit umgebaut wurden. Häufig befindet sich der ehemalige Pferdestall noch durch Mauerwerk getrennt neben den übrigen Stallbereichen (A b b. 4). Ausbaufähige Streukammern können meist in die Umbau-Planung mit einbezogen werden.

Die Betriebe 3 und 4 liegen im Landkreis Schongau. Als typische Stallanordnungen sind hier langgestreckte Anbindeställe mit einreihiger Aufstallung anzutreffen. Die Stallbreite beträgt häufig weniger als 5 m, besonders dann, wenn die Fütterung durch Luken von der Tenne aus erfolgt. Mit dieser Stallform ist also bereits ein niedriger Stallflächenbedarf/GV erreicht. Die Stallerweiterung für einen ausgedehnten Viehbestand erfordert bei dieser Gebäudeanordnung den Ausbau anschließender Bergeräume. Sie stehen als nicht mehr genutzte Heubergeräume in genügender Größe zur Verfügung (A b b. 6). Die Wahl der Haltungform für einen Umbau ist hier stark von den Gegebenheiten des Einzelfalles abhängig. Im Beispiel 3 verursacht die geringe Gebäudebreite sowohl mit dem Anbindestall als auch mit dem Boxenlaufstall eine gleich gute Raumausnutzung. Dagegen verhindert das breitere Gebäude und die Lage eines unter Dach stehenden Silos im Betrieb 4 die sinnvolle Nutzung durch den Anbindestall. Mit dem Beispiel 3 verglichen, zeigt sich deutlich, um wieviel günstiger der Stallflächenbedarf/GV beim Boxenlaufstall wird — und damit jedes Umbauvorhaben, wenn eine größere Gebäudebreite vorhanden ist. In den Umbaulösungen für einen typischen oberbayerischen Einfirsthof — dargestellt in Abbildung 7 — sind diese Zusammenhänge sichtbar gemacht worden.

Zusammenfassung

Mit dem Feststellen der funktionellen Eignung von landwirtschaftlichen Altgebäuden für neuartige Aufstallungen von Milchvieh soll die Frage beantwortet werden, unter welchen Bedingungen eines gegebenen Baubestandes verschiedene bauliche Lösungen und Nutzungssysteme von Stallgebäuden in ihrer Gebrauchsfähigkeit überlegen sein können. Erschwernisse für einen sinnvollen Umbau treten häufig neben unveränderlichen Stützenstandorten hauptsächlich durch die völlig unhygienischen Stallverhältnisse auf. Aus den bisherigen Arbeiten ist jedoch bereits zu entnehmen, daß die bei Einfirsthöfen häufig anzutreffenden großen Gebäudebreiten gute Voraussetzungen für den Einbau verbesserter Stalleinrichtungen erbringen. Aber auch Hausformen mit einreihigen Aufstallungen und größeren Nebenräumen der Rindviehhaltung eignen sich für Umbauten. Mit diesen Untersuchungen sollen grundlegende Erkenntnisse geschaffen werden für Sanierungsmöglichkeiten in vielen Altgebäuden, wozu vorerst typische Gehöftformen des Voralpenraumes als Vorbild zur Entwicklung einer allgemein anzuwendenden Methode vorgesehen sind.

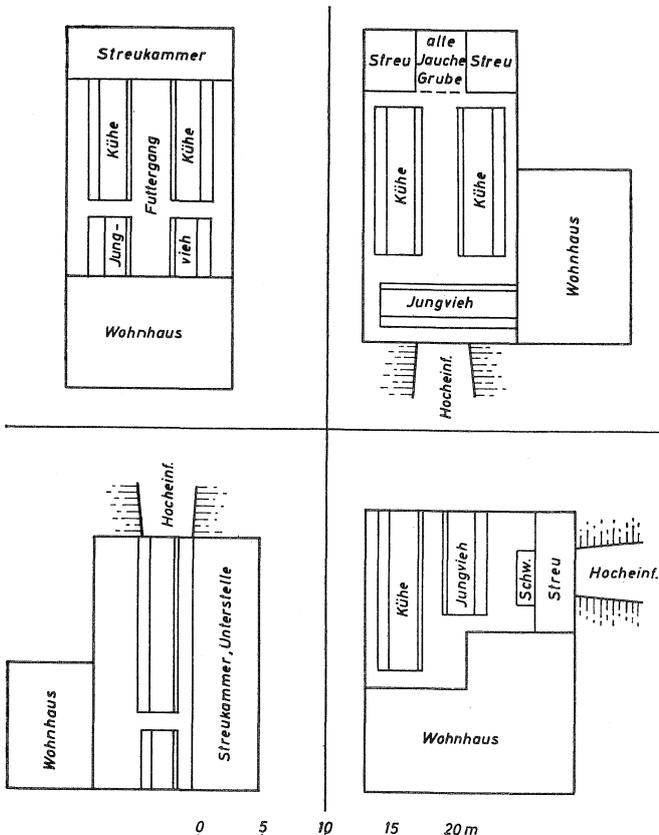


Abb. 5: Typische Gehöftgrundrisse aus dem Landkreis Weilheim, gekennzeichnet durch verschiedenartige Raumaufteilung und Gebäudebreiten

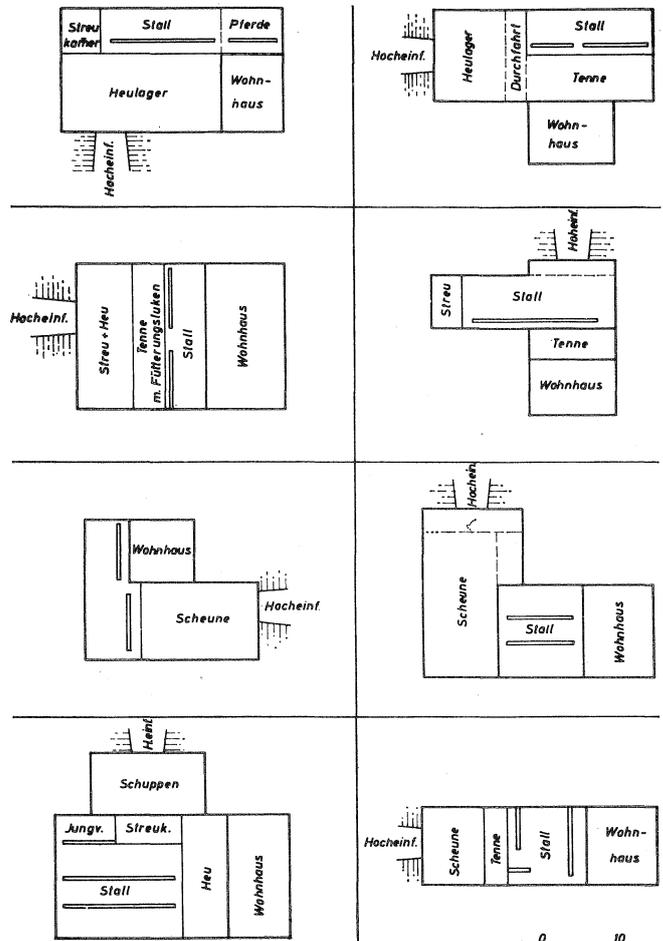


Abb. 6: Gehöftgrundrisse aus dem Landkreis Schongau. In den bayerisch-schwäbischen Gebieten sind einreihige Stallformen mit großen, häufig ungenutzten Nebenräumen vorherrschend

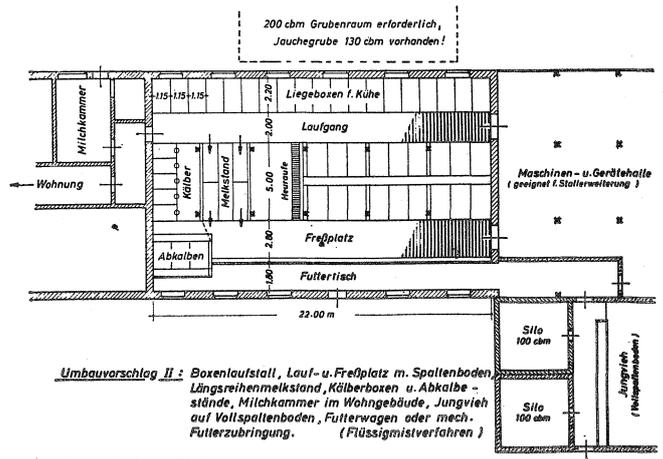
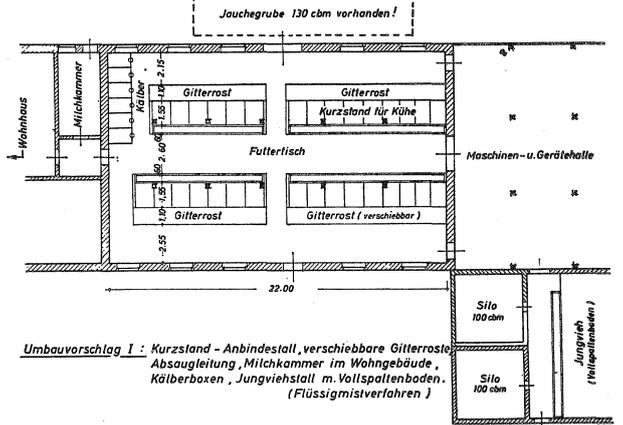
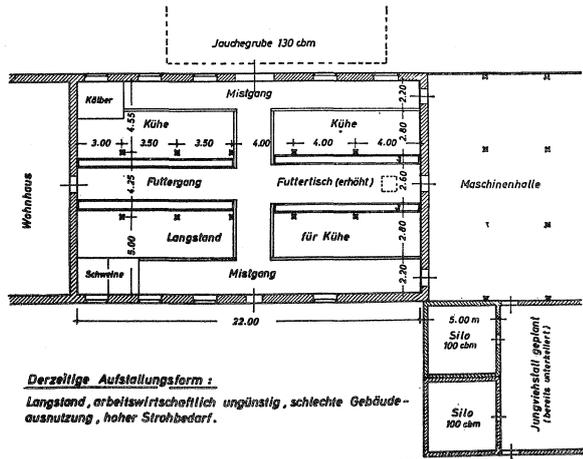
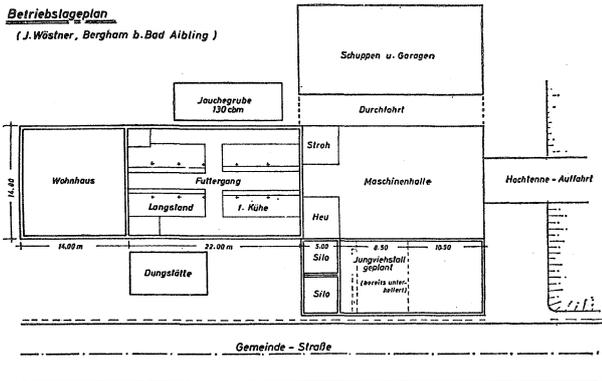


Abb. 7: Umbaulösungen für einen oberbayerischen Einfürsthoft

Vergleichende Untersuchungen von Vakuumventilen und Pulsatoren

von Prof. Dr.-Ing. Dr. agr. M. Hupfauer, Weißenstephan

Die Verwendung mechanischer Einrichtungen an lebenden Organen bedarf einer sorgfältigen Abstimmung der technischen Vorgänge an die natürlichen Bedürfnisse. In der modernen medizinischen Technik gibt es dafür viele Beispiele, welche allgemein Anerkennung finden. Wenig von der Allgemeinheit beachtet, in landwirtschaftlichen Kreisen aber schon zur Selbstverständlichkeit geworden, ist die Einrichtung des maschinellen Melkens. Dabei handelt es sich hier um ein hervorragendes Beispiel der Anpassung technischer Funktionen an ein hochempfindliches lebendes Organ. Diese Mechanik wird überdies nicht unter günstigsten Bedingungen von einem Spezialisten bedient, sondern muß jahraus-jahre in täglich mehrmals unter einfachsten Verhältnissen einwandfrei arbeiten. Fast alle Lebensvorgänge werden durch biologische Regelfunktionen gesteuert. Daher müssen auch die Regeleinrichtungen, welche den mechanischen Melkvorgang beeinflussen, auf die natürlichen Forderungen abgestimmt sein.

Seit der Erfindung des Pulsators für Melkmaschinen durch den Schotten Shields aus Glasgow im Jahre 1895 wurden die Steuerungsorgane für den maschinellen Milchentzug ständig weiterentwickelt. Dies war auch notwendig, denn die Kuh von damals wurde inzwischen durch züchterische Arbeit zur modernen Hochleistungskuh entwickelt, die naturgemäß auf die Qualität des Milchentzuges viel empfindlicher reagiert als dies vordem der Fall gewesen ist.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen und die daraus abgeleiteten technischen Konstruktionen zur verbesserten Anpassung des maschinellen Melkens an neuzeitliche Forderungen bewegen sich in zwei Richtungen. Die eine mehr mit dem Ziel, durch Steigerung der Melkgeschwindigkeit die Leistung des Melkersonnals zu erhöhen, die andere und sicherlich wichtigere mehr in der Richtung, einen möglichst vollkommenen Milchentzug unter Beachtung der Erhaltung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Kuh zu erreichen. Natürlich haben beide Arbeitsrichtungen viel Gemeinsames, doch wird man die Arbeitszeiteinsparung der Gesunderhaltung des Tieres unterordnen müssen.

In die Betrachtung der Regelfunktionen fallen folgende Faktoren:

1. Die Höhe des zulässigen Vakuums,
2. die Zahl der Melkpulse,
3. das Verhältnis der Wirkungsdauer von Saugtakt zu Entlastungstakt,
4. der Einfluß der Druckübergänge vom Saug- zum Entlastungstakt bzw. umgekehrt auf die Melkgeschwindigkeit.

Was die Höhe des Vakuums anbetrifft, so lag es von Anbeginn nahe, die Saugkraft des Kalbes als Maßstab zu wählen. Untersuchungen darüber wurden schon seit vielen Jahren durchgeführt und ergaben, daß während des Milchflusses das Kalb durch

seine Saugkraft an der Zitze ein Vakuum von etwa 10 - 20 cm Hg erzeugt, welches nach Absinken des Milchflusses meist nach kurzem Anstieg bis auf etwa 30 cm Hg fast auf 0 zurückging, bis das Kalb die Zitze losließ. Natürlich war die Melkarbeit gleichzeitig durch den Zungendruck und durch Stoßbewegungen gegen das Euter unterstützt. Mit der maschinellen Erzeugung des Vakuums durch eine Luftpumpe kann man mit Hilfe eines Regelventils die Höhe des Vakuums beliebig wählen. Um eine sichere Haftung der Zitzenbecher zu erreichen, war man gezwungen, ein Vakuum, das nahe bei 40 cm Hg lag, in Kauf zu nehmen. Versuche durch weitere Steigerung des Vakuums, die Melkgeschwindigkeit zu erhöhen, wurden vielerorts angestellt, konnten aber kaum eine Gewähr für die Erhaltung der Eutergesundheit auf lange Sicht bieten. Von großer Bedeutung ist nunmehr eine einmal als richtig erkannte Vakuumhöhe über lange Arbeitszeiträume hinweg möglichst gleichmäßig zu erhalten. Die Funktion eines Regelventils soll dieser Aufgabe dienen. In Abhängigkeit von der Pumpenbelastung gleicht es die bei verschiedenen Betriebszuständen entstehenden Vakuumsschwankungen aus. Dieser Ausgleich muß möglichst rasch und ohne übermäßige Schwingungen erfolgen. Die einwandfreie Funktion eines Regelventils läßt sich aus der Übergangsfunktion, die als Meßkurve für bestimmte plötzlich eingeleitete Belastungsänderungen abgebildet wird, erkennen. Aus der Übergangsfunktion (Bild 1) kann sofort die Qualität der Regelung erkannt werden. Zeitverhalten und die Regelabweichung vom Sollwert für die jeweilige Belastung werden dabei deutlich. Die im Bild 2 gezeigten Kurven lassen die unterschiedliche Qualität verschiedener Regelventilkonstruktionen deutlich erkennen. Es hat sich gezeigt, daß das mit einem Gewicht belastete Regelventil (Alfa-Bauart) das als optimal erkannte Vakuum genau, sicher und schnell steuert. Damit entspricht diese Regeleinrichtung voll und ganz den biologischen Forderungen und hat zudem den Vorteil, daß es nie einer Nachjustierung bedarf, wie Ventile mit Federbelastung. Diese Ventilkonstruktion schließt damit in der Praxis ungewollte Fehler von vornherein aus.

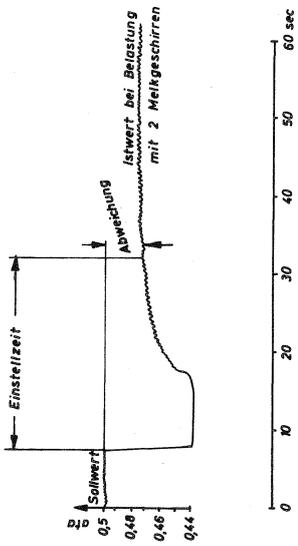
Noch vielgestaltigere Anforderungen werden an die Arbeitsweise eines Pulsators gestellt, Hinsichtlich der Pulszahl gingen die Meinungen der Wissenschaftler und Praktiker weit mehr auseinander, als das in Bezug auf die Höhe des Vakuums der Fall war. Aus diesem Grunde sind an zahlreichen Instituten im In- und Ausland eingehende Untersuchungen angestellt worden. Geht man wiederum vom Saugen des Kalbes aus, so läßt die aufgenommene Kurve erkennen, daß das Kalb mit etwa 100 - 130 Saugtakt die Milch entzieht. Auch hier erweist es sich aber wieder als richtig, daß die Funktion des maschinellen Melkens nicht eine Nachbildung des Kälbersaugens sein kann; denn hierbei handelt es sich um eine ganz individuelle von Instinkten geleitete Kombination verschiedenster Bewegungs-, Saug- und Druckvorgänge, die mechanisch niemals ebenbürtig nachgeahmt werden können. Man muß also zur Ermittlung der für einen Pulsator richtigen Pulszahl die Bereitwilligkeit der Milchhergabe durch die Kuh als Maßstab wählen, d.h. die Beziehung zwischen Pulsfrequenz und Melkgeschwindigkeit untersuchen.

Als Ergebnis zahlreicher Forschungen darf man wohl heute für den normalen Melker eine zwischen 50 und 60 Pulsen liegende Frequenz als die optimale bezeichnen. Die einmal als richtig erkannte Pulszahl muß nun aber auch über lange Arbeitszeiträume hin gleichmäßig erhalten bleiben. Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß dies nicht bei allen Pulsatoren der Fall ist. Ein Vergleich der Kurvenbilder 3 und 4 läßt erkennen, daß erhebliche Verzögerungen bei manchen Pulsatoren mit der Zeit auftreten. Damit wird aber die Qualität des Milchentzuges laufend verschlechtert. Wie die Kurvenbilder 5 und 6 erkennen lassen, garantiert das Pulswerk 3 (Hydro-Bauart) sowohl im Dauerversuch als auch bei intermittierendem Betrieb eine Gleichmäßigkeit der Pulsfrequenz.

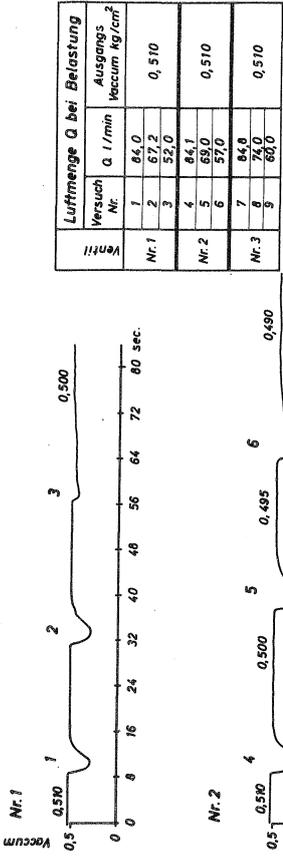
Aber nicht nur die Zahl der Melkpulse, auf welche der Pulsator eingeregelt wurde, sondern auch das Verhältnis der Dauer des Saugtaktes zu der des Entlastungstaktes, spielt, wie viele Untersuchungen ergaben, eine wichtige Rolle. Es lag nahe, vom ursprünglichen Rythmus, der einen Puls mit gleichlangem Saug- und Entlastungstakt darstellte, abzuweichen und durch Verlängerung des Saugtaktes eine höhere Melkgeschwindigkeit zu erreichen. Man ging dabei unter Beibehaltung der Pulsfrequenz bis zu einer Verlängerung des Saugtaktes auf das Vierfache des Entlastungstaktes, was durch entsprechende Gestaltung der Steuerungsorgane an Pulsatoren durchaus möglich ist. Es hat sich tatsächlich gezeigt, daß durch Verlängerung des Saugtaktes eine höhere Melkgeschwindigkeit erzeugt werden kann. Dieses Verhältnis muß aber in einer bestimmten Harmonie zur Pulsfrequenz stehen. Unter den optimalen Werten, die durch viele Untersuchungen gefunden wurden, ist auch das Saug/Druckverhältnis 3:1 bei einer Pulsfrequenz von 60 Pulsen in der Minute.

Schließlich wäre hinsichtlich der optimalen Einstellung der Regelvorrichtung beim maschinellen Melken neben Vakuumhöhe, Pulszahl und Ratio - so wird das Verhältnis zwischen Saugtakt und Entlastungstakt in der Literatur vielfach bezeichnet - noch auf die sogenannten Druckübergänge oder Druckwechselzeiten hinzuweisen. Wenn man verschiedene Pulskurven (Bild 7 u. 8) betrachtet, so ist ohne weiteres erkennbar, daß diese Druckübergänge nicht immer das gleiche Kurvenbild zeigen. Ihre Form hängt von der konstruktiven Gestaltung des Pulsators ab. Zunächst möchte man meinen, daß dieser Verlauf der Druckübergänge keinen wesentlichen Einfluß auf die Melkgeschwindigkeit und damit auch auf das Wohlbehagen der Tiere ausüben würde. Durch Untersuchungen in Weihenstephan wurde aber in mehr als tausend Melkversuchen bei verschiedenen Tieren festgestellt, daß das Euter als empfindliches, lebendes Organ sehr wohl auf diese scheinbar unwichtigen Druckübergänge reagiert. Es ergab sich, daß ein langsames Schließen des Zitzengummis und ein rasches Öffnen desselben für den Melkvorgang am besten sind. Als optimale Werte fand man eine Zeit von etwa 120 Millisekunden für das Schließen des Zitzengummis und eine solche von etwa 60 Millisekunden für das Öffnen desselben. In den folgenden Jahren wurden diese Ergebnisse durch Untersuchungen an verschiedenen anderen Instituten bestätigt. Vielfach wurde dieser Vorgang auch physiologisch erklärt, weil die massierende Wirkung einer längeren Druckwechselzeit für das Schließen des Zitzengummis die Erhaltung der Melkbereitschaft der Kuh fördert. Diese Erhaltung der Melkbereitschaft während der gesamten Melkdauer wird als wichtigste Forderung an die Melkarbeit einer Maschine bezeichnet.

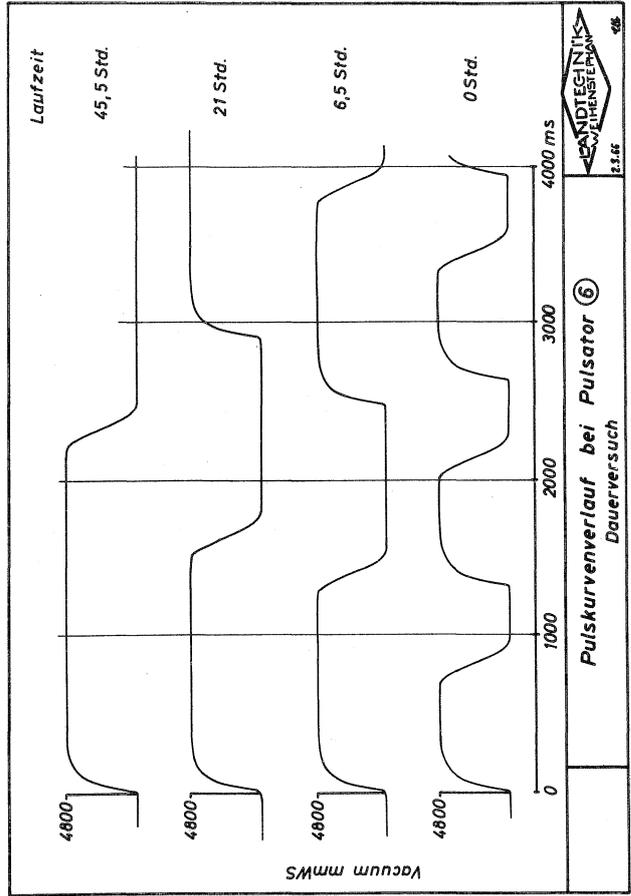
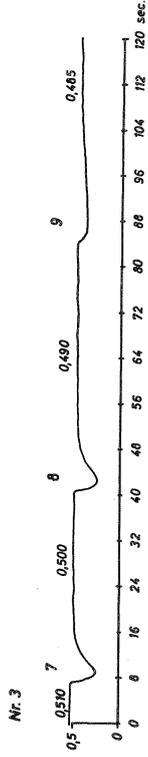
Beispiel des Regelhaltens eines Vacuum-Regelventils
Ventil ⑥



3.3.65, Vers. 404

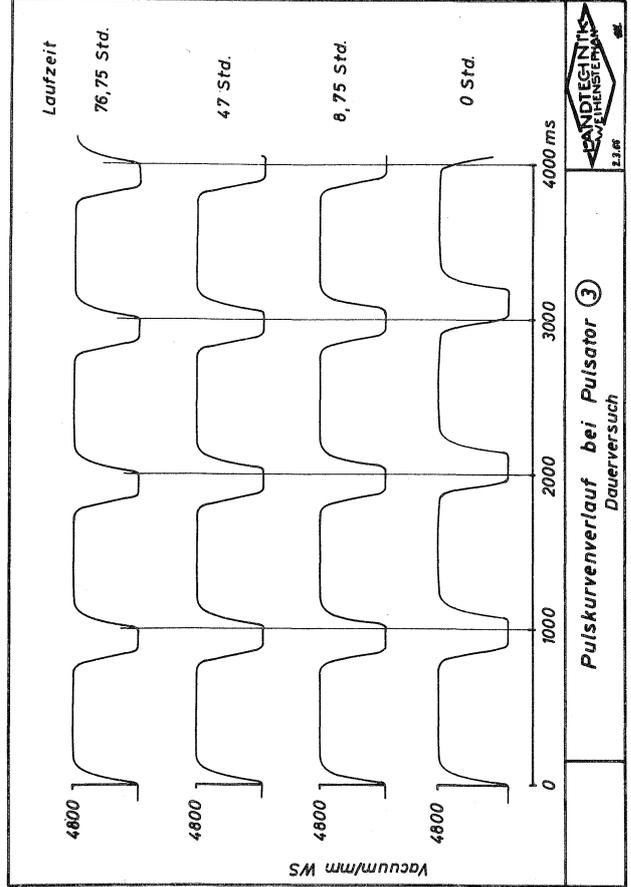


Ventil	Luftmenge Q bei Belastung	
	Versuch Nr.	Ausgangs Vacuum kg/cm ²
Nr. 1	1	84,0
	2	57,2
	3	22,0
Nr. 2	4	84,1
	5	69,0
	6	57,0
Nr. 3	7	84,8
	8	74,0
	9	60,0



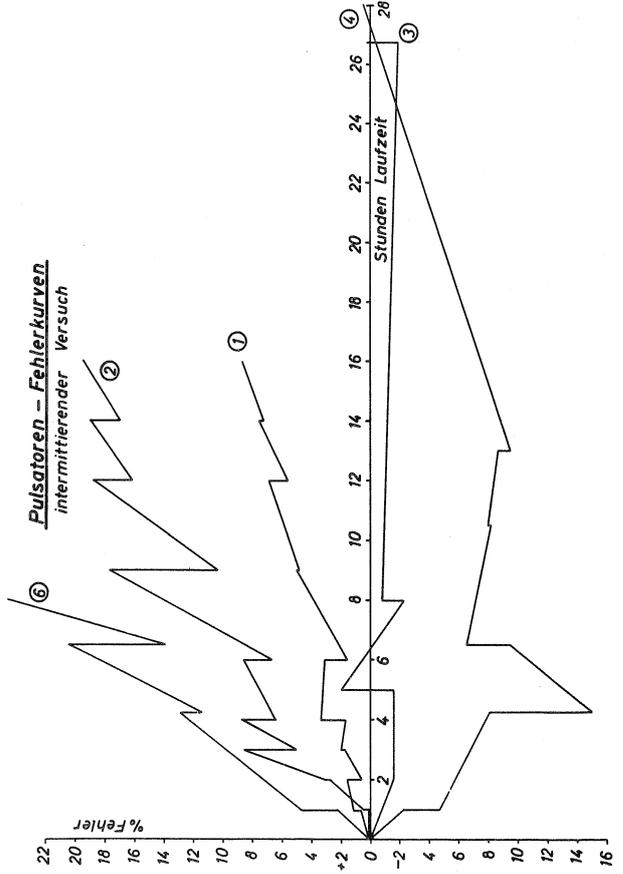
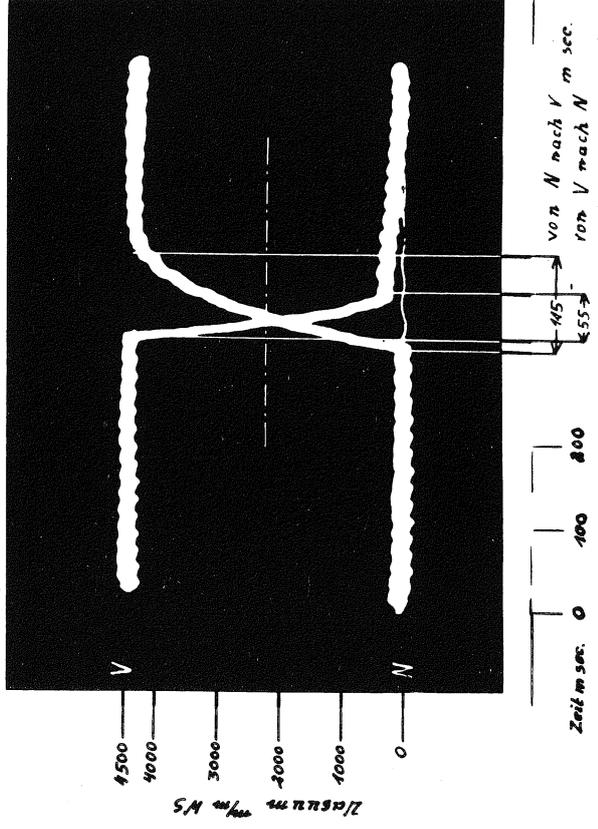
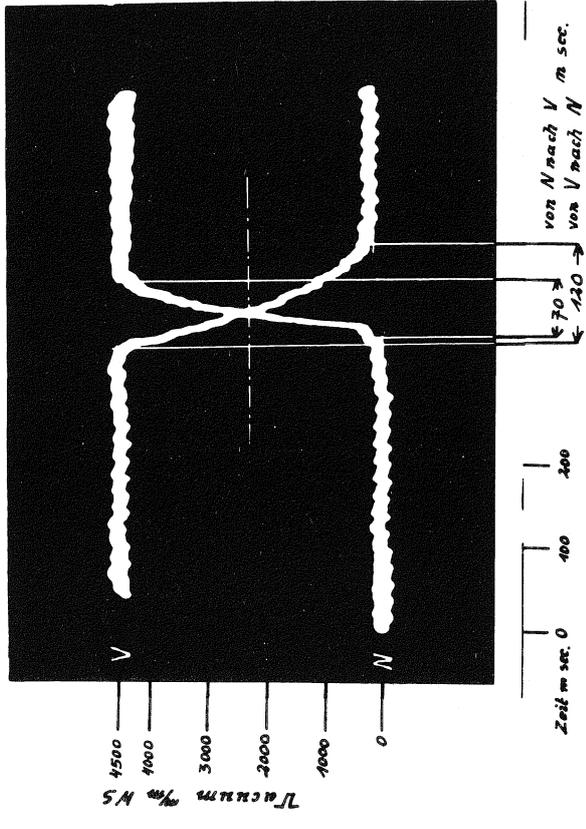
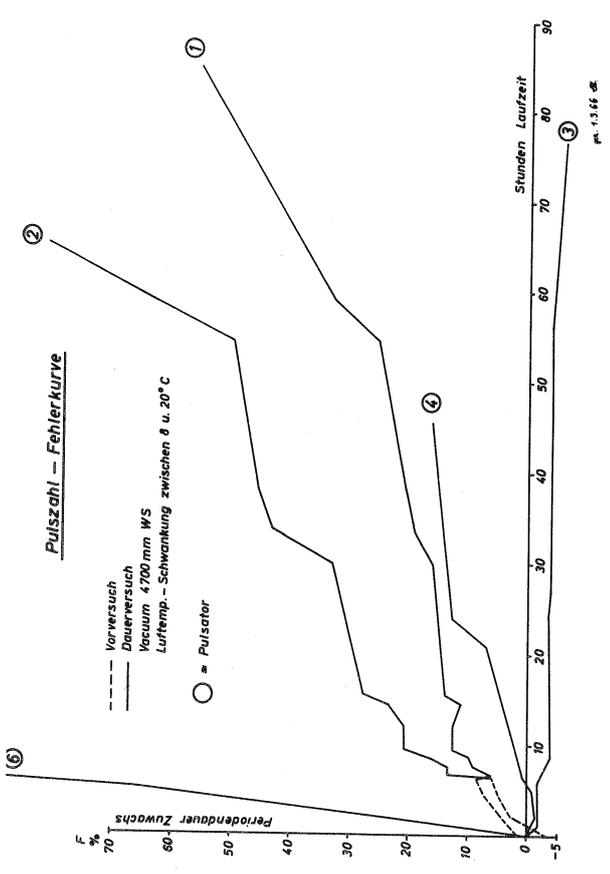
Pulsurvenverlauf bei Pulsator ⑥
Dauerversuch

KONDIENIKS
2.3.65



Pulsurvenverlauf bei Pulsator ③
Dauerversuch

KONDIENIKS
2.3.65



Hupfauer, Landtechnische Forschung 6/56/1

Als besonderes Aufgabengebiet werden am Institut für Landtechnik Probleme der Mechanisierung im Körnermaisbau im Rahmen von 3 Forschungsaufträgen behandelt: Maissaatmethoden, Körnermaisernte und Warmluftkonservierung. Das Schwergewicht der Arbeiten liegt auf der Erprobung, Beurteilung und Weiterentwicklung neuer Mechanisierungslösungen sowie deren Einordnung in zweckmäßige Arbeitsverfahren. Die Finanzierung der Forschungsvorhaben und der hierbei tätigen Mitarbeiter wird im wesentlichen von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft getragen.

Der Einsatz des Mähdreschers mit Maisschneidwerken bei der Körnermaisernte in Deutschland

Von *Manired Estler, Weihenstephan*

Aus "Landtechnik", 20. Jg. (1965) Heft 5, Seite 154-160

Deutschland erlebt zur Zeit seine dritte große „Maiswelle“. Keine der vorhergehenden hatte so gute Aussichten, dieser Frucht auch auf lange Sicht hin in vielen landwirtschaftlichen Betrieben einen festen Platz in der Fruchtfolge und Betriebsorganisation zu sichern. Und keine hatte bisher solch gute Startbedingungen betriebswirtschaftlicher und pflanzenbaulicher Art vorgefunden wie die derzeitige.

Dem Landwirt standen bisher lediglich frei abblühende, sogenannte „Landsorten“ zur Verfügung. Diese reiften zwar früh und erreichten bei normalen Witterungsverhältnissen auch die Körnerreife. Der Ertrag war jedoch gering und die Anforderungen an die klimatischen Voraussetzungen sehr hoch.

Ein erheblicher Aufschwung fand dann nach dem zweiten Weltkrieg statt, als der in Amerika gezüchtete Hybridmais erstmals in größerem Umfang auch in Deutschland zur Anwendung kam und die große Entwicklung einleitete, die heute noch nicht abgeschlossen ist. Diese Sorten sind nicht ganz so frühreif wie die alten „Landsorten“, bringen aber auch unter ungünstigeren Klimabedingungen wesentlich höhere Erträge.

Unterschiedliche klimatische Gegebenheiten haben zu einer Spezialisierung auf bestimmte Erzeugungsrichtungen geführt. Kleinere Gebiete im sogenannten Weinklima (vor allem Südbaden) haben sich heute auf die Saatmaiserzeugung spezialisiert und wenden Arbeitsverfahren an, die den besonderen Erfordernissen dieser Produktionsrichtung angepaßt sind (Pflücker — Trocknung im Trockenschuppen — Rebblen mit Spezialmaschinen). Das Hauptgewicht liegt jedoch heute in der Erzeugung von Konsummais, der im eigenen Betrieb über die Tierhaltung veredelt wird oder in getrocknetem Zustand Verkaufsware darstellt.

In Anlehnung an ausländische Beispiele (vor allem aus Frankreich) wurde anfangs die in günstigen Klimagebieten übliche klassische Methode „Pflücken — Lufttrocknung in Gerüsten — Ausrebbeln mit Spezialmaschinen“ angewendet. Mit der zunehmenden Verknappung der Arbeitskräfte und dem Weiterwandern des Maises in klimatisch ungünstigere Gebiete mußten andere Methoden der Ernte und Verwertung des Maises entwickelt werden.

Die Anregungen hierfür kamen vor allem aus den USA, wo schon vor Jahren Versuche unternommen wurden, den für die Getreideernte vorhandenen Mähdrescher auch in der Körnermaisernte einzusetzen. Der US-Mähdrescher unterscheidet sich jedoch in wesentlichen Punkten vom deutschen. Er hat meist eine kleinere Trommel und geringere Durchgänge, also kleinere Schüttler- und Siebflächen. Da in den Hauptmaisanbaugebieten vorzugsweise späte, langwachsende Maissorten angebaut werden, mußte die Entwicklung zwangsläufig zur Verwendung von Pflückvorsätzen bei den Mähdreschern führen. Hier durchlaufen nur die Kolben die Dresch-, Schüttler- und Reinigungsorgane, die für diese relativ geringe Belastung ausreichend dimensioniert sind.

Der deutsche Mähdrescher hatte dagegen von Anfang an eine andere Grundkonzeption. Er sollte in der Lage sein, sehr strohreiche Getreidearten, zum Beispiel Roggen, einwandfrei und verlustarm zu verarbeiten. Diese Mähdrescher waren also von vornherein mit großdimensionierten Dreschaggregaten ausgestattet und hatten große Schüttler- und Siebflächen. Damit waren wesentliche Voraussetzungen gegeben, den langstengeligen und sperrigen Mais als Ganzes zu ernten und ihn wie das Getreide durch die Maschine wandern zu lassen.

Die dreschtechnischen Probleme, die vor allem durch die im Vergleich zum Getreide wesentlich größeren Körner und deren hohe Feuchtigkeit von 35—40% und mehr gegeben waren, konnten durch die Entwicklung sogenannter „innerer Umbausätze“ gelöst werden. Die heute in der Maisernte eingesetzten Mähdrescher sind mit besonderen Zusatzeinrichtungen ausgestattet, die eine einwandfreie Arbeit ermöglichen. Zu diesem Zweck werden bei der Dreschtrommel, deren Drehzahl auf 600 U/min reduziert ist, die Zwischenräume zwischen den Schlagleisten mit Blechen verkleidet, so daß eine rundum geschlossene Trommel entsteht. Der Getreidedreschkorb wird ersetzt durch einen Spezial-Maisdreschkorb, der verstärkte Stäbe in doppeltem Abstand besitzt. Der Abstand des Dreschkorb zur Trommel ist am Eingang dem Kolbendurchmesser, am Ausgang dem Spindel-durchmesser angepaßt. Ausschlaggebend für die Höhe der Verluste und die Reinheit des Erntegutes ist neben der Größe der Schüttlerfläche auch die Intensität der Schüttlerarbeit, die vor allem bei den Hordenschüttlern gegeben ist. Aus den oben genannten Gründen ist auch die Stabilität der Schüttler von Wichtigkeit. Viele Mähdrescherhersteller gehen heute dazu über, generell in ihren Mähdreschern verstärkte und besser gelagerte Schüttler einzubauen. Wenn auch nicht alle Mähdrescher außer Getreide auch Körnermais ernten, so nimmt deren Zahl doch ständig zu und rechtfertigt den sofortigen Einbau verstärkter Teile.

Fragen, die auch heute noch nicht als gelöst gelten können, bestehen noch bei der Reinigung des gedroschenen Kornes. Beim Druschvorgang fallen in großen Mengen Stengelteile an, die in ihrer Form und dem Gewicht sehr dem Maiskorn ähneln. Vor allem bei den Lamellensieben wird noch an neuen Formen gearbeitet, die einerseits eine weitgehende Abtrennung dieser unerwünschten Beimengungen bewirken, sich andererseits aber nicht so rasch mit den feuchten Blattteilen zusetzen. Bislang ist für das Sauberhalten der Schüttler und Siebe noch ein erheblicher Aufwand an Handarbeit erforderlich, besonders bei feuchter Witterung.

Die ersten Versuchseinsätze erfolgten hauptsächlich mit Mähdreschern ohne jede Zusatzeinrichtung, also in der normalen Getreideernte-Ausrüstung. Diese Methode befriedigte jedoch nicht, da die hohen Maispflanzen von den Haspeln abgeknickt wurden und hohe Verluste durch herunterfallende Kolben entstanden. Einige der in Deutschland weit verbreiteten Maissorten haben zudem eine geringe Stand-

festigkeit, die Pflanzen lagern also zur Erntezeit teilweise. Es hat sich deshalb als notwendig erwiesen, Vorrichtungen zu schaffen, die mit Ketten oder Schnecken die Maispflanzen zwangsläufig der Schneidrichtung zuführen und auch abgeknickte Pflanzen und direkt über den Boden hängende Kolben verlustfrei aufnehmen.

Heute sind eine ganze Reihe leistungsfähiger und funktions-sicherer Maisschneidwerke auf dem Markt, die sich nach ihrer Bauart in zwei Gruppen einteilen lassen:



Abb. 1: Zur Erntezeit hängen die Kolben herunter und hängen dicht über dem Erdboden. Die Einzugsvorrichtungen müssen tief unten den Stengel erfassen, um Kolbenverluste zu verhindern

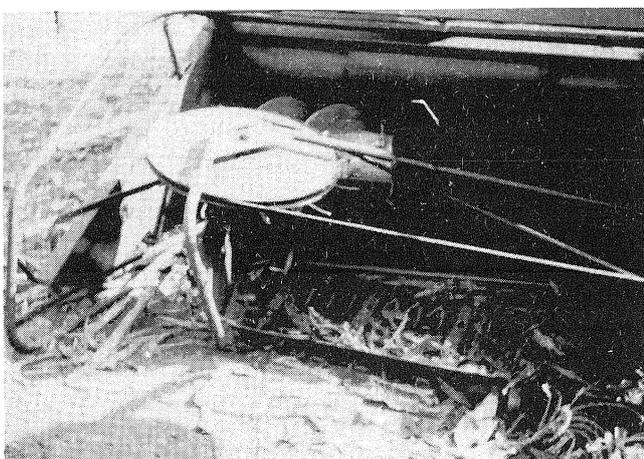


Abb. 2: Bei diesem einfachen, einreihigen Gerät werden die Maispflanzen von einem Scheibenrad mit Zinken erfaßt und unter Mithilfe von Leitbügeln in die Schneidwanne eingelegt



Abb. 3: Der gezogene Mährescher wird mit einem kurzen Mähmähtisch und einreihigem Maisschneidwerk ausgerüstet. Der Antrieb der Zuführketten geschieht über das Mährescher-Laufrad, also abhängig von der Fahrgeschwindigkeit

1. Schneidvorsätze, bei denen der gesamte Getreidemähmähtisch einschließlich Schneidvorrichtung, Haspel, Schneckenquerförderer und Schrägförderer gegen ein spezielles Maisschneidwerk ausgetauscht wird. Diese Maisschneidwerke sind meist dreireihig und für den Anbau an die großen selbstfahrenden Mährescher geeignet. Die fest angeordneten Zuführvorrichtungen bedingen einen Abstand der Maisreihen von etwa 80 cm und stellen relativ teure Aggregate dar, da der gesamte Vorsatz ausgewechselt wird.

2. Bei den etwas einfacheren und billigeren Vorrichtungen wird lediglich die Haspel abgenommen und an die Getreideschneidvorrichtung eine Einzugsvorrichtung je Maisreihe angebracht. Diese Vorrichtungen lassen sich auch einzeln anbauen, so daß je nach Arbeitsbreite des Mähmähtisches ein-, zwei- oder dreireihig arbeitende Vorsätze entstehen. Durch die Einzelanbringung der Aggregate ist es zudem möglich, sich unterschiedlichen Reihenweiten anzupassen. Um ein einwandfreies Abschneiden der Pflanzen zu erreichen und Verstopfungen zu vermeiden, werden im allgemeinen die normalen Mähwerkfinger durch kurze und stumpfe sogenannte „Mulchfinger“ ersetzt.

Diese genannten Bauarten von Maisschneidwerken werden in verschiedenen Ausführungen geliefert. Für kleine und mittlere selbstfahrende, sowie gezogene Mährescher meist einreihig oder zweireihig, für die großen selbstfahrenden Mährescher vorzugsweise dreireihig. Die Verwendung von Maisschneidwerken mit einer noch größeren Arbeitsbreite erscheint nicht sinnvoll, da auch bei großen Mähreschern eine Belastung der vorhandenen Schüttler- und Siebflächen mit noch mehr Pflanzenmaterial nicht tragbar wäre und nur zu einem spürbaren Abfall der Reinigungsleistung und zu höheren Verlusten führen würde.

Anders ist die Situation dagegen bei der Verwendung von Pflückaggregaten am Mährescher. Hier ist auch bei kleineren Mähreschern die Schüttler- und Siebleistung im allgemeinen ohne weiteres für eine mehrreihige Arbeitsweise ausreichend, da ja nur die Kolben durch die Maschine wandern. Aus diesen Gründen wird zur Zeit auch in Deutschland der Entwicklung von einwandfrei arbeitenden und billigen Pflückvorsätzen für Mährescher besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Ohne Zweifel bringt der Mähdrusch mit Maisschneidwerken auch bei der unter deutschen Anbauverhältnissen gegebenen Feuchtigkeit des Erntegutes von 40% und darüber in vielen Betrieben Vorteile gegenüber anderen Verfahren. Wie bereits angedeutet, stellen die Maisschneidwerke leichte und relativ unkomplizierte Aggregate dar. Der Anschaffungspreis liegt auch bei den unter 1. genannten Vorrichtungen (völliger Austausch des gesamten Schneidwerkes) erheblich unter dem eines Mais-Pflückvorsatzes. Dreireihige Maisschneidwerke werden in Deutschland für etwa 3000—6700 DM angeboten, ein vergleichbarer Pflückvorsatz würde 17 000 bis 18 000 DM kosten. Daneben ist bei den meisten Schneidwerken durch lange Halmteiler und sinnvoll angeordnete, weit nach vorn und unten geführte Einzugsketten mit aneinanderstoßenden oder sich überlagernden Fingern, deren Antrieb abhängig von der Vorfahrt ist, ein einwandfreie, Einzug der Pflanzen in die Schneidvorrichtung gegeben. Auch abgeknickte Pflanzen und tiefhängende Kolben werden sauber erfaßt, so daß die Feldverluste relativ gering sind. Die Abbildungen 2—8 zeigen anschaulich einige Bauarten von Maisschneidwerken.

Einer der bestechendsten Vorteile dieses Verfahrens ist der, daß ein Mann mit einer Maschine in einem Arbeitsgang das Feld abräumt und fertig zum Pflügen hinterläßt, und eine sehr ansprechende Leistung erzielt. Bei einer siebenstündigen Arbeitszeit kann man mit folgenden Tagesleistungen rechnen:

- einreihige Mährescher etwa 1 ha pro Tag,
- zweireihige Mährescher etwa 1,5 ha pro Tag,
- dreireihige Mährescher etwa 2—2,5 ha pro Tag.

Im allgemeinen kann mit einem Erntezeitraum von 20 Arbeitstagen gerechnet werden unter der Voraussetzung, daß die Herbstpflugfurche noch vor Einbruch des Winters gegeben werden soll.

Eine Nachbearbeitung der Felder ist normalerweise nicht erforderlich, da der überwiegende Teil der Mähdrescher heute mit relativ stabilen Strohschneidern ausgerüstet ist, die das Maisstroh zerkleinern und breitwürfig als dichten

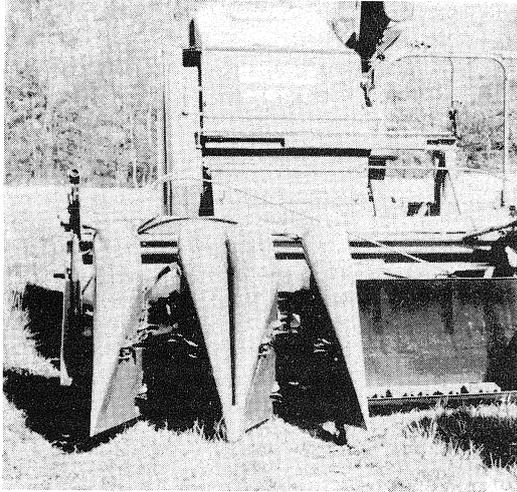


Abb. 4: Zwei Einzelaggregate sind hier zu einem zweireihigen Mais-schneidwerk zueinandergeordnet. Zwei übereinanderliegende Einzugsketten führen die Pflanzen der Schneidvorrichtung zu

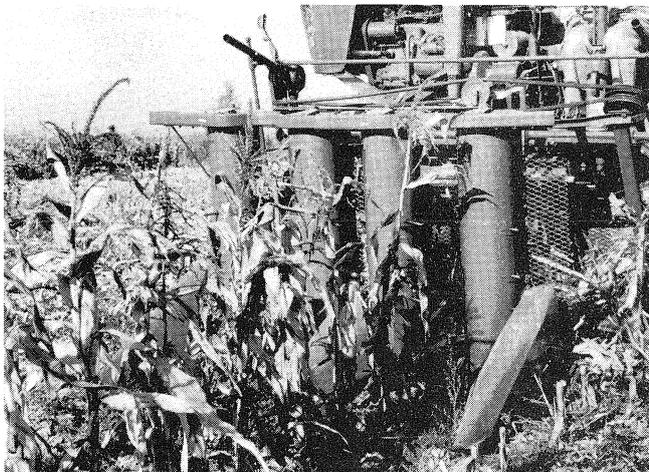


Abb. 5: Einzugsvorrichtung mit stehenden Walzen und gesteuerten Zinken. Die flach nach vorn geführten Torpedoteiler sind mit Einzugsketten versehen

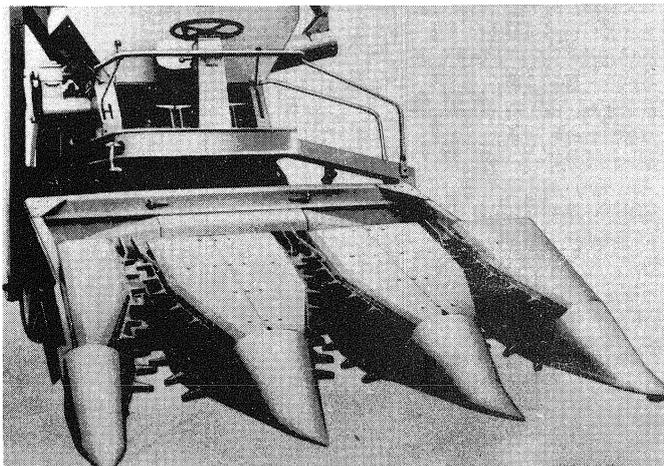


Abb. 6: Große selbstfahrende Mähdrescher werden mit dreireihigen Mais-schneidwerken ausgerüstet, die insgesamt gegen das Getreideschneidwerk ausgetauscht werden. Der zwölfwache Ketteneinzelzug fördert auch abgeknickte Stengel und tiefhängende Kolben sicher zur Schneidvorrichtung

Strohteppich auf das Feld verteilen (Abb. 9). Bei den kleineren Mähdreschern bereitet es allerdings oft Schwierigkeiten, den erforderlichen hohen Antriebsbedarf für den Strohschneider von etwa 8—12 PS je nach Arbeitsbreite bereitzustellen, der für das Zerkleinern der dickstengeligen und sperrigen Maispflanzen erforderlich ist.

Die Masse und vor allem der hohe Wassergehalt des Maisstrohes bereiten auch in anderer Hinsicht Schwierigkeiten. Wenn die Pflanzen durch das Dreschaggregat wandern, wird ein Teil des darin enthaltenen Wassers frei und befeuchtet das übrige Erntegut. Feuchtigkeitszunahmen von 4—6% sind von uns in den vergangenen Jahren wiederholt ermittelt worden. Das nasse und schwere Stroh bewirkt aber auch eine erhebliche Belastung der gesamten Maschine, vor allem der Schüttler, Siebe und Strohschneider, so daß eine höhere Abnutzung und eine geringere Nutzungsdauer der Maschine zu erwarten ist.

Bei dem Zerschlagen der Maispflanzen im Dreschaggregat fallen zudem viele kleine Stengel- und Markteile an, die in Größe und Gewicht dem Maiskorn sehr ähnlich sind und bislang eine einwandfreie Reinigung des Maises bei feuchtem Wetter nicht zulassen. Nicht allein die Verschmutzung des Erntegutes bereitet dabei Sorgen, diese feuchten Stengelteile versetzen auch sehr rasch die Öffnungen der Lamellensiebe. In verhältnismäßig kurzen Zeiträumen müssen dann die Siebvorrichtungen gesäubert werden. Diese Rüstzeiten sind um so höher, je feuchter die Witterung und je weniger abgereift der Mais ist.

Die hohe Feuchtigkeit des Maises und der Besatz mit Grünzeug machen eine sofortige Verwertung des mit dem Mähdrescher geernteten Maises unbedingt erforderlich. Das Erntegut erwärmt sich innerhalb weniger Stunden und es besteht die Gefahr der raschen Keimung.

Bei einer nachfolgenden Trocknung macht sich deshalb die Verschmutzung des Erntegutes mit stark wasserhaltigen Stengelteilen besonders unangenehm bemerkbar. Gegenüber sauber gewonnener Körner sind höhere Luftleistungen und Wärmemengen notwendig, um eine einwandfreie Trocknung zu erzielen. Aus diesem Grund werden Versuche angestellt, den feuchten Mais vor der Beschickung der Trocknung vorzureinigen. Nach ersten vorläufigen Versuchen scheint es möglich zu sein, einen Teil der Beimengungen herauszusortieren und damit auch die Feuchtigkeit des Erntegutes zu verringern.

Diese Umstände waren unter anderem der Grund dafür, daß neben der Trocknung in letzter Zeit auch die Einsäuerung des Maises als Schrotsilage viele Anhänger gefunden hat. Bei dieser Art der Verwertung spielen die Feuchtigkeit und der Besatz mit Stengelteilen keine Rolle, letztere sind sogar in gewissem Umfang erwünscht, weil dadurch der Rohfaser-

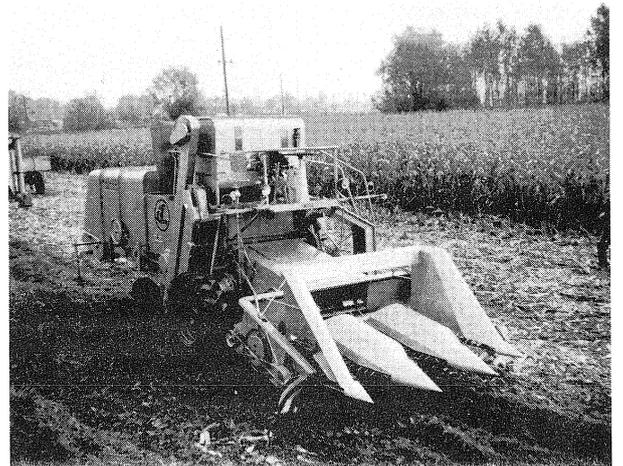


Abb. 7: Ausreichend groß dimensionierte Dreschorgane, Schüttler- und Siebvorrichtungen sind die Voraussetzung für die Verwendung mehrreihiger Schneidwerke. Die Maispflanzen werden beim Schneidvorgang von der Querverbindung oben zurückgehalten, so daß der untere Teil des Stengels zuerst in den Schräglörderer gelangt

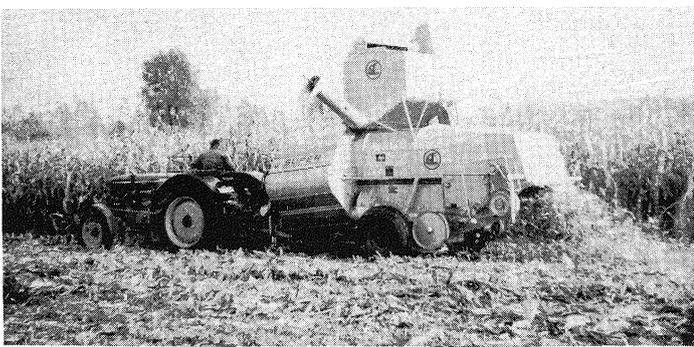


Abb. 9: Durch den angebauten Strohschneider wird es möglich, in einem Arbeitsgang ein sauberes Feld zu hinterlassen, das mit einem dichten Strohteppich bedeckt und fertig zum Pflügen ist

gehalten und damit die Verdaulichkeit des Maises erhöht wird.

Die neuen Verfahren mit dem Mähdrescher bei der Maisernte haben also nicht nur technische Weiterentwicklungen und arbeitswirtschaftliche Vorteile gebracht, sie haben auch eine ganz entscheidende Auswirkung auf die betriebswirtschaftliche Situation der landwirtschaftlichen Betriebe.

Zusammenfassung

Zusammenfassend läßt sich feststellen:

1. Der Anbau von leistungsfähigen Hybridmais-Sorten mit geringeren Ansprüchen an die klimatischen Voraussetzungen führte in den Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg zu einem starken Aufschwung des Konsummaisbaues in der Bundesrepublik Deutschland.
2. Entgegen den ausländischen Entwicklungen mit dem Verfahren „Pflückdrusch“ hat sich in Deutschland der „Mähdrusch“ des Maises mit Maisschneidwerken eingeführt. Die in großen Stückzahlen vorhandenen Mähdrescher mit großdimensionierten Dreschorganen, Schüttler- und Siebvorrichtungen, schufen die Voraussetzungen für das Ernten der gesamten Maispflanze.
3. Für die einwandfreie Annahme und Zuführung des Maises zu den Dreschwerkzeugen wurden verschiedene Bauarten von Maisschneidwerken entwickelt. Diese sind mit Zuführketten oder Schnecken ausgerüstet, so daß auch abgeknickte Pflanzen und tief am Boden hängende Kolben einwandfrei aufgenommen werden.

4. Zur Vermeidung von Dresch- und Reinigungsverlusten wurden sogenannte „Innere Umbausätze“ entwickelt, die als Zusatzvorrichtungen bei Dreschtrommel, Dreschkorb, Schüttlern und Sieben eine verlustarme Drusch- und Reinigungsarbeit bewirken.
5. Die Hauptvorteile bei der Verwendung von Maisschneidwerken am Mähdrescher bestehen darin, daß der Mähdrescher in einem Arbeitsgang und völliger Einmannarbeit das Feld räumt und fertig zum Pflügen hinterläßt. Die Maisschneidwerke stellen relativ unkomplizierte und vor allem billige Aggregate dar, die eine einwandfreie Annahme des Maises gewährleisten und in Verbindung mit den Zusatzeinrichtungen an den Dresch- und Reinigungsorganen zu geringeren Verlusten als bei anderen Körnermaiserteverfahren führen. Hinzu kommt, daß die Mähdrescher größtenteils für die Getreideernte bereits vorhanden sind und eine Ausweitung der Erntekapazität durch den Körnermaisdrusch zu einer Verteilung des Kapitalbedarfes führt.
6. Diesen Vorteilen steht eine stärkere Belastung und Abnutzung des Mähdreschers entgegen, da die gesamten langen und sperrigen Maispflanzen durch die Maschine gefördert werden. Außerdem erfolgt bei dem Druschvorgang eine Befeuchtung der Körner, sowie eine Verschmutzung des Erntegutes durch Stengel- und Markteile. Das Dreschen von feuchten Pflanzen bereitet Schwierigkeiten, so daß eine höhere Witterungsabhängigkeit gegeben ist als beim Pflückdrusch.
7. Da der feucht geerntete Mais nicht lagerfähig ist, stellt eine sofortige Verwertung des mit dem Mähdrescher geernteten Maises die unbedingte Voraussetzung für eine verlustarme Ernte dar. Die Leistung des Mähdreschers und der Einrichtungen für die Verwertung müssen genau aufeinander abgestimmt sein. Neben der Trocknung hat auch die Einsäuerung geschroteter Körner in letzter Zeit in steigendem Maße Anklang gefunden.
8. Zu den betriebswirtschaftlichen Vorteilen des Maisanbaues kommt hier noch ein arbeitswirtschaftlich günstiges Verfahren hinzu, welches bei der Ernte die wirkliche Einmannarbeit zuläßt und auch günstige Auswirkungen auf die weitere Verarbeitung des Maises hat.

Landtechnik Heft 15 · Anfang August 1966

Beim Maisanbau: Entwicklung noch im vollen Fluß

Von Manfred Estler, Weihenstephan

Wer in der Erwartung nach Frankfurt kam, auf dem Sektor „Maisanbau und -ernte“ grundlegend neue Maschinen oder Geräte vorzufinden, mag vielleicht etwas enttäuscht gewesen sein. Wer jedoch die mancherlei bisher bei verschiedenen Arbeitsgängen noch vorhandenen Schwierigkeiten und Probleme kennt, ist sicher angenehm überrascht gewesen, daß sich die Herstellerfirmen dieser Fragen ernsthaft angenommen haben und akzeptablen Lösungen einen guten Schritt nähergekommen sind. Dennoch konnte dadurch nicht der Eindruck entstehen, die technische Entwicklung im Maisanbau hätte in den grundlegenden Fragen einen gewissen Abschluß gefunden, denn in mancherlei Hinsicht ließen sich an den ausgestellten Maschinen bemerkenswerte neue Entwicklungsrichtungen ablesen, die in den nächsten Jahren verstärkt zum Zuge kommen könnten.

Zentralantrieb im Vormarsch

Die Hersteller von Einzelkorn-Sägeräten stellten mit Ausnahme von zwei Neukonstruktionen (Inst. f. Technol. Forschung und Schmotzer) ihre bewährten Aggregate vor, wobei auch diejenigen Firmen, die bisher nur Geräte mit Einzelantrieb herstellten, zum Zentralantrieb übergehen. Trotz des höheren Anschaffungspreises bringt diese Anordnung gerade bei der Maissaat einige wesentliche Vorteile, insbesondere für Geräte mit geringem Eigengewicht. Die Erfahrungen der vergangenen Jahre haben dazu ge-

führt, daß heute nicht nur in Gebieten mit hohen Frühjahrsniederschlägen das Saatbett für Mais etwas rauher als bisher vorbereitet wird. Dadurch können unerwünschte Verschlämmungserscheinungen und damit verbundene Auflaufschäden vermieden und zugleich Arbeitsstunden bei der Saatbettvorbereitung eingespart werden.

Bei der Aussaat selbst werden mit Hinblick auf eine entsprechende Schlagkraft Fahrgeschwindigkeiten von 5—8 km/h angestrebt. Trotz rauher Bodenoberfläche und hoher Fahrgeschwindigkeit müssen also die Sägeräte die für den einwandfreien Antrieb der Sävorrichtung notwendige Bodenhaftung und den erforderlichen Tiefgang (4—6 cm) sicherstellen.

Unter solchen Voraussetzungen zeigen sich die gravierendsten Unterschiede zwischen den beiden großen Baugruppen von Einzelkornsägeräten:

1. denen, die speziell für die Zuckerrübensaat entwickelt wurden und zusätzlich für die Maissaat Verwendung finden können und
2. den eigentlichen Maissägeräten, die nebenbei auch für die Rübensaat einzusetzen sind.

Da die Rübensaat auf sorgfältig vorbereiteten Feldern mit geringer Ablegetiefe ausgebracht wird, können und sollen die Geräte der erstgenannten Gruppe ein geringes Eigengewicht besitzen. Beim Einsatz in der Maissaat ergeben sich

jedoch oft Schwierigkeiten, weil das Gewicht der Geräte nicht ausreicht, die erforderliche Tiefenablage auf 4—6 cm einzuhalten und — bei Einzelantrieb über die Druckrolle — einen sicheren und störungsfreien Antrieb der Säorgane zu gewährleisten.

Es ist deshalb bezeichnend, daß die Mehrzahl der Hersteller solcher Rüben- (und Mais-)Sägeräte neben Aggregaten mit Einzelantrieb nunmehr auch zentralangetriebene Geräte anbieten, die großdimensionierte Gummilaufäder besitzen und über eine gemeinsame Welle mit Kettenantrieb oder Kardanwellen zu den Sägeräten einen gleichmäßig-sicheren Antrieb ergeben sollen. Über diese zentrale Antriebswelle wird zugleich die Abstandsregelung in der Reihe vorgenommen, bei Kleine und Tröster durch den Austausch von Kettenrädern, bei Becker, Bleinroth, Fähse und Palm dagegen eleganter, aber wohl etwas teurer mit Hilfe eines fünf- bis sechsstufigen Nortongetriebes (Abb. 1).

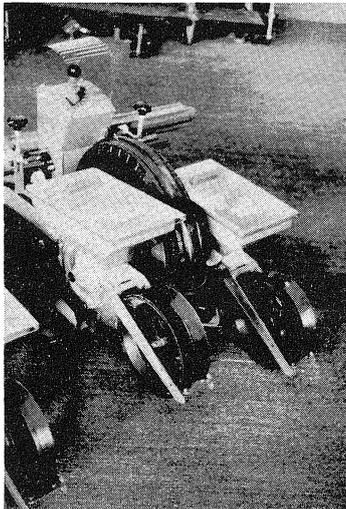


Abb. 1: Fähse-Einzelkorn-Sägerät mit Zentralantrieb, großen Gummilaufädern und sechsstufigem Nortongetriebe auf der gemeinsamen Antriebswelle

Eine Sonderstellung nimmt hier das erstmals vorgestellte „Unadrill“-Sägerät von Schmotzer ein. Es hat zwar Einzelantrieb, die Druck- (und zugleich Antriebs-)räder sind jedoch untereinander mit Kardanwellen verbunden, so daß sich ein weitgehend zwangsläufiger Antrieb für alle Aggregate ergibt (Abb. 2).

Schwieriger ist es für diese leichtgewichtigen Geräte dagegen — vor allem auf schwereren Böden —, die bei Mais erforderliche Saattiefe von 4—6 cm zu erreichen und bei den erwünschten hohen Fahrgeschwindigkeiten konstant einzuhalten. Einige Firmen (Becker, Kleine, Tröster) versuchen, mit verstellbaren Vorscharen kleine Furchen zu ziehen und nach der Saatgutablage durch zum Teil zusätzlich belastete und verstellbare Zustreicher einen kleinen Damm über dem

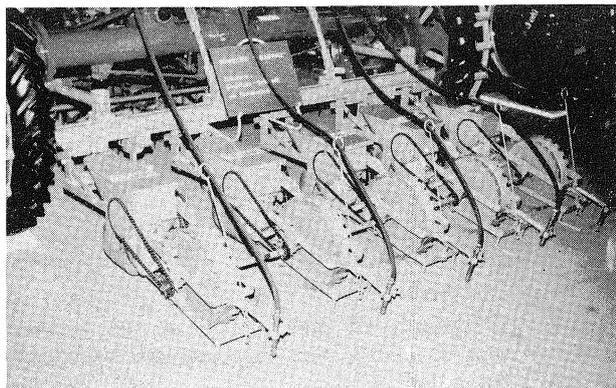


Abb. 2: Das neue „Unadrill“-Sägerät von Schmotzer soll durch eine neuartige Kornablage Fahrgeschwindigkeiten von 8 km/h bei exakter Einzelkornablage ermöglichen

Saatgut anzuhäufeln. Für das Ebra-Gerät werden hingegen Belastungsgewichte zur zusätzlichen Beschwerung des Säschares angeboten, und bei Fähse besteht die Möglichkeit, die Aggregate leicht durch Federdruck zu belasten. Alle diese Lösungen mögen bei langsamer Vorfahrt und feinkrümelig vorbereitetem Saatbett gut arbeiten, unter den genannten ungünstigeren Voraussetzungen ergeben sich jedoch erfahrungsgemäß Schwierigkeiten.

Bei der zweitgenannten Gruppe der Mais- (und Rüben-)Sägeräte liegt dagegen eine völlig andere konstruktive Grundkonzeption vor. Hier finden wir Geräte mit außerordentlich hohem Eigengewicht (zum Beispiel IHC: 95,5 kg, Deere-Lanz: etwa 50 kg), vor oder, wie zum Beispiel beim Eberhardt-„Muli“, eine exakt wirkende zusätzliche Federdruckbelastung (maximal 32 kg je Aggregat). In Verbindung mit lang nach vorn gezogenen Säbelscharen und großdimensionierten Druck- und zugleich Antriebsrädern ist auch bei hoher Fahrgeschwindigkeit und ungleichmäßiger Bodenoberfläche ein guter „Sitz“ der Geräte im Boden und eine gleichmäßige Tiefenablage gewährleistet (Abb. 3). Eine interessante und robuste Konstruktion stellt auch das französische „Monosem“-Gerät (Firma Schröder) dar mit zwei keilförmig angestellten Antriebsrädern, die zugleich als Druckrolle dienen.

Wenn auch die Forderung nach exakter Einzelkornablage bei der Maissaat unter den bei uns vorherrschenden feuchten Klimaverhältnissen nicht überspitzt werden sollte, falls dadurch die Flächenleistung erheblich geringer wird, ist doch die einwandfreie Arbeit der Säorgane von besonderer Bedeutung. Dabei bereitet bislang erhebliche Schwierigkeiten, daß Form und Größe des Saatgutes von Jahr zu Jahr erheblich schwanken. Die Gerätehersteller kennen diesen Kummer. Ihre Bemühungen, dem Landwirt zu helfen, reichen vom Angebot einer Vielzahl unterschiedlicher Zellenräder oder Säscheiben für die mannigfaltigen Korndurchmesser und -dicken bis zum Anerbieten, nach einer eingesandten Saatgutprobe die passenden Zellenräder anzufertigen (zum Beispiel Becker). Dennoch ist es für den Landwirt eine Zumutung, daß er jedes Jahr vor Beginn der Saat erneut ausprobieren muß, welche der vielen vorhandenen Säscheiben paßt. Umso erfreulicher sind die bereits vorhandenen Ansätze für eine Kalibrierung des Saatgutes (Baywa, INRA-Saatgutimporte) und es bleibt zu hoffen, daß die Technik von dieser Seite her noch tatkräftigere Unterstützung erhält (Abb. 4).

Bei der Ausführung der Säorgane herrscht nach wie vor die Verwendung von Metall vor (Deere-Lanz, Becker, Ebra, Eberhardt, Palm, Schröder), daneben werden die bekannten Metall-Gummi-Kombinationen angeboten (zum Beispiel Bleinroth, Fähse, Kleine, Tröster), wobei es gelungen zu sein scheint, das bisher so unliebsame Ablösen des Gummifutters von den Metallscheiben durch neuartige Klebemittel zu beseitigen. Erstaunlich ist jedoch, daß hier die Verwendung von Kunststoff (mit Ausnahme von IHC) noch keinen größeren Raum einnimmt.

Einen neuen Weg der Kornablage gehen die erstmals von Prof. Knolle und Schmotzer ausgestellten Säorgane die das

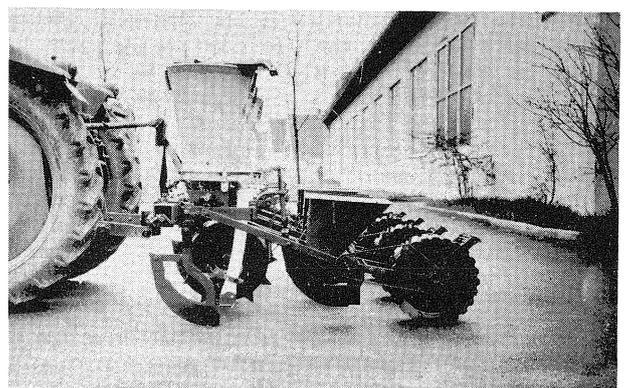


Abb. 3: Bauweise und Anordnung von Reihendüngungs- und Einzelkornablage beim Eberhardt-„Muli 336“. Zwischen Dünger- und Saatgutbehälter deutlich sichtbar die kräftige Belastungsfeder

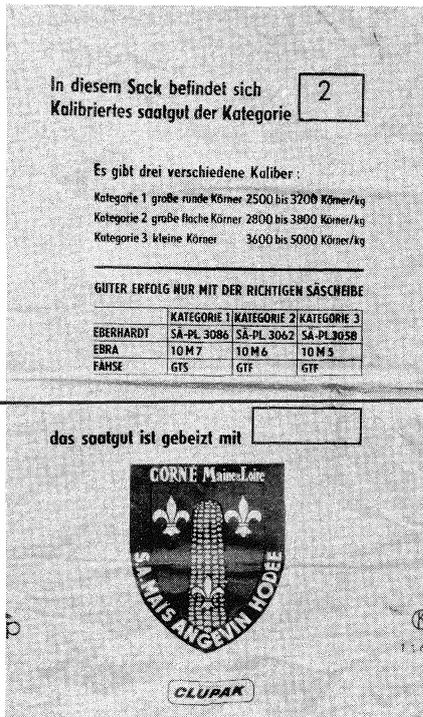


Abb. 4: In diesen Säcken kommt seit kurzem das INRA-Saatgut auf den deutschen Markt. An Hand der aufgedruckten Kategorie läßt sich auf der Tabelle für drei Fabrikate von Einzelkornsäegeräten die geeignete Säscheibe ermitteln

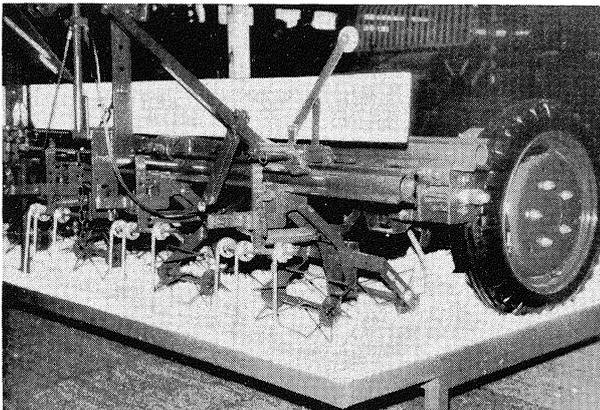


Abb. 5: Das Becker-Streifenbearbeitungsgerät ist mit drei Federstahlzinken und zwei unterschiedlich großen Krümelwalzen ausgerüstet

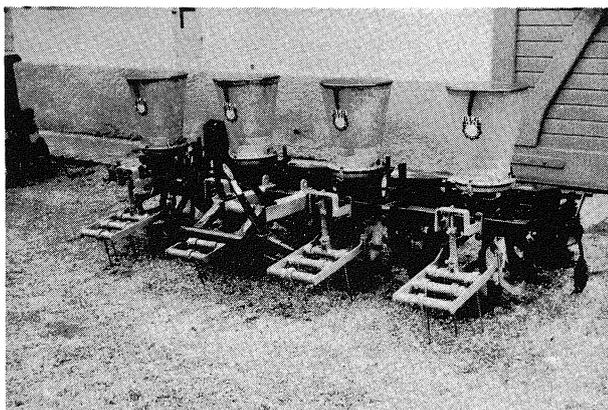


Abb. 6: Um genügend Freiraum für die mit keilförmig angeordneten Federstahlzinken bestückten Vorläufergeräte zu erhalten, ist es beim Eberhardt-„Muli 330“ erforderlich, zwischen Geräteschiene und Dreipunktbock ein Zwischenstück einzufügen

einzelne Saatkorn in ein Magazin fördern und darin bis dicht über den Boden nach unten bringen. Dadurch wird die Fallhöhe wesentlich reduziert, ein Punkt, der jedoch bei der Maissaat keine so entscheidende Rolle spielt wie zum Beispiel bei der Aussaat von Monogerm-Rübensaatgut. Ob die angekündigte hohe Vorfahrt von 8—10 km/Std. in der Praxis erreicht werden kann, sollte in künftigen Arbeitsbeobachtungen ermittelt werden.

Reihendüngung wieder aktuell

Nach dem ungünstigen Frühjahr 1965 hat in diesem Jahr die Frage der Reihendüngung wieder erheblich an Aktualität gewonnen. Vor allem in vielen der „neuen“ Maisanbauggebiete scheint das Ausbringen eines hochprozentigen Phosphorsäure-Düngers zugleich mit der Saat nicht nur einen Sicherheitsfaktor, sondern eine Voraussetzung für rascheres Jugendwachstum, bessere Frostverträglichkeit und gesicherte Erträge darzustellen. In Frankfurt wurden Reihendüngungseinrichtungen ausgestellt von Bleinroth, Weiste, Deere-Lanz, Ebra, Kleine, IHC, Eberhardt, Schröder und Tröster, wobei als Austragsvorrichtungen Streuteller und -scheiben (Bleinroth, Eberhardt, Schröder) gleichermaßen verwendet werden wie Nockenräder (Ebra, Tröster) und rotierende Schnecken (Deere-Lanz). Zur Korrosionsverhütung wird hier und auch bei den Düngerrohren bevorzugt Kunststoff verwendet, bei Eberhardt auch für den Dünger-Vorratsbehälter.

Je nach Fabrikat läßt sich der Dünger in einem Band (Eberhardt, Deere-Lanz, Kleine, Tröster) oder zwei Bändern (Ebra, IHC, Schröder) durch besondere Düngerschare in den Boden ablegen. Zur Verhütung von plasmolytischen Schäden sollte der Dünger etwa 5 cm seitlich und 5 cm unter dem Saatgut zu liegen kommen. Während sich der seitliche Abstand bei allen Geräten durch die verschiebbaren Düngerschare einfach einstellen läßt, kann der gleichmäßige Tiefenabstand zum Saatgut (mit Ausnahme von Ebra) nicht eingehalten werden, da Dünger- und Säschar getrennt voneinander geführt werden. Unterschiede in der Bodenoberfläche und unterschiedlich abgesetztes Saatbett haben dann ein ständiges Schwanken des Tiefenabstandes vom Dünger- zum Säschar zur Folge, und im Extremfall kann das Düngerband auf gleicher Höhe mit dem Saatgut liegen. Besonders deutlich wirkt sich das bei Verwendung von zwei Düngerscharen je Reihe aus; es besteht dabei die Gefahr, daß auf festeren Bodenschichten durch die Schleifkufenwirkung der vielen Schare kein ausreichender Tiefgang mehr erreicht wird.

Ansätze zur Streifenbearbeitung

Über die verschiedenen Verfahren und Einsatzbereiche einer arbeitssparender Saattbettvorbereitung ist seit einiger Zeit, auch in der Fachpresse, eine eifrige Diskussion im Gange. In den USA unter der Bezeichnung „Minimum-Tillage“ eingeführt und im wesentlichen als „Pflugdrillen“ oder „Schlepperspurrillen“ angewandt, hat sich dieses Bestellungsverfahren dort insbesondere bei Reihenfrüchten wie Mais, Sojabohnen und ähnlichen bereits einen beachtenswerten Anwendungsbereich gesichert. Die bei uns vorherrschenden klimatischen Verhältnisse erfordern zwar gewisse Abwandlungen dieser Verfahren, da zum Beispiel das Pflügen im Frühjahr nur in Ausnahmefällen üblich ist und die Herbstpflugfurche aus vielerlei Gründen bevorzugt wird. Dennoch sollte es auch bei uns möglich sein, sich für die Maissaat die zweifellos vorhandenen Vorteile dieser Verfahren zunutze zu machen.

Erste Ansätze in dieser Richtung waren in Frankfurt bei Becker, Kleine und Eberhardt zu sehen. Die beiden erstgenannten Firmen stellten Kombinationen von Federzinken und Krümelwalzen vor (Abb. 5), während Eberhardt ein nur mit Federzinken bestücktes Vorlaufaggregat zeigte (Abb. 6). Die Lockerungs- und Krümelwerkzeuge sind als Vorlaufaggregate am Grundrahmen des Einzelkornsäegerätes angebracht und bearbeiten je Maisreihe einen 25—30 cm breiten Bodenstreifen, in den das Saatgut abgelegt wird. Im günstigsten Fall können sich die Bestellarbeiten im Frühjahr auf einen kombinierten Arbeitsgang beschränken, wobei zusätzlich die gleichzeitige Reihendüngung und Bandspritzung möglich ist.

Der Hauptvorteil liegt demnach auf arbeitswirtschaftlichem Gebiet: man spart Arbeitsgänge bei der Saatbettvorbereitung und hat weniger Fahrspuren auf dem Feld.

Geringes Angebot an Maiserntemaschinen

Für die Körnermaisernte wurden in Frankfurt erstaunlich wenige Geräte ausgestellt. Diese Tatsache ist um so auffälliger, als der Anbau von Körnermais in den letzten Jahren erheblich zugenommen und auch durch das vielerorts katastrophale Maisjahr 1965 keinen Rückschlag erlitten hat. Nicht erst seit Frankfurt hat man jedoch das Gefühl, daß auf dem Sektor der Maismähvorsätze für Mährescher eine gewisse Stagnation in der technischen Entwicklung eingetreten ist. Diese Zusatzgeräte haben einen technischen Stand erreicht, der sowohl bei kleineren als auch größeren Anbauflächen einwandfrei ablaufende und kostengünstige Ernteverfahren ermöglicht. Wer die Vorfürhungen der letzten zwei bis drei Jahre aufmerksam verfolgt hat, konnte schon dort feststellen, daß technische Weiterentwicklungen nur in ganz geringem Umfang vorgenommen wurden. Die Mähvorsätze sind in harten Praxiseinsätzen robust und zuverlässig geworden, und das mag die Herstellerfirmen bewogen haben, diese Geräte nur in geringer Zahl auszustellen.

Die Firma Claas zeigte in der bekannten und bewährten Ausführung ihren dreireihigen Mähvorsatz mit Ketteneinzug, der als Austauschgerät einschließlich Kettenschrägförderer gegen das komplette Getreideschneidwerk ausgetauscht wird. Zu bedauern ist, daß die Umschaltmöglichkeit für wahlweise direkten oder vorfahrtabhängigen Antrieb der Einzugsketten weggefallen ist. Wesentlich verbessert wurde dagegen der Anbaustrohschneider. Zu dem direkten Antrieb vom Motor her sind neuartige Messerklingen auf dem Rotor gekommen, die nunmehr einen sicheren, ziehenden Schnitt gewährleisten. Dieser Umstand ist gerade bei der Verarbeitung des grobstengeligen und sperrigen Maisstrohes von Bedeutung, das sich in sauber zerkleinertem Zustand vor allem auf schwereren Böden wesentlich besser in den Boden einarbeiten läßt und dort auch rascher verrottet.

Bei Dechentreiter konnte man etwas abseits der zugkräftigeren Ausstellungsmaschinen die dreireihige Schneckeneinzugsvorrichtung für den Aufbau auf die normale Getreideschneidwanne entdecken, ein Gerät, das durch seinen einfachen Aufbau und günstigen Anschaffungspreis gekennzeichnet ist.

Etwas vielseitiger war das Bild bei den Kolbenerntemaschinen, wo neben reinen Pflückern und Pflückreblern (Picker-Shellern) auch mehrere Mährescher-Pflückvorsätze vorgestellt wurden.

Die Firma Geringhoff hat sich in den letzten Jahren zu einer Spezialfirma für Maisernte- und -aufbewahrungsmaschinen entwickelt; hier sah man neben einem einreihigen Dreipunkt-Anbaupflücker mit Kolbenelevator zum Anhängewagen auch den einreihigen Maisvollernter (Pflückrebler) mit Pflückvorrichtung, Rebelaggregat und Korntank. Diese zapfwellenbetriebene Anhängemaschine läßt sich durch einen Anbaustrohähcksler ergänzen, der unter dem Pflückaggregat angebracht wird und jede gepflückte Maisreihe sofort zerkleinert. Pflückvorrichtung, Rebelaggregat und Korntank lassen sich ebenso auf den Unimog oder Eicher-Geräteträger aufbauen und erweitern damit den Einsatzbereich dieser Maschinen. Ein aus dem normalen Kolbenpflücker entwickelter dreireihiger Pflückvorsatz für Mährescher rundete das Programm ab.

Auch die französische Firma Rivierre-Casalis/Orléans stellte ein volles Programm von Maiserntemaschinen und Trocknungsanlagen aus. Dem auch bei anderen Erntemaschinen vorherrschenden Trend zum Sammelbunker auf der Maschine folgend, hat der einreihige Anhäng-Kolbenpflücker einen hydraulisch betätigten Hochkippbunker erhalten (Abb. 7). Der bisher vorhandene lange Zug Schlepper — Pflücker — Anhängewagen wird dadurch wesentlich verkürzt. Die bessere Wendigkeit macht sich vor allem auf kleineren Feldern bemerkbar. Außerdem belastet die zunehmende Bunkerfüllung zusätzlich die Schlepper-Hinterachse. In unveränderter Bauweise mit konventionellen Profilpflückwalzen ausgestattet wurden außerdem der zweireihige,

schleppergezogene Pflückrebler (Picker-Sheller) mit Korntank auf der Maschine, sowie der zweireihige und der im Baukastensystem daraus entwickelte vierreihige Pflückvorsatz für den Anbau am Mährescher vorgestellt. Diese Maiserntemaschinen haben in den letzten Jahren auch in Deutschland ihre Robustheit und gute Pflückarbeit, beim Pflückrebler verbunden mit schonender Entkörnung der Kolben und einwandfreier Sauberkeit des Erntegutes, unter Beweis gestellt.

Neues Pflückprinzip wird angeboten

Das konventionelle Pflückprinzip mit rotierenden Profilpflückwalzen steht jedoch zur Zeit im Kreuzfeuer der Meinungen, zumal erstmals auf einer DLG-Ausstellung von Massey-Ferguson der nach dem „Pflückschienen“-Prinzip arbeitende und an europäische Reihenweiten angepaßte Pflückvorsatz MF 321 ausgestellt wurde (Abb. 8). Bei diesem Pflückprinzip (in USA wird es bei Mährescher-Pflückvorsätzen nahezu ausschließlich verwendet) sind an Stelle der bisherigen rotierenden, mit speziellen Profilen für das teilweise Entlieschen der Kolben versehenen Pflückwalzen nunmehr feststehende Pflückschienen mit darunterliegenden Durchziehwalzen (auch „Reißwalzen“ bezeichnet) getreten. Die Maisstengel werden von diesen Walzen mit hoher Geschwindigkeit zwischen den Pflückschienen hindurchgezogen und dabei die Kolben abgetrennt. Der Hauptvorteil liegt also darin, daß die Maiskolben nicht mehr mit den rotierenden Pflückwalzen in Berührung kommen und sich die Pflückverluste, vor allem durch Ausrebeln von Kolben zwischen den Pflückwalzen, etwa auf die Hälfte verringern lassen.

Dieser Pflückvorsatz stellte zweifellos ein erstes sichtbares Zeichen für eine Entwicklung dar, die mit Sicherheit in den nächsten Jahren auch in Deutschland weiterverfolgt wird. Falls sich die aus dem Ausland bekannten guten Arbeitsergebnisse (ähnliche Pflückvorrichtungen werden in Frankreich und Österreich bereits seit einigen Jahren hergestellt) auch unter den ungünstigeren deutschen klimatischen und pflanzenbaulichen Voraussetzungen bestätigen, dürfte diese Entwicklung auch bei uns verstärkt an Bedeutung gewinnen.

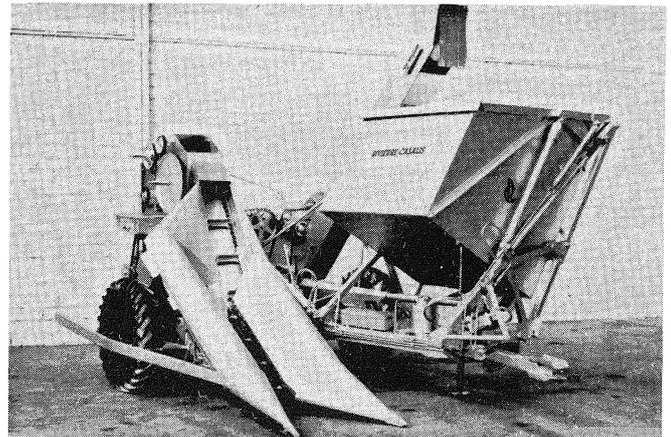


Abb. 7: Für Hochkippbunker und Pflückaggregat hat der Rivierre-Casalis-Kolbenpflücker eine eigene, zapfwellenbetriebene Hydraulikanlage

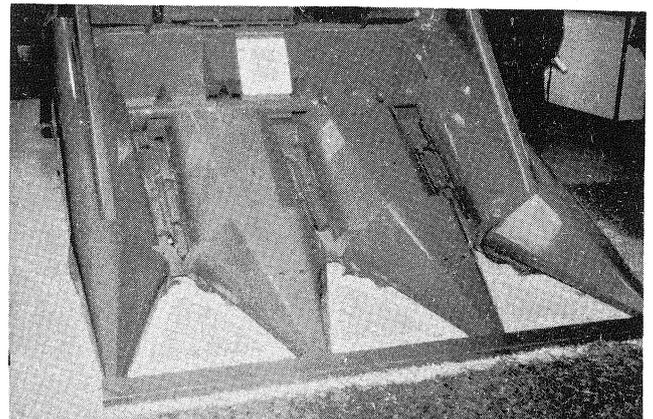


Abb. 8: Der in Frankfurt ausgestellte dreireihige Pflückschienen-Vorsatz von Massey-Ferguson wird für den Groß-Mährescher MF 510 auch in vierreihiger Ausführung geliefert

Heinz Schulz, Karl-Hans Kromer:

Untersuchungen an Schneidvorrichtungen im Ladewagen

Landtechnik Weihenstephan

1. Einführung

Mit Hilfe des Ladewageneinsatzes konnten die Lade- und Transportprobleme der Halmguternte in vielen Betrieben bereits weitgehend gelöst werden. Durch die mit großer Leistung herangeschafften Futtermengen stiegen jedoch die Anforderungen an die Arbeitsvorgänge des Abladens, Weiterförderens und Fütterns.

Zwar brachte der Ladewagen auch hier gegenüber den bisherigen Langgut-Ladegeräten wie Fuderlader und Frontlader spürbare Vorteile, weil die meisten Förderorgane im Ladewagen den Ladeschwad in einzelne Portionen zerreißen und die Wagenladung daher beim Abladen nicht vollständig zusammenhängt. Aber erst durch die Entwicklung von Schneidvorrichtungen im und nach dem Förderkanal des Ladewagens war es möglich, manche Abladevorgänge, insbesondere die Zuteilung in Stetigförderer entscheidend zu verbessern. Auch die neuen Dosiergeräte für Ladewagengut sind zumeist auf vorgeschchnittenes Material angewiesen.

Daher werden Schneidvorrichtungen zunehmend eingebaut und auch von der Praxis fast ausnahmslos und mit Vorteil verwendet, zumal ihr Preis im Verhältnis zum Erfolg sehr

niedrig ist. Manche Firmen liefern bereits 90 % ihrer Ladewagen mit Schneideinsatz aus; hinzu kommt noch die laufende Nachrüstung. Von den in der KTL-Typentabelle [1] enthaltenen ca. 140 Ladewagentypen können nur 17 nicht mit Schneidvorrichtung geliefert werden, wobei es sich vorwiegend um Sonderbauarten handelt, die in der Praxis wenig verbreitet sind.

Schneidvorrichtungen im Ladewagen haben — wenn man einmal vom Häckselladewagen mit eingebauter Exakthäcksleinrichtung absieht — nicht die Aufgabe, ein möglichst kurzes und dem Exakthäcksel vergleichbares Gut herzustellen. Sie sollen vielmehr durch streifenweises Auftrennen der Wagenladung dafür sorgen, daß diese beim Abladen locker auseinanderfällt und verteilt werden kann. Das vorgeschchnittene Ladewagengut ähnelt daher weder Exakthäcksler- noch Schlegelfeldhäckslermaterial, sondern ergibt eine völlig andere Struktur, die vorwiegend aus einzelnen, deutlich voneinander getrennten „Paketen“ besteht (Bild 1).

Mit Ausnahme der Förderschnecke können alle Fördersysteme, also Förderschwinge, Schubstange, Rechenkette und Fördertrommel mit Schneidvorrichtungen kombiniert werden (Bild 2 bis 8). Der kleinstmögliche Messerabstand schwankt dabei zur Zeit von ca. 120 bis 500 mm.

2. Anforderungen an Schneidvorrichtungen

Eine der Haupteigenschaften des Ladewagens besteht darin, daß er Futter mit hoher Leistung schonend lang und unzerkleinert laden kann. Dies muß auch beim Ladewagen mit

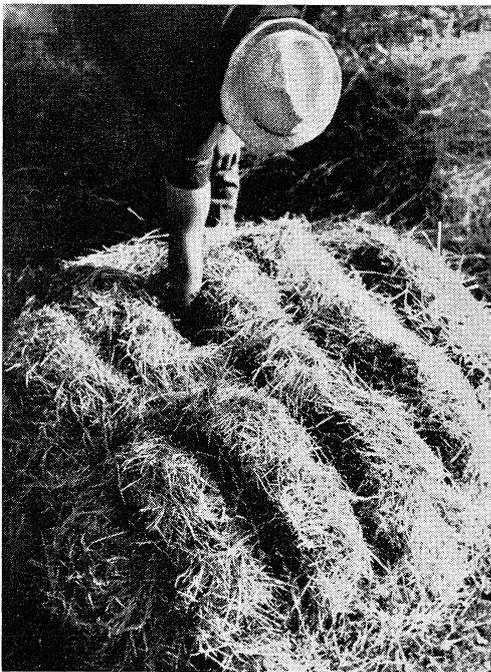


Bild 1: Einwandfrei geschnittenes Ladewagengut (Streifen völlig getrennt, Struktur bleibt auch nach dem Laden erhalten)

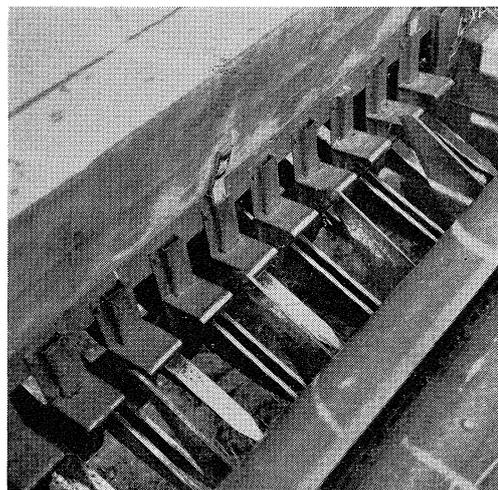


Bild 2: Einteilige Förderschwinge, Schneidvorrichtung mit feststehenden Messern, System I

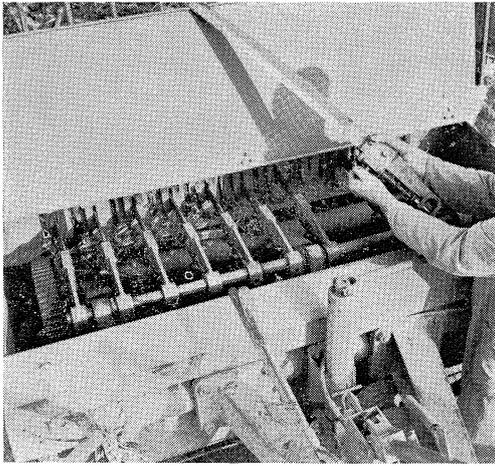


Bild 3: Einteilige Förderschwinde, Schneidvorrichtung mit bewegten Messern über dem Förderkanal (Sägegatterprinzip), Messer leicht auswechselbar, System III

Schneidvorrichtung möglich bleiben, das heißt, die Messer müssen leicht, schnell und ohne Werkzeug von einer Arbeitskraft auszubauen sein, um gegebenenfalls Grünfütter, Rübenblatt und vor allem Strohballen ohne Schneidvorrichtung laden zu können. Diese Forderung wird zur Zeit noch nicht immer erfüllt, oftmals sind die Messer mit Schrauben an unzugänglichen Stellen befestigt und zum Ein- und Ausbau werden 2 Personen benötigt.

Weiterhin muß die Messerzahl, also der Messerabstand (im folgenden auch Schnittlänge genannt) ebenso leicht und schnell variiert werden können, da man je nach Futterart, Verwendungszweck und Fördergerät mehr oder weniger kurz schneiden möchte. So reicht beispielsweise bei Heu und Greifereinlagerung eine Schnittlänge von 300 bis 400 mm aus, während man bei Silofutter und Gebläseeinlagerung auf 150 bis 200 mm heruntergeht, um die spätere Handentnahme zu erleichtern. Bei Gebläsehäckslereinsatz hingegen führt sehr kurzes Vorschneiden zu Überlängen beim Nachhäckeln durch Querlegen der Halme im Häckslermundstück; hier hat sich daher ein Messerabstand im Ladewagen von 200 bis 250 mm bewährt. Es ist also keinesfalls so, daß man in allen Fällen mit möglichst kurzen Schnittlängen arbeiten sollte, es hat sich sogar gezeigt, daß es mit den derzeitigen Ausführungen nicht sinnvoll ist, Messerabstände unter 120 bis 150 mm (je nach Schneidsystem) anzustreben.

Eine weitere Forderung ist die Exaktheit des Schnittes, das heißt, die Futterportionen sollten restlos durchgetrennt werden und nicht noch an einzelnen Halmen zusammenhängen. Andernfalls treten trotz geringem Messerabstand die bekannten Schwierigkeiten beim Zerteilen in Stetigförderer auf.

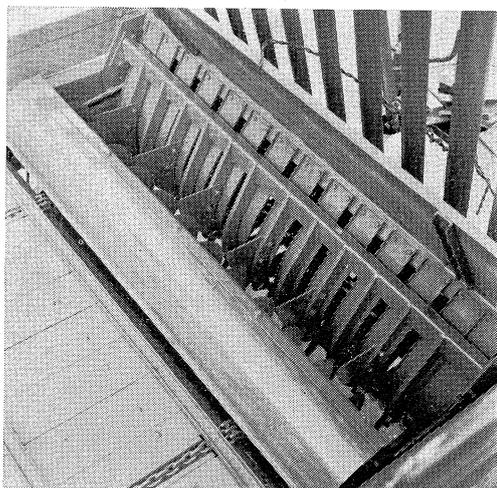


Bild 4: Einteilige Förderschwinde, Schneidvorrichtung mit feststehenden und nicht angetriebenen, rotierenden Messern, System IV

Obwohl es sich herausgestellt hat, daß die Messer der Schneidvorrichtung im Ladewagen teilweise außerordentlich lange Standzeiten haben (50 Wagenladungen und mehr), sollte die Schneidenausbildung ein leichtes Nachschleifen ermöglichen.

Schneidvorrichtungen im Ladewagen sollten weiterhin mit möglichst niedrigem Leistungsbedarf auskommen und vor allem nicht zu hohe Drehmomentspitzen verursachen. Dies gilt verstärkt für solche Ladewagen, bei deren Entwicklung man nicht mit dem späteren Einbau einer Schneidvorrichtung gerechnet hat. Aber auch mit Rücksicht auf die in vielen Ladewagenbetrieben noch häufig vorhandenen leistungsschwachen Schlepper muß ein gleichmäßiger Drehmomentverlauf angestrebt werden.

Diese Anforderungen deuten gleichzeitig auch die Probleme an, die bei Konstruktion und Einsatz von Schneidvorrichtungen bestehen. Auch heute noch wird bei der Entwicklung von Schneidvorrichtungen vielfach empirisch verfahren, wenn wichtige Konstruktionsunterlagen und Meßwerte fehlen. Lösungen, die sich in der Praxis als nicht funktionsfähig erweisen, und nach kurzer Zeit wieder vom Markt verschwinden müssen, sind zuweilen die Folge. Daher wurde den Schneidvorrichtungen innerhalb der gesamten Ladewagenuntersuchungen an der Landtechnik Weihenstephan ein besonders breiter Raum eingeräumt. Die rasche Verbreitung des Ladewagens, und besonders in jüngster Zeit der Schneidvorrichtungen, machte ein schnelles, auf den derzeitigen Entwicklungsstand abgestimmtes Vorgehen erforderlich. Obwohl diese Untersuchungen noch keineswegs abgeschlossen sind, soll daher schon jetzt über die wichtigsten Erkenntnisse berichtet werden, um Maßstäbe und Größenordnungen anzudeuten und Anregungen für weitere Arbeiten auf diesem Gebiet zu geben.

3. Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung war im Wesentlichen durch die unter 2. aufgestellten Anforderungen an Ladewagen mit Schneidvorrichtung bestimmt:

- Ermittlung des erforderlichen Zapfwellen-Leistungsbedarfes, des Drehmomentenverlaufs und der Drehmomentspitzen.
- Funktions- und Eignungsprüfung an verschiedenen Ladegütern.

Daneben galten die Untersuchungen einer möglichen Senkung des Leistungsbedarfes, weshalb in diesem Zusammenhang noch der Einfluß der Schnittlänge (Messerabstand), des Schnittwinkels (Winkel zwischen Messer und Förderebene) und der Hubfrequenz ermittelt wurden. Zur Aufstellung der prozentualen Leistungsaufnahme war weiterhin der Einfluß der Wagenladung zu klären.

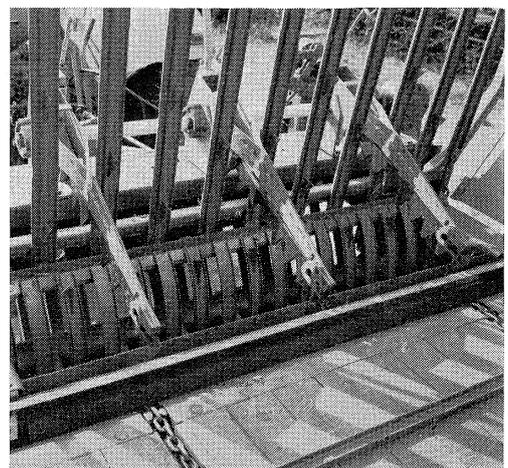


Bild 5: Gesteuerte Fördertrommel, Schneidvorrichtung mit bewegten Messern (Doppelmesser-Schneidwerk), System 4*

Dabei erfolgte die Beurteilung der Schneidsysteme über ausgeführte Konstruktionen, mit dem Nachteil, daß diese nicht immer optimal ausgebildet waren.

4. Versuchsanordnung

Zur Beurteilung von Schneidvorrichtungen ist die Kenntnis der Funktion, des Einbaus im Ladewagen sowie des Leistungsbedarfs (und Drehmomentenverlauf) erforderlich. Der Gesamtleistungsbedarf eines Ladewagens mit Schneidvorrichtung läßt sich grob in

- Förderleistung (zum Laden)
- Schneidleistung (zum Schneiden)
- Preßleistung (zum Ausladen des Wagens)

unterteilen. Die wesentlichen Einflußgrößen wurden schon an anderer Stelle behandelt [2], so daß nachfolgend nur die des Schneidleistungsbedarfs angeführt werden sollen: Schnittart, Schnittgeschwindigkeit, Schnittwinkel, Schnittlänge, Anschliff, Watenwinkel, Lage des Schneidwerkes zum Förderorgan.

Zur Schnittlänge sei noch gesagt, daß bei den Schneidvorrichtungen im Ladewagen im Gegensatz zum Feldhäcksler die Anzahl der Messer unwichtig ist. Entscheidend ist die Anzahl der Schneidstellen, d. h. wie oft das Material tatsächlich geschnitten wird. Bei der heute üblichen Schwadbereitung werden bei Grüngut nur 70—80 cm und bei Rauhgut bis 1 m der Schneidvorrichtung belastet.

Hinsichtlich der Schnittart sind zu unterscheiden:

- a) feststehende Messer
- b) bewegte Messer

wobei mehr oder weniger exakt schneidende Häckselaggregate (Häckselladewagen) ausgeklammert bleiben. Kombinationen von a) und b) sind ebenfalls anzutreffen, eine befindet sich im Versuchsprogramm (System IV, Bild 4).

Die Zuordnung von Schneidvorrichtung und Förderkanal ist durch a) und b) bestimmt. Feststehende Messer sind allgemein im Förderkanal angeordnet, wodurch das Material portionsweise geschnitten wird. Demgegenüber liegen bewegte Messer über dem Förderkanal, das Material wird zu einem Materialstock vorgepreßt und erst dann geschnitten. Die untersuchten Schneidvorrichtungen sind in den Bildern 2 bis 6 und Bild 9 dargestellt. Zur besseren Übersichtlichkeit wurde das mit 65 % überwiegende Fördersystem — Förderschwinde [1] mit röm. und die anderen Fördersysteme mit arab. Ziffern bezeichnet.

System I: Einteilige Förderschwinde mit feststehenden Messern, Schnittwinkel 45° und im letzten Bereich 15° . Schnittlänge bzw. Messerabstand 30 cm. (Messer erwies sich als etwas zu kurz, Durchlaß von ungeschnittenem Material). — Bild 2

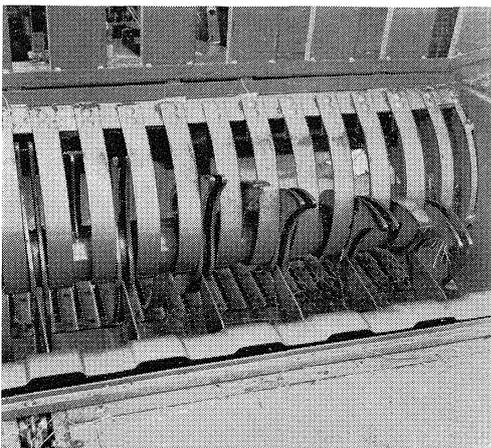


Bild 6: Ungesteuerte Fördertrommel mit schraubenartig versetzten Mitnehmern, Schneidvorrichtung mit feststehenden Messern, System 4

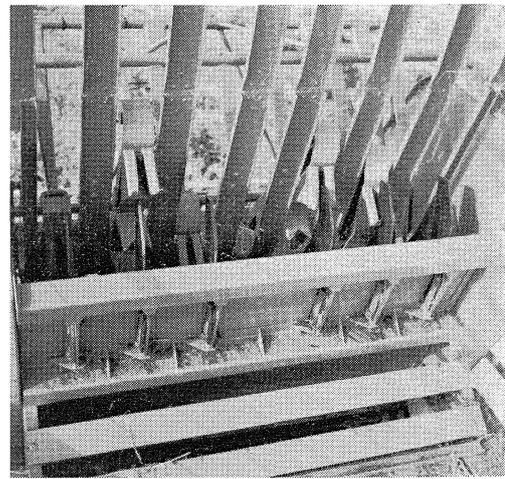


Bild 7: 6-teilige, lange Schubstange, Schneidvorrichtung mit feststehenden Messern

System III: Förderschwinde mit hin- und hergehenden Messern (Sägegatterprinzip) über dem Förderkanal, direkter Antrieb der Messer durch Förderschwinde, Messerabstand 24 cm. — Bild 3

System IV: Förderschwinde mit kombinierten, feststehenden und bewegten (rotierenden) Messern; Messerabstand 24 cm, rotierendes Messer jedoch nicht angetrieben (siehe hierzu auch Abschnitt 6.1.). — Bild 4

System 4: Ungesteuerte Fördertrommel mit feststehenden Messern, Schnittwinkel 0° — 30° , Messerabstand 20 cm. — Bild 6

System 4*: Gesteuerte Fördertrommel mit über dem Förderkanal liegendem Doppelmesser-Schneidwerk. Einstellbarer Schneidwerkabstand 48 cm, Schneidwerke können herausgeklappt werden und sind abgefedert (Bild 5).

Die auf Bild 9 angegebene Fördergeschwindigkeit v_F bezieht sich auf den durch Kreise begrenzten Bereich der Förderkurve (Antriebsdrehzahl 580 Upm).

Die Versuchsanstellung ist in Bild 10 dargestellt und entspricht derjenigen früherer Ladewagenversuche [2; 3]. Zur möglichst guten Vergleichbarkeit der Meßergebnisse wurde ein Großteil der Versuche auf einer Prüfbahn durchgeführt. Der Drehmomentmeßwert war allgemein mit 8 Hz gefiltert. Damit wurde die Auswertung der Meßschiebe wesentlich erleichtert. Hochfrequente Drehmomentspitzen lagen z. T. bis zu 50 % über den registrierten Meßwerten.

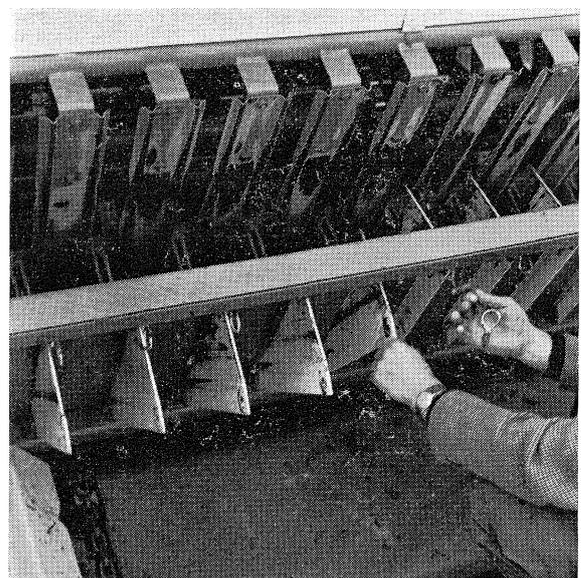


Bild 8: Rechenkette, Schneidvorrichtung mit feststehenden Messern, leicht ausschwenkbare Messer

Material: Luzerne
(15-18% TM) **Durchsatz:** 40,2 t/h **Schnittlänge (Messerabstand):** cm

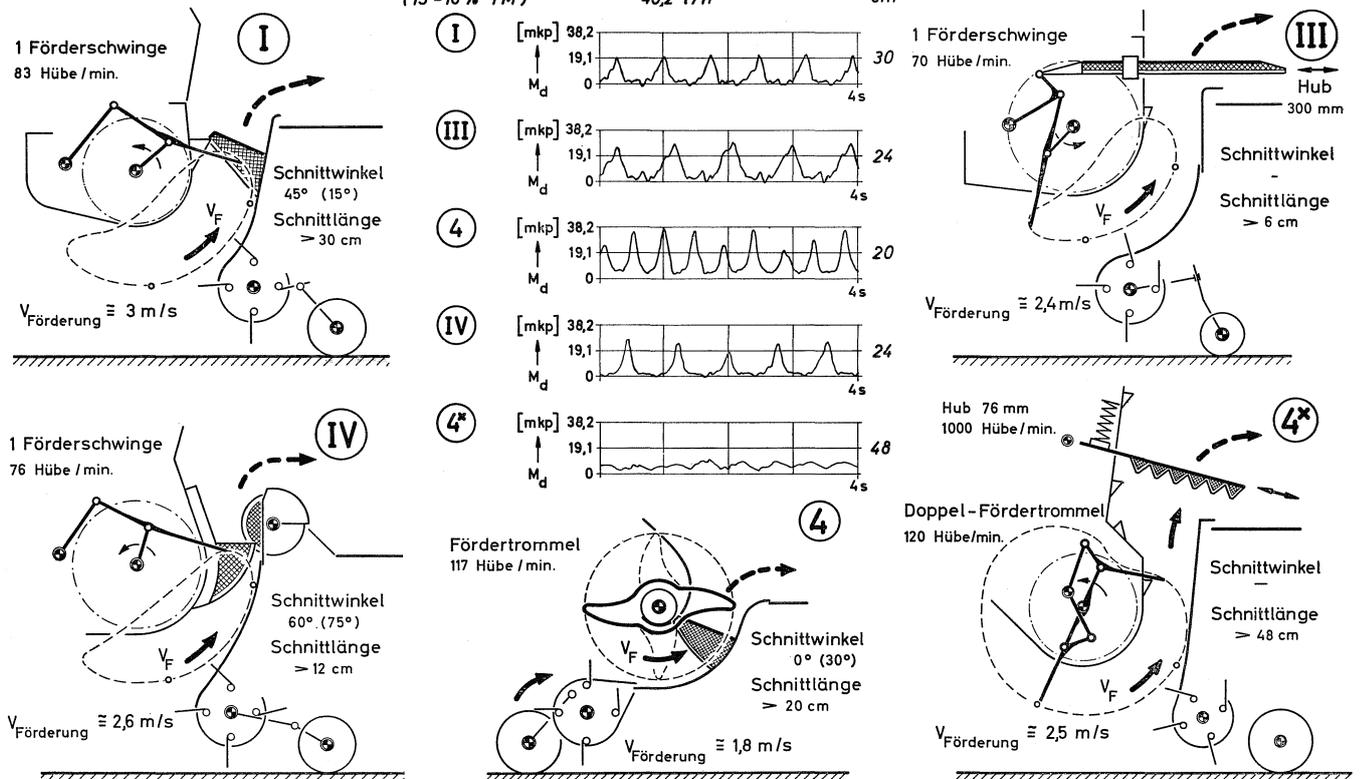


Bild 9: Untersuchte Schneidvorrichtungen (Schneidsysteme), deren Zuordnung zum Förderkanal und die charakteristischen Drehmomentverläufe

Die verwendeten Materialarten waren Gras, Luzerne, Stroh, Heu und Silomais; die TM-Gehalte sind jeweils angegeben. Zur Ermittlung des Leistungsbedarfes in Abhängigkeit vom Durchsatz sowie der Einflußgrößen wurde zur Einhaltung der Randbedingungen überwiegend Luzerne geladen und geschnitten.

Sowohl auf dem Feld als auch auf der Prüfbahn war die Zuordnung von Antrieb, Ladewagen und Meßwagen gleich. In den Feldmessungen wurde im wesentlichen der Zapfwellenleistungsbedarf bei Ausladung des Wagens bestimmt, während die Untersuchung der verschiedenen Einflußfaktoren auf der Prüfbahn erfolgte. Der Vorteil lag dabei in der Möglichkeit eines stets gleichen Schwads, nämlich gleiche Konsistenz des Materials, konstante Schwadlänge von 20 m, konstante Schwadstärke (Luzerne, Gras = 8 kg/m und Stroh = 2 kg/m) und gleiche Schwadform von 80 cm Breite und 40 cm Höhe (das Schwad wurde gleichmäßig in 2,5 m-Abschnitten bereit). Die Änderung des Durchsatzes erfolgte praxisnah über die Fahrgeschwindigkeit. Die Antriebsgelenkwelle hatte fast ausschließlich Z-Beugung, wobei die Gelenkwellenabknickung unter 15° lag. Deshalb kann der Fehler infolge der Leistungsübertragung vernachlässigt werden. Ein Vergleich der allgemein als Überlastkupplung verwendeten Nockenratsche mit einer Reibkupplung ergab für die Reib-

kupplung beim Ansprechen ein geringeres konstantes max. Antriebsdrehmoment.

Die zur Beurteilung aufzunehmenden Meßgrößen waren:

- Wagenladung
- Ladezeit
- Antriebsdrehmoment (Zapfwelle)
- Antriebsdrehzahl

Aus diesen Größen lassen sich dann der Durchsatz (Ladeleistung) und der Zapfwellenleistungsbedarf (Kraftbedarf) errechnen. Bei den Feldversuchen wurde die Wagenladung mit einer Fuhrwerkswaage bestimmt, während sie sich bei den Prüfbahnversuchen aus dem Schwadgewicht ergab.

Die Ladezeit wurde mit der Stoppuhr gemessen.

Die Aufnahme des Zapfwellendrehmomentes erfolgte mittels industriell gefertigter Drehmoment-Meßwelle (Vollbrücke), die Verstärkung, Registrierung und Stromversorgung befanden sich in einem bereits ausführlich beschriebenen Meßwagen [4].

Vorfahrt- geschwindigkeit	Antrieb	Ladewagen	Meßwagen mit Stromversorgung
[km/h]	40 PS- Schlepper	Lademenge [kg,t]	Integrator
1,93	Zapfwellen- drehzahl:	Ladezeit [min,s]	Drehmom.-Schreiber
3,49	580 Upm	Schwadlänge [m]	Drehzahl-Kontrolle
5,02	Gelenkwellen- abknickung: < 15°		Papiergeschwindigkeit 10/25 [mm/s]
6,38			



Bild 10: Versuchsanordnung der Ladewagen-Untersuchungen

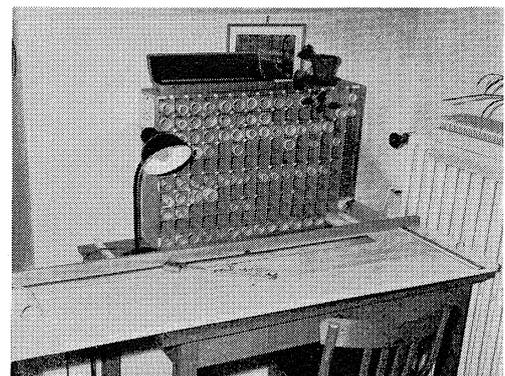


Bild 11: Auswertplatz mit Linearplanimeter

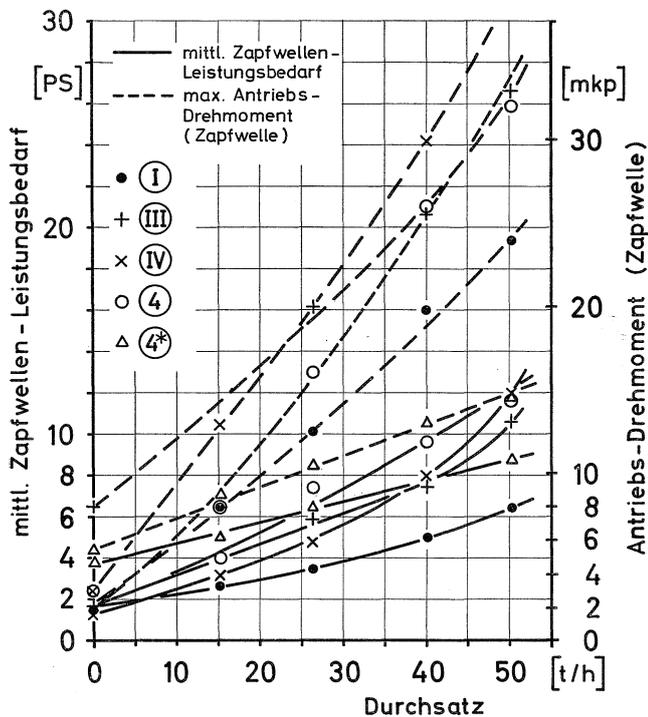


Bild 12: Zapfwellenleistungsbedarf und Antriebsdrehmoment der untersuchten Schneidsysteme in Abhängigkeit vom Durchsatz (Luzerne 15–18 % TM)

5. Versuchsergebnisse

Die Mittelwerte der Meßgrößen wurden zum überwiegenden Teil durch Ausplanimetrieren von Hand gebildet (Linear- und Polarplanimeter), Bild 11, zuletzt durch den Einsatz eines Integrators während der Messung [5]. Letzteres hat sich bereits in der kurzen Einsatzzeit bewährt und scheint in Zukunft für die Ermittlung des erforderlichen Zapfwellen-drehmomentes sehr gut geeignet. Zur Bestimmung des mittleren max. Drehmomentes wurden die deutlich sichtbaren Drehmomentenspitzen ebenfalls gemittelt. Der Durchsatz in t/h errechnet sich aus der Lademenge durch die Ladezeit, der Zapfwellenleistungsbedarf N_{zw} nach der bekannten Beziehung $M_d \cdot n/716,2$.

Die Belastungsart (Drehmomentverlauf) der untersuchten Ladewagen wird weitgehend durch das Fördersystem bestimmt. Die beträchtlich niedrigeren Drehmomentenspitzen des Schneidsystems 4* beruhen wesentlich auf der Abfederung des Schneidwerks. Dies drückt sich auch durch den flachen Verlauf des max. Zapfwelldrehmomentes in Bild 12 aus.

Der erforderliche Zapfwellenleistungsbedarf und die Drehmomentenspitzen der untersuchten Schneidvorrichtungen sind für Grüngut (Luzerne 15–18 % TM) in Bild 12 in Abhängigkeit vom Durchsatz aufgetragen. Eine Beurteilung der Schneidvorrichtungen ist infolge der aus Bild 9 ersichtlichen unterschiedlichen Randbedingungen, wie unterschiedlichem Schnittwinkel, Messerlage und insbesondere Messerabstand nur bedingt möglich. Immerhin ist eine Abschätzung des auftretenden Leistungsbedarfes und der Drehmomentenspitzen möglich, wobei N_{zw} vom System I und M_{dmax} vom System 4* am günstigsten liegen. Das max. M_d liegt im Mittel 200–300 % über dem mittleren M_d . Bei überhöhtem Durchsatz werden die Drehmomentenspitzen von System IV beträchtlich.

Zur Ausschaltung des je nach Bauart unterschiedlichen Messerabstandes wurde in Bild 13 der erforderliche Leistungsbedarf pro Schneidstelle (Schnitt) dargestellt. Danach liegt für Grüngut der Zapfwellenleistungsbedarf aller Ladewagen im tatsächlichen Arbeitsbereich bis 35 t/h bis auf System 4* (Doppelmesser-Schneidwerk) dicht

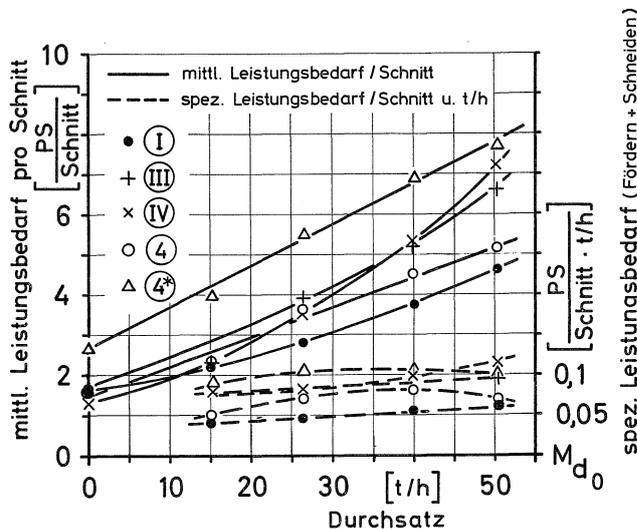


Bild 13: Mittl. und spez. Leistungsbedarf pro Schnitt in Abhängigkeit vom Durchsatz (Luzerne 15–18 % TM)

beieinander. Auch N_{zw} und M_{dmax} von System III mit angetriebenen Messern (geringer Leerlaufleistungsbedarf) über dem Förderkanal befinden sich im selben Bereich. Die Doppelmesser-Schneidvorrichtung System 4* liegt hingegen bei etwa gleichem Anstieg ungefähr um den Leerlaufleistungsbedarf darüber. Auf keinen Fall sind bewegte Messer feststehenden bzgl. N_{zw} überlegen.

Um den erforderlichen Leistungsbedarf vom Durchsatz unabhängig zu machen, wird der spezifische Leistungsbedarf (Fördern und Schneiden, ausschließlich der Leerlaufleistung) als N_{zw} [PS] pro Schneidstelle [Schnitt] und pro t/h Durchsatz eingeführt (Bild 13). Der Bereich wird nach oben durch System 4* und nach unten durch System I begrenzt. Somit kann mit einwandfrei ausgebildeten Schneidvorrichtungen mit feststehenden Messern ein minimaler spez. Leistungsbedarf erzielt werden. Für Grüngut ergibt sich ein mittl. spez. Leistungsbedarf von 0,05–0,1 PS pro Schnitt und t/h. Infolge des hohen Leerlaufleistungsbedarfes ist der spezifische Leistungsbedarf von System 4* mit etwa 0,1 PS pro Schnitt und t/h doppelt so hoch wie von System I. Für Stroh beträgt der spez. Schnittleistungsbedarf 0,12 bis 0,20 PS pro Schneidstelle und t/h Durchsatz.

Da jedoch in den Bildern 12 und 13 auch die Einflüsse des Fördersystems enthalten sind, die z.B. offensichtlich den Einfluß des Schnittwinkels und der Hufrequenz überdecken, wurde in Bild 14 der Schneidleistungsbedarf pro Schneidstelle (Schnitt) in Abhängigkeit vom Durchsatz

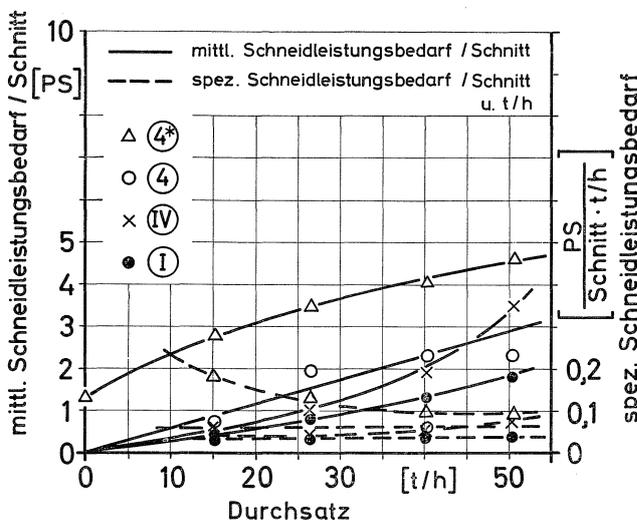


Bild 14: Mittl. und spez. Schneidleistungsbedarf pro Schnitt in Abhängigkeit vom Durchsatz (Luzerne 15–18 % TM)

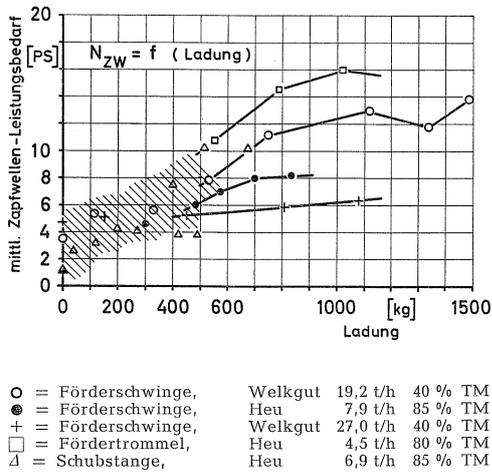


Bild 15: Mittl. Zapfwellenleistungsbedarf von Ladewagen mit Schneidvorrichtung (unterschiedlicher Messerabstand) in Abhängigkeit von der Wagenladung

aufgetragen. Dabei wird dieselbe Tendenz wie in Bild 13 sichtbar; Schnittwinkel, Hubfrequenz und Fördersystem sind also von geringerer Bedeutung. Der erforderliche Leistungsbedarf von Ladewagen mit Schneidvorrichtung wird wesentlich durch die Schnittart und die Messerlage bestimmt. Der spezifische Schneidleistungsbedarf beträgt bei Schneidvorrichtungen mit keinem oder nur geringem Leerlaufleistungsbedarf für Grüngut (Luzerne 15–18 % TM) 0,03–0,06 PS pro Schnitt und t/h.

Eine Berechnung des Leistungsbedarfes ausschließlich in Abhängigkeit vom Durchsatz ist praxisfern, da eine der wesentlichen Aufgaben des Fördersystems im Ladewagen das Vollladen des Wagens ist. Trägt man deshalb den erforderlichen Zapfwellenleistungsbedarf in Abhängigkeit von der Wagenladung auf (Bild 15), so kann die Größe der Preßleistung bestimmt werden, die offensichtlich den wesentlichen Anteil am Gesamtleistungsbedarf ausmacht. Bei nicht völliger Wagenausladung liegen verständlicherweise die Ladewagen mit oberer Materialzuführung in den Laderaum am günstigsten. Bei geringer Ladung lassen sich im übrigen alle Werte in einem Bereich zusammenfassen. Allgemein wird der in Feldversuchen aufgenommene Leistungsbedarfsverlauf erheblich durch Einschalten des Kratzbodens beeinflusst, das im vorliegenden Fall regellos erfolgte. Das Niveau des Leistungsbedarfes ist durch den Durchsatz und die Materialart bestimmt.

Unter Verwendung der Ergebnisse früherer Ladewagen-Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung des Fördersystems [2] wird es möglich, die prozentuale Aufteilung des Gesamtleistungsbedarfes von Ladewagen mit Schneidvorrichtungen in einem Sankey-Diagramm (Bild 16) darzustellen. Danach beträgt der Anteil für das Pressen bis zu 65 % des Gesamtleistungsbedarfes, kann jedoch bei

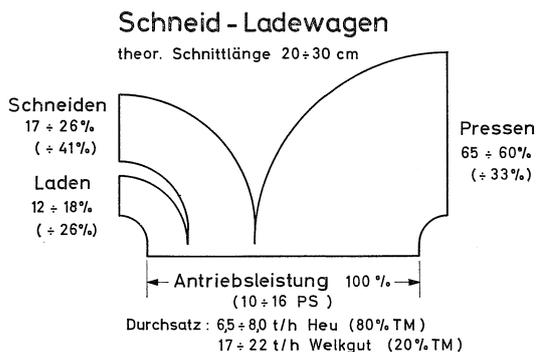


Bild 16: Proz. Aufteilung des Leistungsbedarfes der untersuchten Ladewagen mit Schneidvorrichtung

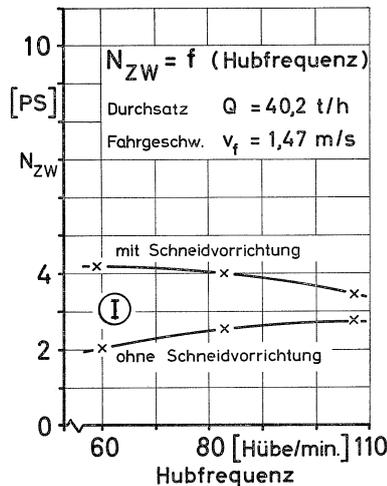
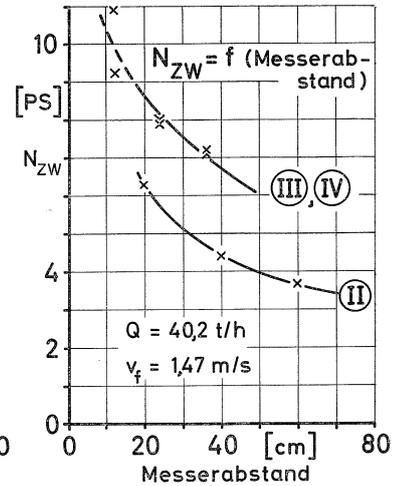


Bild 17: Zapfwellenleistungsbedarf in Abhängigkeit von der Hubfrequenz und dem Messerabstand; Luzerne 15–18 % TM (System II, Doppelschwinge, feststehend. Messer)



hohem Schneidleistungsbedarf oder geeignetem Fördersystem auf 33 % heruntergehen. Eine angestrebte Senkung des Gesamtleistungsbedarfes von Schneid-Ladewagen wird somit in erster Linie über eine Senkung des Preßleistungs-Bedarfes Erfolg haben.

Der Einfluß der Förderschwingen-Hubfrequenz ist aus Bild 17 ersichtlich. Die Änderung der Hubfrequenz erfolgte dabei über die Antriebsdrehzahl, wobei die Vorfahrt ein weiterer Schlepper vor dem Meßgesspann übernahm. Mit steigender Hubfrequenz steigt die Schnittgeschwindigkeit, es sinkt die Materialmenge je Hub. Daraus erklären sich die Verläufe des Leistungsbedarfes. Ohne Schneidvorrichtung steigt der Zapfwellenleistungsbedarf N_{ZW} trotz geringerer Schwingenbelastung infolge konstantem Leerlaufdrehmoment mit der Hubfrequenz an. Demgegenüber sinkt beim Einsatz einer Schneidvorrichtung N_{ZW} überwiegend wegen des geringeren Preßaufwandes (auch vor dem Messer) etwas ab. Die Änderung der Schnittgeschwindigkeit im Bereich 2,2–4,0 m/s dürfte von untergeordnetem Einfluß sein.

Der Leistungsbedarf in Abhängigkeit vom Messerabstand ist ebenfalls in Bild 17 aufgetragen. Dabei entspricht der Verlauf im wesentlichen einer Hyperbel und stimmt mit Untersuchungen an Exakthäckslern überein [6]. Das Niveau wird wesentlich durch den Durchsatz bestimmt, jedoch auch von der Leerlaufleistung und der Ladewagenkonstruktion beeinflusst.

Da wie schon erwähnt, aus den Bildern 13 und 14 kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Leistungsbedarf und Schnittwinkel ersichtlich ist, wurde System I entsprechend Bild 18 mit Messern verschiedener Winkelstellung ausgerüstet und das mittl. und max. Antriebsmoment beim Laden und Schneiden (2 Schneidstellen) von Gras (18 % TM) und Stroh (86 % TM) gemessen. Das Ergebnis ist in Bild 19 aufgetragen. Danach ist das mittl. M_{dzw} von Gras und Stroh sowie das max. M_{dzw} von Gras unabhängig vom Schnittwinkel. Weiterhin liegt das max. M_{dzw} bei gleichem mittl. M_{dzw} für Stroh bis zu 35 % über dem von Gras. Eine Vergrößerung des Schnittwinkels bewirkt somit eine Senkung des max. Antriebsdrehmomentes bei Rohfutter, jedoch nicht des Leistungsbedarfes.

Durch Abfederung der stehenden Messer (siehe Bild 19) wird es möglich, das max. M_{dzw} von Stroh in den Bereich von Grüngut zu verschieben. Bei leicht zu schneidendem Material wird die Drehmomentspitze überwiegend durch die Förderung bestimmt.

6. Praktische Erfahrungen

Neben den meßtechnischen Ergebnissen konnten in zahlreichen Einsatzversuchen praktische Erfahrungen mit den verschiedenen Schneidsystemen gewonnen werden.

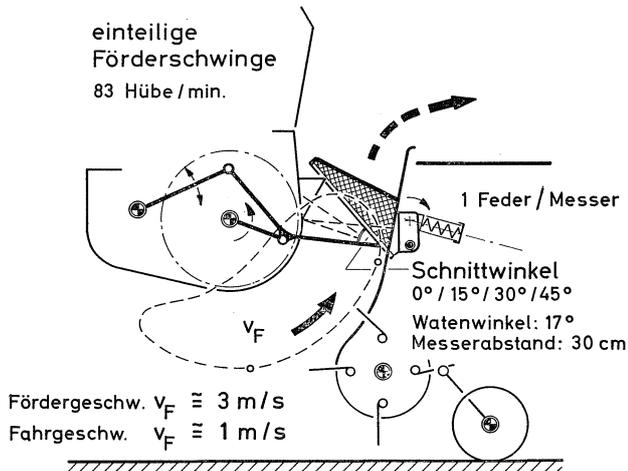


Bild 18: Messeranordnung im Förderkanal für Schnittwinkel von 0°, 15°, 30° und 45°

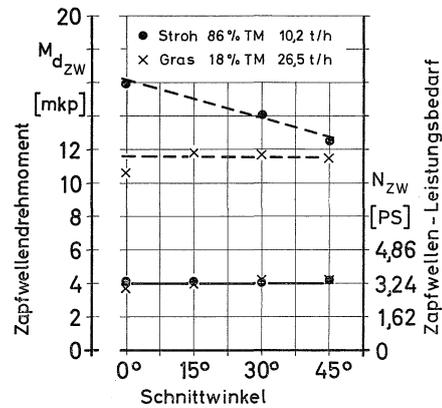


Bild 19: Mittl. und max. Zapfwelldrehmoment in Abhängigkeit vom Schnittwinkel für Gras und Stroh

----- max. Zapfwelldrehmoment
 ————— mittl. Zapfwelldrehmoment

6.1. Schnittlänge

Die zur Zeit angebotenen Schneidvorrichtungen im Ladewagen zeigen eine einwandfreie Funktion bei Messerabständen über 150 mm. Schwierigkeiten treten auf, wenn man den Messerabstand auf 120 mm oder gar 100 mm verringert (häufiges Ansprechen der Überlastsicherung, Verstopfungsgefahr). Schneidwerke mit nur 60 mm Messerabstand haben sich bisher nicht bewährt. Im Gegensatz zu einer Häcksel-einrichtung (Trommel- oder Scheibenradhäcksler), bei der die Schnittlänge (Häcksellänge) des Materials nahezu beliebig verkürzt werden kann, lassen die gebräuchlichen Schneidvorrichtungen im Ladewagen eine beliebige Verringerung der Schnittlänge nicht zu, weil bei Messerabständen unter 100 mm u. a. die Reibung zwischen Messerflanke und Material außerordentlich stark ansteigt. Diese Reibung kann z. B. so groß werden, daß sich die Scheibenmesser eines Schneidwerkes mit angetriebenen, rotierenden Messern bei Einsatz in Trockengütern (Heu und Stroh) bis zur Rotglut erhitzen können, so daß für die Wagenladung Brandgefahr besteht.

Beim untersuchten Schneidwerk mit rotierenden Messern wurde daher auf den gesonderten Antrieb verzichtet, die Scheibenmesser drehen sich nur noch selbsttätig im Materialstrom.

Selbst bei weiterer Vervollkommnung der zur Diskussion stehenden Schneidvorrichtungen mit weitgehend freiem Schnitt wird es daher nicht möglich sein, mit der Schnittlänge in den Bereich von Exakthäcksel zu kommen und so zu erreichen, daß mindestens 80 Prozent der Halmlängen unter 40 mm liegen, was zur Zeit noch für eine einwandfreie Funktion von Entnahmefräsen oder Futterverteilvorrichtungen erforderlich ist. Nach 2. ist dies aber auch nicht die eigentliche Aufgabe der Schneidvorrichtungen im Ladewagen.

6.2. Schnittqualität

Ein subjektiver Vergleich zweier Ladewagen mit gleichen Schneidvorrichtungen zeigt eine dennoch unterschiedliche Materialstruktur. Die Gründe hierfür liegen einmal in unexakten Arbeiten mancher Schneidvorrichtung, das heißt, es werden mehr oder weniger große Halmmengen ungeschnitten durchgelassen. Bei Schneidvorrichtungen mit feststehenden Messern liegt dies zumeist an einem zu großen Abstand der beidseitig am Messer vorbeistreichenden Mitnehmerfinger oder auch daran, daß die Messer nicht über den ganzen Kanalquerschnitt reichen; bei Schneidwerken mit rotierenden Messern kann sich ungeschnittenes Futter zwischen Scheibenmesser und Gegenschneide durchdrücken. Zum anderen kann aber auch das Förderorgan durch eine gewisse Ausrichtung der Halme die Schnittqualität beeinflussen. Sehr deutlich ist dieser Einfluß beim Laden von Silo-

mais aus Längsschwaden zu erkennen, wo die längs zur Fahrtrichtung liegenden Maisstengel vom Förderorgan derart gestaucht und gerichtet werden müssen, daß sie zumindest vorwiegend quer geschnitten werden. Stoßweise arbeitende Förderorgane wie die einteilige Schwinge und die Doppelschwinge erreichen diesen Effekt besser als gleichmäßiger fördernde Systeme wie Rechenkette und Schustange.

6.3. Feststehende oder bewegte Messer?

Grundsätzlich können mit beiden Ausführungen die eingangs gestellten Forderungen an Schneidvorrichtungen erfüllt werden. Nennenswerte Unterschiede hinsichtlich Schnittlänge, Schnittqualität und Leistungsbedarf konnten nicht beobachtet werden. Hingegen ergeben sich deutliche Unterschiede hinsichtlich der Raumgewichte der Wagenladung. Bei Schneidvorrichtungen mit bewegten (angetriebenen) Messern wird das Material vorgepreßt und dann geschnitten, hierdurch kann eine bis zu 50-prozentige Erhöhung der Raumgewichte eintreten, ein Vorteil, der besonders in Betrieben mit weiten Feldentfernungen zählen kann. Nachteilig ist allerdings die Tatsache, daß bei Schneidvorrichtungen mit bewegten Messern (über dem Förderkanal) Futter im Förderkanal verbleibt und beim täglichen Grünfütterholen von Hand ausgeräumt werden muß. Schneidvorrichtungen mit bewegten Messern, die ohne Gegenschneide auskommen (Sägegatterprinzip) sind wenig steinempfindlich, da die Steine an den Messern ausweichen können.

6.4. Schneidenausbildung

Exakte Untersuchungen über die zweckmäßigste Schneidenausbildung (Anschliff) (Bild 20) bei den verschiedenen Schneidsystemen fehlen zur Zeit noch. Die praktischen Erfahrungen haben jedoch ergeben, daß eine Profilierung der Schneide bei Schneidvorrichtungen ohne Gegenschneide vorteilhaft ist. Zwar gelingt es nach den bisherigen Erkenntnissen nicht, durch eine Schneidenprofilierung den Schneidleistungsbedarf gegenüber dem Normalschliff wesentlich zu senken, man kann jedoch mit dieser Maßnahme die Standzeit vergrößern. Von den verschiedenen Möglichkeiten der Schneidenprofilierung kommen für den Ladewageneinsatz

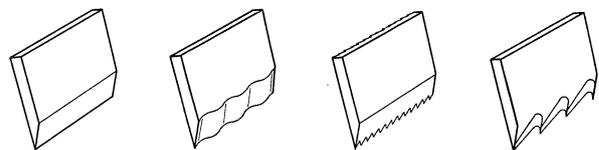


Bild 20: Mögliche Schneidenausbildung (Anschliffarten)

Wellenschliff, Feilenhau (-schliff) und Stufenschliff in Frage, wobei die letzteren auch im landwirtschaftlichen Betrieb leicht nachgeschliffen werden können. Maßstab für die Qualität und Haltbarkeit einer Messerausführung ist der Einsatz in Stroh; hier werden die höchsten Anforderungen an die Schneidhaltigkeit gestellt.

7. Zusammenstellung der Ergebnisse

In zunehmendem Maße werden Schneidvorrichtungen in Ladewagen eingebaut, da sie oft entscheidende Vorteile bei der Weiterförderung des Ladewagengutes auf dem Hof bringen. Von landwirtschaftlicher Seite werden von diesen Schneidvorrichtungen vor allem leichter Ein- und Ausbau der Messer, wahlweise Einstellung verschiedener Messerabstände (nicht unter 120—150 mm) sowie eine einwandfreie Funktion in allen Materialarten bei minimalem Leistungsbedarf und gleichmäßigem Drehmomentenverlauf gefordert. In möglichst praxisnahen Versuchen wurden die verschiedenen Schneidsysteme mit feststehenden und bewegten Messern an Hand im Handel befindlicher Konstruktionen untersucht, wobei die Fragen der Funktion, des Leistungsbedarfes und des Drehmomentverlaufs im Vordergrund standen.

Der Zapfwelldrehmoment-Verlauf wird im wesentlichen durch das Fördersystem bestimmt, jedoch durch Schneidvorrichtungen verstärkt ausgeprägt. Die Drehmomentspitzen liegen dann 200—300 % über dem mittleren Antriebsdrehmoment.

Der spezifische Zapfwellen-Leistungsbedarf für das Laden und Schneiden (ausschließlich Leerlaufleistung und Pressen) beträgt für Grüngut (15—18 % TM) 0,05—0,1 und für Stroh (86 % TM) 0,12—0,2 PS pro Schnitt (Schneidstelle) und t/h Durchsatz. Maßgebend für den Schneidleistungsbedarf ist die Anzahl der ausgenutzten Schneidstellen. Für Grüngut (Luzerne 15—18 % TM) beträgt der spezifische Schneidleistungsbedarf 0,03—0,06 PS pro Schnitt und t/h Durchsatz.

Den wesentlichen Anteil am Gesamtleistungsbedarf macht bei Ausladung des Ladewagens die erforderliche Preßleistung aus. Eine prozentuale Aufteilung des Gesamtleistungsbedarfes ergibt für das Laden 12—18 %, für das Schneiden 17—26 % und für das Pressen 60—65 %. Bei unvollkommener Schneidvorrichtung kann der Schneidleistungs-Anteil bis 41 % betragen.

Es wurde weiterhin der Einfluß der Förderschwingen-Hubfrequenz, des Messerabstandes und des Schnittwinkels (feststehende Messer) auf den Leistungsbedarf ermittelt. Danach steigt der Leistungsbedarf mit abnehmendem Messerabstand hyperbelähnlich. Der Schnittwinkel hatte im untersuchten Bereich von 0°—45° keinen Einfluß auf den mittleren Leistungsbedarf, hingegen sinkt beim Laden von Stroh (86 % TM) das max. Drehmoment mit zunehmenden Schnittwinkel. Durch Abfederung der feststehenden Messer können ebenfalls die Drehmomentspitzen beim Laden von Stroh abgebaut werden.

Im praktischen Einsatz befriedigten noch nicht alle Schneidvorrichtungen. Manche trennten die einzelnen Materialportionen nicht exakt genug durch. Bei ständig angetriebenen, rotierenden Scheibmessern bestand bei geringen Messerabständen in Heu und Stroh die Gefahr der Erhitzung durch zu starke Reibung. Prinzipielle Unterschiede zwischen Schneidvorrichtungen mit feststehenden Messern und solchen mit bewegten Messern ergaben sich vor allem hinsichtlich der Raumgewichte der Wagenladung; mit bewegten Messern kann das Raumgewicht bis um 50 % erhöht werden.

Von den verschiedenen Möglichkeiten der Schneidenprofilierung (Anschliff) erscheint neben dem sogenannten Feilenhau besonders der Stufenschliff erfolgversprechend.

8. Zusammenfassung

Der Einbau von Schneidvorrichtungen in Ladewagen bringt oft entscheidende Vorteile. Außer leichtem Wechseln der Messer und guter Funktion des Schneidwerkes werden niedriger Leistungsbedarf und gleichmäßiger Drehmomentenverlauf gefordert. In ausführlichen Versuchen wurden die einzelnen Faktoren untersucht, Zusammenhänge aufgezeigt, Grenzwerte festgestellt und praktische Hinweise zur Vermeidung von Fehlern und für die Weiterentwicklung der Schneidwerke gegeben.

Schrifttum

- [1] DOHNE, E.: Typentabelle Ladewagen: KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik F-WA 221 Frankfurt 1964
- [2] SCHULZ, H.: Der Ladewagen. KTL-Berichte über Landtechnik Nr. 105 Frankfurt 1967
- [3] SCHULZ, H.; HERPPICH, R.; WAGNER, M.: Untersuchungen über den Leistungsbedarf von Ladewagen. Landtechn. Forschung 16 (1966) H. 2
- [4] HERPPICH, R.: Meßwagen unter besonderer Berücksichtigung der Stromversorgung. Landtechn. Forschung 15 (1965) H. 3
- [5] HERPPICH, R.: Dehnungsmeßanlage für genaue Leistungsmessungen an zapfwellengetriebenen Landmaschinen mit Hilfe von Integratoren. Landtechn. Forschung 17 (1967) H. 2
- [6] GÜTH, K.: Untersuchungen am Schneidvorgang von Gebläsehäckslern. Landtechn. Forschung 3 (1952) S. 69—79

Résumé

Heinz Schulz, Karl-Hans Kromer: "Cutting Devices in the Loading Truck."

The mounting of cutting devices in loading trucks has often decided advantages. A minimum power requirement and a uniform torque course are demanded in addition to easily exchangeable knives and well functioning cutting tools. In detailed experiments the individual factors were examined, sources of danger pointed out, limiting values determined, and practical hints for avoiding mistakes and for the further development of the cutting devices were given.

Heinz Schulz, Karl-Hans Kromer: „Dispositifs de coupe sur les véhicules de transport.“

Le montage de dispositifs de coupe sur les véhicules de transport apporte souvent des avantages importants. On exige de ces dispositifs non seulement que les couteaux puissent être échangés facilement et que le fonctionnement soit impeccable, mais également qu'ils n'absorbent qu'une puissance réduite et que la courbe du couple soit très régulière. Les auteurs ont étudié par de nombreux essais les différents facteurs. Ils annoncent les sources de risques et les valeurs limites. Enfin ils donnent des recommandations pratiques susceptibles d'éviter des erreurs lors du développement futur d'organes de coupe.

Heinz Schulz, Karl-Hans Kromer: „Dispositivos cortadores en el carro cargador.“

La incorporación de dispositivos de corte en el vehículo de carga reporta, con frecuencia, ventajas decisivas. Además de fácil cambio de las cuchillas y buena función del mecanismo cortador, se exige mínima potencia necesaria y desarrollo por un igual del momento de torsión. En pruebas detalladas se estudiaron los diversos factores, se indicaron fuentes de peligro, se determinaron cifras límite y se dieron indicaciones prácticas para evitar errores y para el perfeccionamiento de los mecanismos cortadores.

Stand der technischen Entwicklung bei der Feldhäcksler-Kette

Von Klaus Grimm, Weihenstephan

In zunehmendem Maße wird heute der Feldhäcksler nicht als einzelnes Arbeitsgerät, sondern die Kurzgutlinie im gesamten Arbeitsablauf eines Rinderhaltungsbetriebes gesehen.

Es geht dabei nicht nur um die Futterbergung, die Gewinnung von Anwelksilage in den verschiedenen Klassen oder um die Heubergung, sondern auch um die Bergung der Einstreu. So wird oft in der Praxis festgestellt, daß zum Beispiel die Langgutfuttermittelverteilung im Flachsilo und später die dosierte Fütterung im Lauf- und insbesondere im Anbindestall den Betriebsleiter vor sehr schwierige Aufgaben stellt, die sich ohne schwere Handarbeit nicht bewerkstelligen lassen. Die Frage, ob Festmistverfahren oder Flüssigmistverfahren vorzuziehen sei, erregt heute die Gemüter und facht die Diskussionen an. Neuere Aufstellungsformen im Lauf- und Anbindestall lassen auf Grund der Fließmisttechnik weder Einstreu- noch Futterreste zu. Zumindest müssen, wenn Einstreu gewünscht wird, Futterreste und Einstreu gehäckselt sein.

Wenn man den Arbeitsablauf eines Jahres in einem landwirtschaftlichen Betrieb mit vorwiegender Rindviehhaltung betrachtet, dann muß auch derjenige einsehen, der den landwirtschaftlichen Betrieb nur ausschließlich nach Gewinn und Kapitalbedarf betrachtet, daß erst Rieselgut (Häckselgut) eine fühlbare menschliche Arbeitsleichterung in allen Bereichen des Betriebes bringt. Es wird zum Teil verkannt, daß diese Randerscheinungen weitgehend eine Atmosphäre des Wohlbehagens bei der Verrichtung der täglichen Arbeit schaffen. Der Landwirt erwartet heute mehr denn je auch für sich eine angenehme Arbeits- und Wirkungsstätte, die sich dann aber auch beim Rindvieh (insbesondere bei der Kälberaufzucht und beim Milchvieh) in Form von größerer Leistung niederschlägt.

Während der Absatz von Feldhäckslern seit 1963 von rund 15 000 auf 8000, 6000 und dann etwa 4000 jährlich zurückgegangen ist — der Ladewagen hat hier meines Erachtens eine dem Bauern mehr entsprechende Zwischenlösung gebracht (Ladewagen mit Häcksel- und Schneideeinrichtungen werden heute vermehrt gefordert) —, sind fast unmerklich die Glieder der Häckselgutketten wesentlich verbessert worden und warten heute mit einer Schlagkraft pro Arbeitskraft auf, die wohl kaum mit irgendeinem anderen Verfahren erreicht werden können. Der Einsatz des Feldhäcksel-Verfahrens erfordert jedoch, gegenüber dem Einsatz anderer Geräte (Ladewagen), vom Bauern und insbesondere vom Landmaschinenhändler und auch dem Berater ein hohes Maß von technischem Fachwissen und technischem Verständnis (Bedienung). Der relativ hohe PS-Bedarf für den Feldhäcksler, der vor Jahren in den meisten Betrieben nicht bereitgestellt werden konnte, ist heute meist kein Problem mehr. Durch die stärkeren Schlepper hat man eine höhere Schlagkraft zur Verfügung. Das macht sich sowohl bei der Leistung des Feldhäckslers als auch bei der Transport- und Entladeleistung bemerkbar.

Konstruktive Verbesserungen

Verschiedene neue konstruktive Durchbildungen von Einzelorganen am Häcksler sowie auch neue grundlegende Bauvorschlüsse wurden im wesentlichen durch drei Forderungen der Praxis ausgelöst:

- a) Konstante, kurze Häcksellänge „Exakthäcksel“³⁾
- b) Erhöhung des Durchsatzes „Schluckvermögen“
- c) Erhöhung der Verfahrensleistung bei geringem AK-Bedarf.

„Exakthäcksel“ erzielen

Es ist den Herstellern und den Praktikern nicht verborgen geblieben, daß eine gleichmäßig kurze Häcksellänge nur erreicht werden kann, wenn die Messer nachgeschliffen werden, nachdem jeweils 10—20 t Gut gehäckselt worden sind. Nur bei Messern mit Verbundmaterial können größere Zwischenräume zwischen dem Schleifen liegen.

Andererseits ist für die einwandfreie Funktion der nachfolgenden Geräte in der Arbeitskette gleichmäßig kurze Häcksellänge erforderlich, besonders für die Untenentnahmefräse. Mehrere Maßnahmen wurden von den Herstellern ergriffen, um die Exaktheit des Häckselchnittes zu verbessern und für längere Zeit zu erhalten. Sie führten zu Teilerfolgen, ja sogar zu wesentlichen Fortschritten. Folgende Maßnahmen sind hier zu erwähnen:

1. Leichte Auswechselbarkeit der Messer einschließlich Halterung, um eine sonst zwingend notwendige Nachstellung und Einjustierung zu vermeiden. Das ist durchführbar an Messern mit Innenschliff, die zum sogenannten „Harvestore-Schnitt“ führten.
2. Verwendung von beidseitig geschliffenen Messern; Materialausnutzung und relativ leichte Montage waren gewährleistet.
3. Verwendung von außen geschliffenen Messern, die an schaufelartigen Trägern angeordnet sind (Duffee). Die Schleifvorrichtung wird hierbei direkt am Rahmen angebracht beziehungsweise eine fremd angetriebene Schleifscheibe (Durchmesser = Messerbreite) wird axial an das Häckselmesser geführt.

Von Bedeutung sind aber auch völlige Neukonstruktionen, und zwar:

1. Neukonstruktion eines Trommelfeldhäckslers — Querlängsfluß mit Außenschliff (konstruiert vom Institut für Landtechnik⁴⁾).
2. Neukonstruktion exakt schneidender Trommelfeldhäcksler als Längsflußmaschine beziehungsweise in Kombination mit einem Häckselwagen.

Diese Neuentwicklungen entstehen in der Erkenntnis, daß nicht nur für die Scheibe, sondern auch für die Trommel ein schmaler Schnittrahmen für die Erzielung von Exakthäcksel zugeordnet sein muß.

Erhöhung des Durchsatzes „Schluckvermögen“

Größere Siloeinheiten, vermehrte Gabe von Silofutter bis zum vollkommenen Ersatz des Rauhfutters durch Silage führen zwangsläufig zum Abernten größerer Futterflächen in Form von Exakthäcksel. Die dafür erforderliche hohe Schlagkraft wird erreicht durch Schlepper mit größerer Motorleistung und durch Feldhäcksler, bei denen die Hersteller durch verschiedene konstruktive Maßnahmen das „Schluckvermögen“ der Maschinen vergrößert hatten, wobei gleichzeitig die Funktionssicherheit verbessert wurde. Diese Verbesserung des Schluckvermögens wurde erreicht durch:

1. Erhöhung der Schnittfrequenz und gleichzeitig, falls erforderlich, der Umfangsgeschwindigkeit der Wurforgane³⁾.
2. Zwangseinführung des Futters in den Preßkanal durch gesteuerte Zinken in der Einzugsschnecke beziehungsweise in der vorderen oberen Einzugswalze.
3. Verwendung eines zweireihigen Maisgebisses.
4. Verwendung der Trommel statt der Scheibe bei gleichen geometrischen Abmessungen des Schnittkastens. Die Leistungsverbesserung wird erzielt durch Erhöhung der Schnittfolge, bei annähernd gleicher Schnittgeschwindigkeit zwischen Scheibe und Trommel, wobei die Schnittgeschwindigkeit bei der Trommel konstant ist. Für extrem hohe Durchsätze bei konstanter kurzer Häcksellänge sind Trommeln mit neun Messern vorzusehen.

Erhöhung der Verfahrensleistung bei geringem Arbeitskräfte-Bedarf

Die Leistungssteigerung des Feldhäckslers führt jedoch nicht ohne weiteres auch zu erhöhter technischer Verfahrensleistung. In diesem Zusammenhang ist die Ladekapazität, das störungsfreie Entladen der Häckselwagen und die Energiebereitstellung für die Förderung von Häckselgut von besonderer Bedeutung.

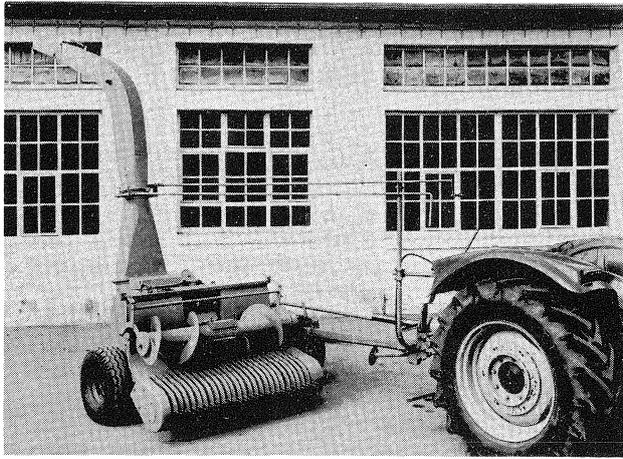


Abb. 1: Trommelfeldhäcksler mit 1,70 m breiter Pick-up-Trommel, gesteuerten Zinken in der Zuführschnecke und Schleifvorrichtung. Die Trommel ermöglicht den Einbau von zwei bis neun Messern, wobei mit neun Messern Mikroschnitt erzielt wird. Die Vorsätze wie Maisgebü, Pick-up-Trommel und Mähwerk mit gesteuerter Haspel sind leicht auswechselbar und lassen sich in der Höhe hydraulisch verstellen

	<u>Anweilgut:</u>	<u>Silomais:</u>
①	techn. Leistung (31 Ladung) FH: 14 1/h techn. Leistung Abl: 14 1/h (12 m, 40 PS) techn. Verfahrungsleistung 4,5 1/h	techn. Leistung (41 Ladung) FH: 16 1/h techn. Leistung Abl: 24 1/h techn. Verfahrungsleistung 6 1/h
②	techn. Leistung (41 Ladung) FH: s. 16 1/h t. 22 1/h techn. Leistung Abl: 18 1/h (12 m, 56 PS) techn. Verfahrungsleistung s. 10 1/h, 16 1/h* t. 10 1/h, 17 1/h*	techn. Leistung (51 Ladung) FH: s. 28 1/h t. 40 1/h techn. Leistung Abl: 35 1/h (12 m, 56 PS) techn. Verfahrungsleistung s. 15 1/h, 28 1/h* t. 15 1/h, 30 1/h*
	* 3 AK + 3 Automatikwagen	
③	techn. Leistung (41 Ladung) FH: 18 1/h techn. Leistung Abl: 26 1/h techn. Verfahrungsleistung 17 1/h, 18 1/h°	techn. Leistung (51 Ladung) FH: 40 1/h techn. Leistung Abl: 40 1/h techn. Verfahrungsleistung 21 1/h, 40 1/h°
	° 3 AK + 3 Kipper	

Abb. 2: Drei Arbeitsverfahren der Feldhäckslerkette. Einsatz von Schleppern mit großer Motorleistung und großvolumigen Wagen bei geringem Arbeitskräfte-Bedarf führt zu hohen Verfahrungsleistungen

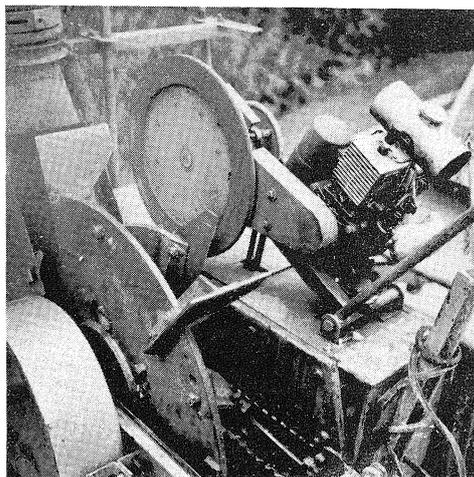


Abb. 3: Schleifvorrichtung mit Schleifscheibe und Elektromotor am Scheibenradhäcksler

Das gleichmäßige Ausladen des Häckselwagens und die Dosierentladeeinrichtung sind aus zwei wesentlichen Gründen anzustreben.

Der eine Grund ist, daß die Transportkapazität erhöht und damit die unvermeidlichen Verlustzeiten (An- und Abkuppeln) vermindert werden.

Der zweite Grund ist die dadurch entstehende kürzere Standzeit bei der mechanischen Entladung des Wagens, wodurch eine größere technische Abladeleistung erzielt wird.

Energiebereitstellung für die Beschickung der Hochsilos.

Die Bereitstellung von elektrischer Energie für den Antrieb von Hofmaschinen mit Motoren ab 10 PS ist nach wie vor nicht zufriedenstellend gelöst. Das Gebläse ist das preiswerteste und auch platzsparendste Fördergerät. Jedoch — um Hochbehälter damit zügig zu befüllen, sind mindestens 15—20 PS erforderlich, besser noch 35—40 PS. Die reinen Anschlußgebühren betragen in bäuerlichen Betrieben mit 15—25 ha Nutzfläche für einen gewünschten Anschluß von 25 PS zwischen 300,— DM und 500,— DM jährlich.

Installation, Beschaffung der starken Motoren und deren nur kurzzeitige Ausnutzung erhöhen die Betriebskosten erheblich. Dieser wohl größte Engpaß in der Feldhäckslerkette ist heute durch eine technische Weiterentwicklung geschlossen. Wenn sich bislang die Praxis scheute, hohe Behälter zu bauen, dann in der Regel deswegen, weil die Energiebereitstellung nicht möglich war oder zuviel kostete. Der vorhandene Schlepper mit seiner Zapfwelle treibt jetzt nicht nur den Ablademechanismus des Wagens (Stallungstreuer oder Automatikwagen) über die Gelenkwelle an, er kann auch durch einen zusätzlichen Abtrieb vom Wagen und einer weiteren Gelenkwelle zum Silobefüllgebläse alle notwendigen Antriebe gleichzeitig übernehmen. Hat man also einen mittelstarken Schlepper von 35—45 PS, kann man damit nicht nur den Exaktfeldhäcksler überall sicher einsetzen, sondern auch die Entladeleistung des Wagens dadurch voll ausnutzen, daß der Schlepper Abladewagen und Fördergebläse betreibt. Durch diese technische Entwicklung, die von den Landtechnischen Instituten in Weihenstephan vorgeschlagen worden ist, konnte die Schlagkraft der Feldhäckslerkette im „Einwagenverfahren“ um nahezu 50% gesteigert werden. Eine Arbeitskraft kann also stündlich 3—5 t Häckselgut ohne Handarbeitsaufwand bergen.

Ermittlung der Bergeleistung des Verfahrens (landwirtschaftliche Verfahrensleistung).

Um die Bergeleistung des Verfahrens zu bestimmen, ist zunächst die technische Verfahrensleistung, die in der Terminologie bislang noch nicht verwendet wurde, zu ermitteln, und zwar aus den Angaben über die technische Leistung (Dauerleistung ohne Störungen und Rüstzeiten) der einzelnen Glieder des Verfahrens. Die Bergeleistung, also die landwirtschaftliche Verfahrensleistung, ist in jedem Betrieb anders. So kann der Betriebsleiter, wenn er die einzelnen technischen Leistungsangaben kennt, seine Verfahrensleistung vorkalkulieren. Er muß die Verlustzeiten (Rüstzeit, Störungszeit, Pausen), welche die technische Verfahrensleistung verringern, selbst ermitteln und berücksichtigen, um so zur landwirtschaftlichen Verfahrensleistung zu kommen. Er hat jedoch andererseits die Möglichkeit, durch Erhöhung der technischen Leistung unvermeidliche Verlustzeiten auszugleichen. Noch stärkere Schlepper oder größere Wagen seien hier als Möglichkeiten dazu genannt. Auf jeden Fall ist es falsch, von der technischen Verfahrensleistung einfach für die allgemeinen Verlustzeiten 30% in Abzug zu bringen und diese als unvermeidlich hinzunehmen. Sie treffen zum Beispiel nicht zu, wenn es eine nur unbedeutende Feldentfernung (50 m, arrondierte Betriebe) gibt, oder umgekehrt, wenn eine Bundesstraße oder eine Bahnüberführung benutzt werden muß, wo starker Verkehr oder geschlossene Schranken jede Vorausberechnung über den Haufen werfen können.

In der Tabelle sind drei auf Grund unserer langjährigen Beobachtungen und im Jahre 1966 erneut durchgeführten Messungen als besonders beachtenswert zusammen-

gestellt worden⁵⁾. Im Vordergrund bei diesen technischen Verfahrensleistungen stand der notwendige Mindestarbeitskräftebesatz. Für den Betrieb sind nicht die notwendigen Arbeitsstunden zur Bergung eines Hektars Futter von besonderer Bedeutung; entscheidend ist vielmehr, mit wieviel Mann der Betriebsleiter bei einem gewünschten Verfahren rechnen muß, damit es selbst funktionstüchtig und schlagkräftig genug ist. Im Ein-Wagen-, Ein-Mann- oder Ein-Schlepper-Verfahren wird die höchste Produktivität der Arbeitskraft erzielt. Bei entsprechender Schlepperstärke und Wagenausladung können stündlich 3—5 t Häckselgut geborgen werden. Das ist die geforderte Schlagkraft im Einzelwagenverfahren, die ausreicht, um einen Silobehälter von 10—12 m Höhe und 100—120 cbm Inhalt an einem Arbeitstag zu 60 % zu füllen. Wenn zwei Arbeitskräfte bei einem Verfahren eingesetzt werden, dann ist zu empfehlen, daß die technische Ladeleistung des Feldhäckslers immer höher ist als die Transport- und Abladeleistung zusammen. Das heißt daß der Zeitaufwand für das Laden niedriger sein muß als die Summe der Zeiten für den Transport und das Abladen.

Beim Einsatz selbstfahrender Feldhäckslers kann, um die technische Verfahrensleistung ohne zusätzlichen Einsatz eines weiteren Fahrzeugs zu erhöhen, der selbstfahrende Feldhäckslers auch noch eine Transportleistung übernehmen, wenn ein Umkuppeln etwa auf halbem Wege im Betrieb möglich ist. Für die technische Verfahrensleistung ist dann nur die halbe Zeit der Transportzeit anzurechnen.

Man erkennt aus diesen verschiedenen Kombinationen, daß, wenn ein Landwirt die einzelnen Kapazitäten richtig einander zuordnet, er zu einer erhöhten Verfahrensleistung kommt, ohne daß er einen Mehraufwand an Arbeitskräften oder Kapital in Kauf nehmen muß.

Ausblick auf die kommenden Jahre

Zur Zeit zeichnet sich eine Tendenz ab, zumindest für Silomais — und dies wird sich für die Zukunft wahrscheinlich noch verstärken —, nicht nur zum Exakthäcksel, sondern zum „Superexakthäcksel“ zu kommen. Man könnte das auch als „Mikroschnitt“ bezeichnen. Dies ist folgendermaßen zu verstehen:

Man stellt bei Silomais mit zunehmender Reife fest, daß bei sonst tadellosem Exakthäcksel sich Lieschen in das Gut einschleichen, die manchmal 3—8 cm und länger sind. Diese Lieschen erschweren die Arbeit der Entnahmefräsen. Was aber noch viel wichtiger ist, sie werden von den Tieren später nicht aufgenommen, sondern aussortiert. „Superexakthäcksel“ zerschneidet aber auch die im Silomais befindlichen Körner; denn wenn diese nicht aufgespalten werden, so gehen sie unverdaut durch den Tiermagen.

Zuletzt erreicht man durch das extrem kurze Exakthäckselgut auch noch eine wesentlich dichtere Lagerung, also bessere Silierung. In Zukunft wird in vielen Fällen, etwa dort, wo Vorzugsmilch und dergleichen hergestellt wird und höchste Mastleistungen erzielt werden sollen, nicht 10—15 mm als Häcksellänge gefordert werden, sondern unter allen Umständen ein völlig gleichmäßiges Häcksel unter 10 mm, eventuell sogar nur 5 mm lang. Das sind Auflagen und Forde-



Abb. 5: Selbstfahrender Feldhäckslers mit zweireihigem Maisgebiß. Messer sind aus Verbundmaterial hergestellt.

Die Höhenverstellung erfolgt hydraulisch. Das Schneidwerk hat sechs Messer. Mit weiteren Vorsätzen wie Pick-up-Trommel und Mähwerk mit gesteuerter Haspel besonders geeignet für den Einsatz auf Großbetrieben und in Lohnarbeitsbetrieben

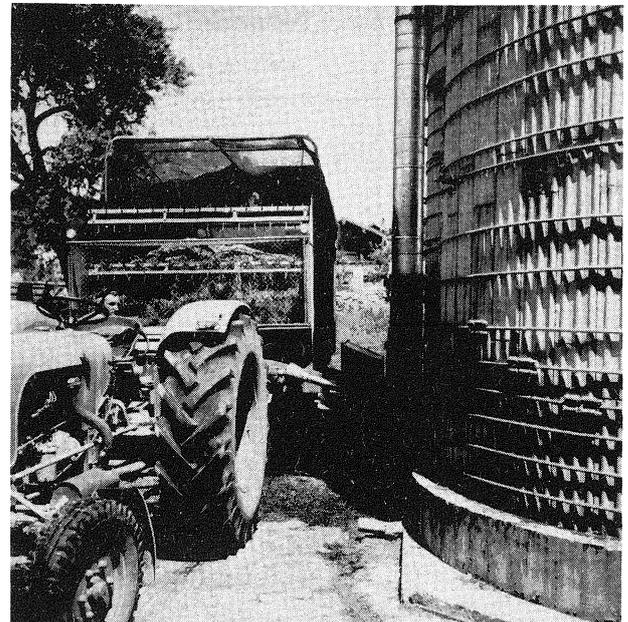


Abb. 6: Gemeinsamer Antrieb von Entladevorrichtung (vom Automatikwagen oder Stallungstreuer) und Gebläse über Gelenkwellen von einem Schlepper aus. Der Kraftbedarf für die Entladevorrichtung beträgt je nach Entladekapazität 10—15 % vom gesamten Kraftbedarf.

Brauchbare Verfahrensleistungen werden zur Befüllung von Hochsilos erst ab 35 PS Schlepperleistung erzielt

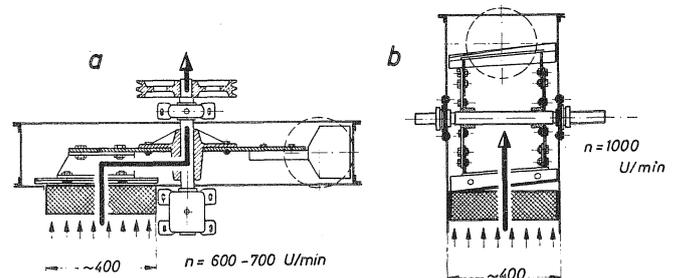


Abb. 7: Vergleich des Kraftflusses beim Scheibenradhäckslers und Trommel-Feldhäckslers bei gleicher Mundstückbreite. a) Trommel-Feldhäckslers, b) Scheibenradhäckslers

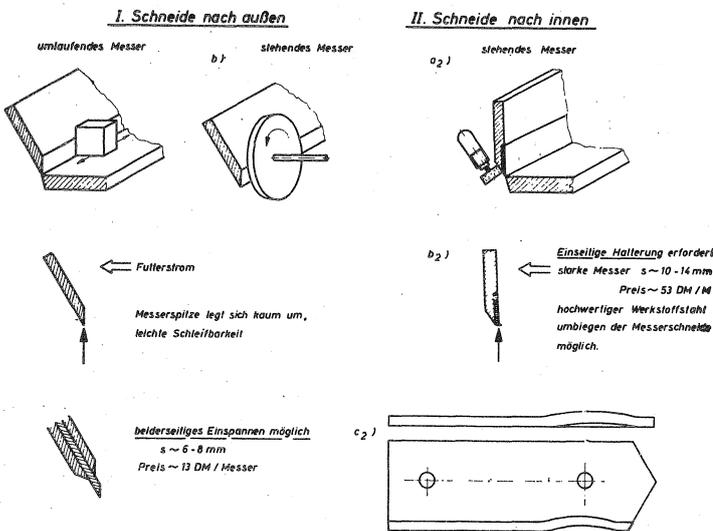


Abb. 4: Messeranordnung und Schleifmöglichkeit. Bei Darstellung 1 b muß der Durchmesser der Schleifscheibe der Messerbreite entsprechen — b₂—c₂: Durch ungleiche Schnittgeschwindigkeit bei der Scheibe ergibt sich eine unterschiedliche Messerabnutzung (auch an der Gegenschnelle)

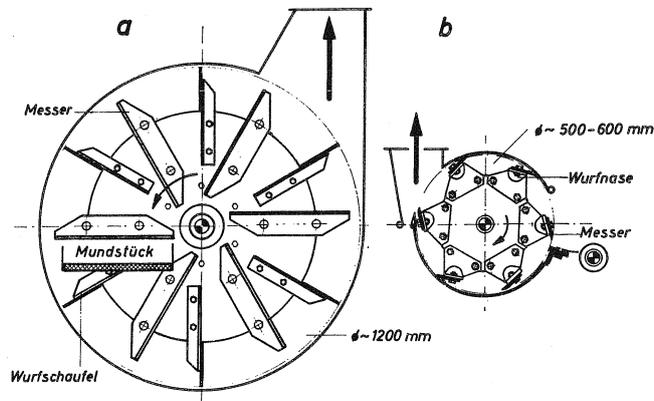


Abb. 8: Größenvergleich zwischen Scheibenrad und Trommel bei gleicher Mundstückbreite. a) Scheibenrad, b) Trommel

rungen der Landwirte, die von der Technik nicht ganz leicht zu erfüllen sind, und zwar nur durch sorgfältige Feldhäckslerkonstruktion, aber auch durch entsprechenden Kraftaufwand und das Prinzip der Trommel. Nur der Trommelfeldhäcksler — gegebenenfalls mit neun Messern bestückt — ist in der Lage, diese Forderungen zu erfüllen. Diese Entwicklung zeichnet sich deutlich in den USA ab. Der Kraftbedarf wird durch die starke Zerkleinerungsarbeit auch beträchtlich höher; aber dies alles wird die Technik leisten müssen, um die Anforderungen von Mast- und Milchbetrieben, die sich wirklich auf Silomais-Silage einstellen, erfüllen zu können.

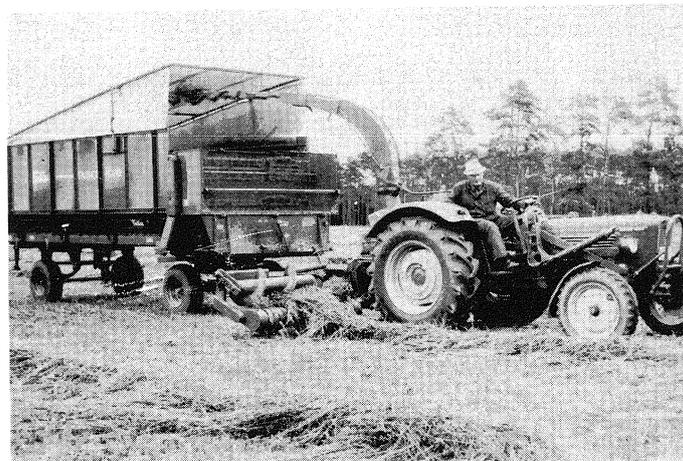


Abb. 9: Anbau-Querfluß-Trommel-Feldhäcksler. Gesamtanordnung an der Seite. Gewicht 480 kg, Pick-up kann durch Maisvorsatz ausgewechselt werden. Tägliches Grünfütterholen kann mit heruntergelassenem Mähwerk in einem Arbeitsgang bewerkstelligt werden. Kraftbedarf ab 35 PS

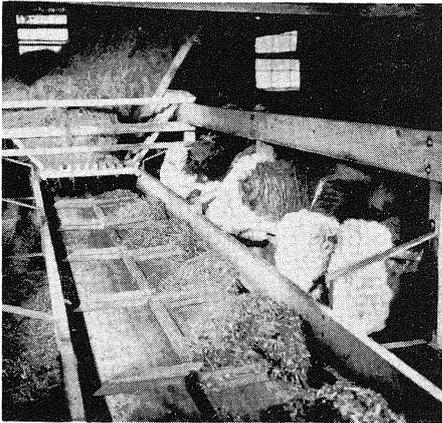
Literatur:

- 1) Brenner, W. G., und K. Grimm: Schneid- und Wurfvorgänge in Trommel-Feldhäckslern. Landtechnische Forschung 13 (1963), Heft 5, Seite 142—150
- 2) Grimm, K.: Schneid- und Wurfvorgänge in Trommel-Feldhäckslern. (Dissertation.) Berichte über Landtechnik, Heft 86, Wolfartshausen 1965
- 3) Grimm, K.: Kapitalintensive Verfahren der Rindviehfütterung. Landtechnik 19 (1964), Heft 9, Seite 266—274
- 4) Grimm, K., und A. Weidinger: Einsatz schwerer Schlepper bei der Silomaiserte. Deutsche Landtechnische Zeitschrift 15 (1964), Heft 11
- 5) Seifert, H., K. Grimm und M. Schurig: Der Feldhäcksler und was dazu gehört. KTL-Flugschrift 10, Wolfartshausen 1962

Aufgliederung von drei Arbeitsverfahren der Feldhäckslerkette (vergl. Abbildung 2)

Verfahren	Technische Bergeleistung (techn. B—L) bei Anweilgut (28 % TM)		Technische Bergeleistung (techn. B—L) bei Silomais (20 % TM)	
	Scheibenrad-F.H.	Trommel-F.H.	Scheibenrad-F.H.	Trommel-F.H.
I 1 AK 1 40 PS Schlepper 1 Trommel-F. H. Autom.-Wagen 1 Silo-Gebläse (Durchtrieb)	13 + (1) Min. F. H. laden 12 Min. Transport 13 + (1) Min. Abladen 40 Min. = 3 t <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">techn. B—L = 4,5 t/h</div>		15 + (2) Min. F. H. laden 12 Min. Transport 10 + (1) Min. Abladen 40 Min. = 4 t <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">techn. B—L = 6 t/h</div>	
II 2 AK 1 65—80 PS Schlepper 1 40 PS Schlepper 1 Scheiben- bzw. Trommel-F. H. 2 Autom.-Wagen (5 t) 1 Silo-Gebläse	15 + (1) Min. F.H. laden 10 Min. Transport 13 + (1) Min. Abladen 24 Min. = 4 t <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">techn. B-L = 10 t/h *) = 16 t/h</div>	11 + (1) Min. F.H. laden 10 Min. Transport 13 + (1) Min. Abladen 24 Min. = 4 t <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">techn. B-L = 10 t/h *) = 17 t/h</div>	10 + (1) Min. F.H. laden 10 Min. Transport 9 + (1) Min. Abladen 20 Min. = 5 t <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">techn. B-L = 15 t/h *) = 28 t/h</div>	8 + (1) Min. F.H. laden 10 Min. Transport 9 + (1) Min. Abladen 20 Min. = 5 t <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">techn. B-L = 15 t/h *) = 30 t/h</div>
III 2 AK 1 Selbstfahrer-F. H. (Scheibenrad) 1 40 PS Schlepper 2 Kipper (5 t) 1 Förderband m. Dosiertisch	13 + (1) Min. F. H. laden 10 Min. Transport 3 + (1) Min. Abladen 14 Min. = 4 t <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">techn. B—L = 17 t/h o) = 17 t/h</div>		8 + (1) Min. F. H. laden 10 Min. Transport 3 + (1) Min. Abladen 14 Min. = 5 t <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">techn. B—L = 21 t/h o) = 40 t/h</div>	
	*) 3 AK und 3 Automatikwagen			
	o) 3 AK und 3 Kipper			

Bemerkungen: (1) Klammerwerte berücksichtigen Wendezeiten und die Zeit für das An- und Abkuppeln von Gelenkwellen. Transportzeit: Für Hin- und Rückfahrt. Technische Berge-Leistung wird bei Verfahren II und III aus der Summe der Zeiten für Transport und Abladen vermittelt.



Arbeitsweise und Anwendungsbereich moderner Fütterungsanlagen im Lauf- und Anbindestall

Dr. K. Grimm und A. Weidinger

Je nach Aufstallungsform sind in der Milchviehhaltung 10–15 % der täglich für die Kuhhaltung aufgebrauchten Arbeitszeit zum Füttern notwendig. Am Umfang der Gesamtarbeit gesehen, ein verhältnismäßig kleiner Anteil. Wenn nun die Futterzuteilung bis in den Trog mechanisiert werden soll, dann muß die freiwerdende Zeit in Arbeit gesteckt werden, die nach wie vor sehr handarbeitsaufwendig ist bzw. deren Vollmechanisierung noch kapitalaufwendiger würde als die der Fütterung. Dies ist in der Milchviehhaltung zweifellos das Melken. D. h. eine mechanische Futterbereitstellung ist dann notwendig und wirtschaftlich vertretbar, wenn eine Kuhherde so groß wird, das sind 20–30 Kühe, daß die tägliche Melkarbeit allein bereits soviel Zeit erfordert, daß sich die vielleicht einzige vorhandene Vollarbeitskraft im Familienbetrieb im Interesse der Arbeiten in der Außenwirtschaft nicht mehr mit weiteren Arbeiten der Viehhaltung belasten darf. Wenn Gründe der Arbeitserleichterung zur Anschaffung einer mechanischen Futterzubringung drängen, dann ist solange nichts dagegen einzuwenden, als diese Anschaffung betriebswirtschaftlich noch im Rahmen bleibt und im übrigen Hofe genügend Umschau gehalten wurde, ob nicht mit gleichem Geldaufwand bei anderen Arbeiten ein viel größerer Mechanisierungseffekt erreichbar ist. Im folgenden soll nun gezeigt werden, daß mechanische Futterverteilungsanlagen sowohl von arbeits- als auch von betriebswirtschaftlicher Seite interessant sein können. Die zur Zeit in der Praxis gebräuchlichen Fördererlemente für den Transport und die Verteilung von Rauhfutter sind hinsichtlich ihrer Verwendungsmöglichkeiten: Verteilung, Überleitung (Überbrücken von Trogabchnitten, ohne daß Futter abgeworfen wird), Gruppenteilung, wie folgt zu beurteilen:

Die Schubstangen-Anlage mit seitlich liegendem Freßtrog eignet sich mit kleinen Abänderungen für die Zuführung vom Behälter zum Freßplatz. Die Verteilung läßt sich durch die höhenverstellbaren Begrenzungsbretter gleich gut bei Mais, Gras und Heu einstellen. Eine Überleitung etwa einer Tränkanlage oder eines Schlemptroges ist durch Versperrung des Schlitzes bedingt möglich. Verschiedene Rationen lassen sich nur in zwei Gruppen, die links und rechts aufgestellt sind, verabreichen.

Der Kettenförderer läuft in der Regel im Freßtrog, was übrigens bei der Schubstange ebenfalls möglich ist. Diese Anordnung ermöglicht den sogenannten „Herrengang“, auf dem der Landwirt auch während der Fütterung seine Tiere beobachten und Kraftfutter und Langheu bequem verabreichen kann. Der Kettenförderer ist gleich gut für Zuführung und Verteilung. Eine Rationsfütterung in Kombination mit einem Freßgitter ist denkbar, die Möglichkeit einer Überleitung entfällt jedoch. Für die Gruppenteilung gilt dasselbe wie für die Schubstange. In der Praxis wurde beobachtet, daß von den links stehenden Milchtieren zurückgelassene Futterreste den Jungtieren auf der rechten Seite beim Rücklauf erneut vorgegeben wurden. Im allgemeinen werden an der Umkehrseite des Ringkreisförderers die Futterreste durch einen Schacht in die Dunggrube geworfen.

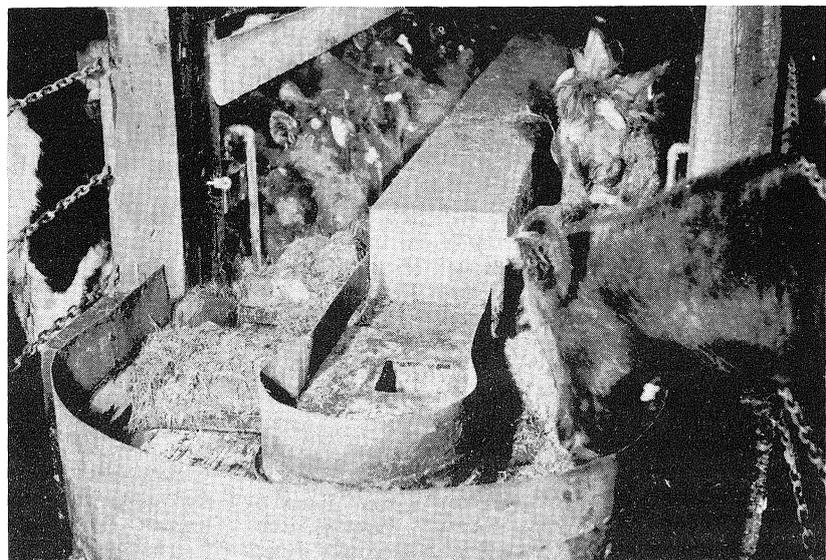
Die große Laufruhe der Schubstange und des Kettenförderers gegenüber den verschiedenen Schneckenförderern ist hervorzuheben.

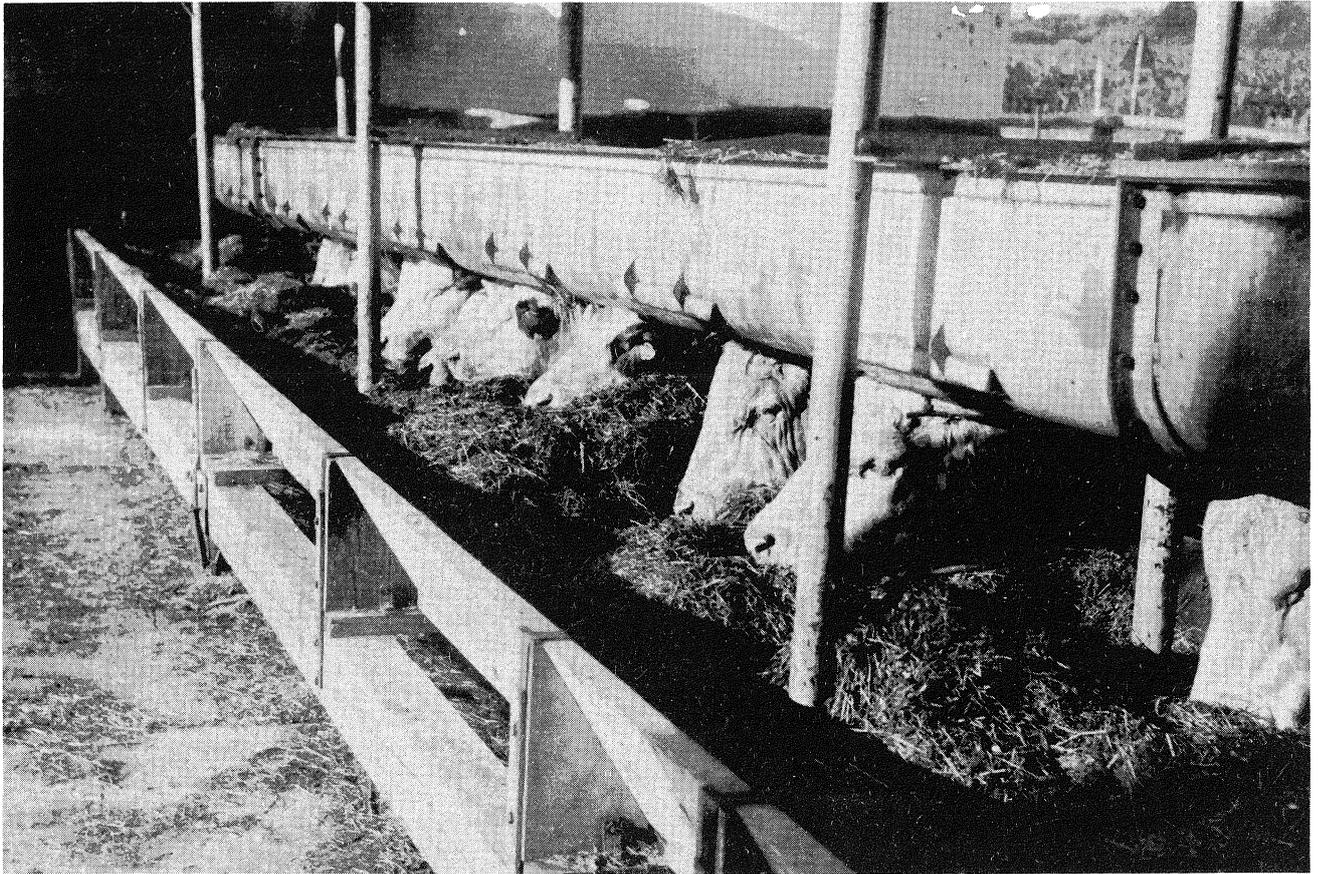
Die Vielzahl der Bauarten von Schneckenförderern deutet schon auf ihre vielseitigen Anwendungsbereiche hin. Wenn sie auch grundsätzlich nur einheitlich kurz gehäckseltes Futter sicher fördern und verteilen können, liegen ihre Vorteile in der Einfachheit und mit einzelnen Aus-

Abb. 1: Doppelseitige Schubstangen-Futterverteilungsanlage mit tiefer liegendem Freßtrog in einem geschlossenen Laufstall. Für zusätzliche Heufütterung ist oberhalb des Freßtrogs eine Heuraufe vorhanden. Rechts Jungvieh, links Milchvieh. In der Höhe verstellbare Begrenzungsbretter steuern den Durchlaß

Abb. 2: Umkehrstelle einer Ringkreisfütterungsanlage in einem geschlossenen Laufstall. Rechts Milchvieh, links Jungvieh, in der Mitte der „Herrengang“

Abb. 3: Schnecken-Futterverteilungsanlage im Freien. Die Schnecke liegt in einem Blechtrog. Eine gleichmäßige Futterverteilung auf der gesamten Troglänge wird durch Querschnittsveränderung der Öffnung am Trogboden (Schieber) erreicht





nahmen in der Möglichkeit der Zuführung, der Verteilung, der Überleitung und der Mehrgruppenfütterung bei der Laufstallhaltung. Nachteilig ist eine nicht gleichmäßige Beschickung der Schnecke mit Futter. Erhöhter Verschleiß und Laufunruhe sind die Folgen. Die gleichmäßige Verteilung in der ganzen Länge des Troges wird angestrebt, läßt sich aber nur mit erhöhtem Bauaufwand erreichen. Geeignet sind die Rohrschnecken und die verschiedenen Bauarten mit Klappensteuerungen. Bei Klappensteuerung kann gelegentlich eine geringere Beschickung in Kauf genommen werden, ohne daß es zu Drängeleien der Tiere am Futtertroge kommt.

Bei der in Abb. 1 gezeigten Schubstangen-Fütterungsanlage wird die von einer Obenfräse entnommene Silage getrennt für Milch und Jungvieh in einem überdachten Laufstall (Zwei-Gruppen-Fütterung) vorgelegt. Für zusätzliche Heugaben ist über der Fütterungsanlage eine Heuraufe angebracht, die wöchentlich einmal nachgefüllt wird.

Die seitlich höhenverstellbaren Begrenzungsbretter dienen der gleichmäßigen Verteilung des Futters. Der freie Durchlaß muß bei einer Futterumstellung von Mais auf Gras um etwa 50 Prozent vergrößert werden.

Derartige Schubstangenförderer werden neuerdings durch Hydraulik oder durch Rundlaufantrieb angetrieben.

Wie die Schubstangenförderer sind auch die Kettenförderer von den Stallentmischungsanlagen her hinreichend bekannt. Bei der Futterförderung machen diese Anlagen auch im Winter keine Schwierigkeiten, wenn nicht gerade Naßsilage verfüttert wird und die Anlage gegen Schnee geschützt ist. Die Abb. 2 zeigt rechts die Milchviehseite, in der Mitte den „Herrengang“ und links die Jungviehseite. Bei den zahlreichen Bauarten von Schneckenförderern und Verteilanlagen sind Funktionssicherheit und Förderleistung etwa gleichwertig.

Die in Abb. 3 gezeigte Schneckenfördereranlage läuft in einem oben offenen Blechtrog, der an seiner Unterseite mit Öffnungen versehen ist, deren Querschnitt durch

Schieber verändert werden kann. Wenn Gras- und Mais-silage nacheinander gefördert werden sollen, ist diese Anlage nicht zu empfehlen, da dann jeweils auch die Schieber betätigt werden müssen, wenn auf eine gleichmäßige Verteilung Wert gelegt wird. Fast alle Schnecken haben jedoch eine entmischende Wirkung. Je einheitlicher kurz gehäckseltes Gut gefördert wird, um so geringer ist die Entmischung. So wird Maissilage weniger entmischt als zum Beispiel Luzerne und Klee gras. Voraussetzung derartiger vollmechanischer Futterverteilanlagen ist, daß die Futterentnahme aus Hochsilos gleichmäßig erfolgt.

Zuordnung und Wirtschaftlichkeit moderner Fütterungsanlagen

Welchen Futterverteilanlagen man bei den einzelnen Aufstallungsformen und Bestandsgrößen aus Kapitalgründen den Vorzug zu geben hat, zeigt die Abb. 4. Dabei sind (durch Ringe besonders herausgestellte Zahlen geben günstige Werte an) erhebliche Unterschiede im Kapitalbedarf pro Kuh oder Freßplatz festzustellen. Diese Unterschiede sind einmal bedingt durch die Wahl des Fördersystems und sind zum anderen abhängig von der Aufstallungsform und der Bestandsgröße. So verhält sich der Kapitalbedarf beim teuersten Mechanisierungsverfahren bei 20 Kühen im zweireihigen Anbindestall mit 460 DM gegenüber dem billigsten Verfahren bei 60 Kühen im Laufstall mit 46 DM wie 10:1.

Über zweckmäßigste Mechanisierung der Fütterungsverfahren kann aber nicht allein der Kapitaleinsatz entscheiden, denn auch hier gilt der Satz: Nicht alles was billig ist, ist preiswert!

Es müssen neben vielen Einflüssen der Gebäudegestaltung und Haltungsform auch die Funktionssicherheit und besonders die jährlichen Kosten einer derartigen Anlage berücksichtigt werden. Kapitalbedarf und jährliche Kosten der einzelnen Fütterungsverfahren müssen aber nicht immer im gleichen Verhältnis zueinander stehen, da zum Teil erhebliche Unterschiede in der Lebensdauer, Repara-

	Anbindestall			Laufstall			
	einreihig, seitliche Durchfahrt	zweireihig, mittlere Durchfahrt		20 Kühe	40 Kühe	60 Kühe	
	20 Kühe	20 Kühe	40 Kühe				
	154,-	-	-	125,-	82,-	60,-	
	-	-	-	119,-	79,-	59,-	
	-	308,-	191,-	200,-	132,-	100,-	
	394,-	460,-	353,-	188,-	162,-	124,-	
	-	-	-	77,-	63,-	46,-	
Weidinger	Kapitalbedarf mech. Fütterungsanlagen einschließlich Zuführung und Stromanschluß ohne Trog/Kuh						

Abb. 4: Kapitalbedarf je Kuh verschiedener Futtermittelanlagen; einschließlich Zuführung und Stromanschluß, jedoch ohne Trog und Dach

turanfälligkeit und Wartungsbedürftigkeit der einzelnen Systeme bestehen. Die Abb. 5 zeigt, daß die Vorstellung, mechanische Fütterungseinrichtungen seien nur im Laufstall vertretbar, auf jeden Fall falsch ist. Schon bei 20 Kühen im einreihigen Anbindestall bei hohen Silagegaben und ganzjähriger Stallhaltung sind die jährlichen Verfahrenskosten einer einreihigen Schubstangenanlage mit 24 DM niedriger als die der Handverteilung vom Futterwagen aus mit 26 DM. Ob stallbautechnisch ein einreihiger Anbindestall für 20 Kühe richtig ist, soll hier nicht diskutiert werden.

Der zweireihige Anbindestall mit mittlerer Durchfahrt, die ja auch beim Einbau einer Fütterungsanlage erhalten bleiben soll, bringt aus verständlichen Gründen erhebliche Kosten. Deshalb kann erst bei einer Bestandsgröße von 40—50 Kühen der Einbau einer Kettenförderanlage sinnvoll werden. Wird dagegen bei Neubauten auf den befahrbaren Futtertisch verzichtet, so ist schon bei Beständen von 15 bis 20 Kühen ein günstiges Kostenverhältnis zur Handarbeit erreichbar.

Bei der Mechanisierung der Vielzahl unserer vorhandenen Anbindeställe mit Durchfahrt werden wahrscheinlich arbeitstechnische (z. B. Behinderung anderer Arbeiten) und funktionelle (z. B. Entmischung) Schwierigkeiten die stationären Förderanlagen zugunsten der oftmals teureren, aber beweglichen Futterverteilwagen zurücktreten lassen. Für größere Bestände (ab 30 Kühen) werden diese Wagen als schleppergezogene Modelle von der Industrie bereits angeboten (siehe Abb. 6). Die Landtechnik, Weihenstephan, ist zur Zeit mit der Entwicklung kleinerer Futterverteilwagen beschäftigt, wobei auch an den Einsatz

	Anbindestall			Laufstall			
	einreihig, seitliche Durchfahrt	zweireihig, mittlere Durchfahrt		20 Kühe	40 Kühe	60 Kühe	
	20 Kühe	20 Kühe	40 Kühe				
	24,-	-	-	21,-	15,-	12,-	
	-	-	-	20,-	15,-	12,-	
	-	44,-	30,-	29,-	22,-	18,-	
	54,-	63,-	52,-	33,-	26,-	21,-	
	-	-	-	17,-	15,-	13,-	
	26,-	25,-	23,-	22,-	20,-	20,-	
Weidinger	Kosten der Fütterungsverfahren in DM je Kuh und Jahr bei 40 kg Silage je Kuh und Tag in 365 Fütterungstagen.						

Abb. 5: Feste und bewegliche Kosten der Fütterungsverfahren je Kuh und Jahr bei 40 kg Silage je Kuh und Tag in 365 Fütterungstagen im Vergleich zum Handarbeitsverfahren

von selbstfahrenden Wagen mittels Elektromotors und Kabelrolle gedacht ist, um vor allem im Winter nicht täglich den Schlepper kurzzeitig in Gang setzen zu müssen. Diese häufigen Kaltstarts leeren nicht nur die Batterie sehr schnell, sondern bedeuten auch einen erhöhten Motorenverschleiß. Wo mit Schlepper und Frontlader auch entmistet wird, ein betriebseigenes Batterieladegerät und eine warme Garage vorhanden sind, und dort vor allem, wo ein Schlepper auch winterüber täglich benötigt wird, ist schon ein hoher Mechanisierungserfolg erreicht, wenn mit dem vorhandenen Stallungstreuer das Futter breitwürfig auf den Futtergang verteilt wird und dann nur mehr mit der Gabel in den Trog geschoben zu werden braucht.

Nach dem jetzigen Stand der Entwicklung zeichnet sich im Anbindestall überwiegend der Futterverteilwagen als kommendes Gerät zur Mechanisierung der Fütterung ab, beim Neubau können aber auch Schubstangen- und Kettenförderer als zweckmäßig und meist sogar billige Futterförderer eingesetzt werden. Der Einsatz von Schneckenförderern im Anbindestall scheint nach neueren Erfahrungen wegen der Entmischung des Futters mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden zu sein.

Bei der Mechanisierung der Fütterung im Laufstall wird mit der Vergrößerung der Bestände der Kostenunterschied zwischen den einzelnen Verfahren von immer geringerer Bedeutung. Der Einbau einer mechanischen Fütterung lohnt sich beim Laufstall immer. Die Hauptentscheidung ist hier über die Zweckmäßigkeit und funktionelle Sicherheit der einzelnen Verfahren zu fällen.

Berechnung von Kapitalbedarf und jährlichen Kosten mechanischer Fütterungsanlagen

Beim Kapitalbedarf mechanischer Fütterungsanlagen wurden Angebote der einschlägigen Firmen als Berechnungsgrundlage verwendet. Es wurde die gesamte technische Einrichtung der Zubringung und Futterverteilung einschließlich Montage und Stromanschluß berücksichtigt. Nicht berechnet wurde der Kapitalbedarf für den Trog und eine eventuell notwendige Überdachung, da diese in jedem Fall auch ohne mechanische Futterzuteilung erstellt werden müssen und nur beim nachträglichen Einbau einer mechanischen Fütterungsanlage einen höheren Geldaufwand verursachen. Bei den einzelnen Aufstellungs- und Fütterungssystemen ergeben sich zum Teil erhebliche Unterschiede in der Gestaltung der Zuführung und in der notwendigen Länge des Freßplatzes je Tier, so daß auch sehr große Differenzen im Kapitalbedarf je Freßplatz festzustellen sind.

Zur Ermittlung der Kosten wurden mit Ausnahme der offenen Förderschnecke, bei der 10 Prozent angesetzt wurden, allgemein 6,6 Prozent Abschreibung berechnet. Als Kapitalverzinsung sind 3 Prozent angenommen. Der Unter-



Abb. 6: Dieser Einachsanhänger in Ganzstahlausführung dient als Futterverteilwagen. Zum Stallmiststreuen wird der ganze Aufbau über den Rahmen um 180° geschwenkt (Drehpunkt-Halbbügel vor der Achse), das Austragförderband wird abgebaut und durch Streuwalzen ersetzt. An der Vorder- und Rückseite des Wagens ist dazu ein Zapfwellenstummel vorhanden

halt wird bei 20 Kühen mit der durchweg einfacheren Zuführung mit 3 Prozent, bei 40 und 60 Kühen mit 4 Prozent angesetzt.

Der Stromverbrauch beträgt nach jetzigen Erfahrungswerten 2 DM pro Kuh und Jahr bei einem Strompreis von 0,11 DM/kWh. An zusätzlich notwendiger Handarbeit wurden bei 20 Kühen etwa 1 AKh oder 3 DM pro Kuh und Jahr bei 40 und mehr Kühen etwa 40 AKmin. oder 2 DM pro Kuh und Jahr ermittelt.

Zu Vergleichszwecken wurden die Kosten des Handarbeitsverfahrens nach Arbeitsbedarfszahlen von Rüprich mit 3 DM/AKh aufgeführt. Bei nur 200 Fütterungstagen vermindern sich die Kosten um ca. 15 Prozent.

Zusammenfassung

1. Mechanische Futtermittelverteilanlagen müssen stets im Zusammenhang mit der Futterbereitstellung und auch mit den Gebäudegegebenheiten gesehen werden.

2. Von der Kostenseite her betrachtet, ist im einreihigen Anbindestall schon ab 20 Kühen die Schubstangenfütterung gegenüber dem Handarbeitsverfahren im Vorteil.
3. Geräuscharme Futtermittelverteilanlagen, wie Schubstange, und Kette, sind in geschlossenen Laufställen den Schneckenförderern vorzuziehen.
4. Mechanische Futtermittelverteilanlagen bieten sich für die Mehrgruppenfütterung an, insbesondere dann, wenn gleichzeitig in dem Gebäudeabschnitt auch die Entmistungsfrage sinnvoll gelöst werden kann.

Aus unseren Erfahrungen heraus möchten wir feststellen, daß sich die Futterernte, Konservierung und Fütterungstechnik in bäuerlichen Betrieben leichter zum Erfolg führen läßt, als in Großbetrieben, da bei bäuerlichen Betrieben der Betriebsleiter jede Arbeit selbst durchführt und daher mit der notwendigen Sorgfalt zu Werke geht.

Beobachtungen beim Einsatz einer fahrbaren Schrot- und Mischanlage

Von Manfred Schurig, Weihenstephan

In der Mehrzahl unserer landwirtschaftlichen Betriebe sind eigene Schrotmühlen vorhanden. Selten reichen jedoch die Leistungen aus, um die erforderlichen Mengen in kurzer Zeit zu schrotten. Automatisch gesteuerte Schrotmühlen, die vielfach den billigeren Nachtstrom ausnutzen, haben sich bei uns, im Gegensatz zu den USA, nicht sonderlich eingeführt. So ist es auch heute keine Seltenheit, wenn viele Betriebe einen ganzen Tag dazu verwenden, um einen

Vorrat für zwei bis drei Wochen zu schrotten und zu mischen. Dabei werden die erforderlichen Komponenten in den meisten Fällen noch von Hand beigemischt. Futtermischer werden zwar von der Industrie angeboten. Sie müssen jedoch fest in die Gebäude eingebaut werden und machen so die Anlage unbeweglich. Eine Ausnahme bildet lediglich der sogenannte Mischtransporter. Mobile zapfwellenangetriebene Schrot- und Mischanlagen eröffnen vielen Landwirten dagegen weitaus größere Möglichkeiten.

Aus den Arbeiten des Instituts für Landtechnik, Weihenstephan. Direktor: o. Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. W. G. Brenner

Fahrbare Schrot- und Mischmaschinen werden von den amerikanischen Farmern seit etwa fünf bis sechs Jahren in stärkerem Maße gekauft. Mitte 1965 waren etwa 55 000 solcher Geräte dort im Gebrauch. Um die Einsatzmöglichkeiten solcher Maschinen für die deutschen Verhältnisse zu prüfen, wurde im Februar 1964 mit Unterstützung des Bundeslandwirtschafts-Ministeriums eine fahrbare Schrot- und Mischmaschine aus den USA eingeführt. (Feedmaster der Fa. Farmhand, Hopkins, Minn. USA.) Da der Preis für diese Maschine rund 10 000 DM beträgt, werden sich sicher nur wenig Betriebe ein solches Gerät ausschließlich für den Eigenbedarf anschaffen. Es scheint uns nach unseren bisherigen Erfahrungen empfehlenswert, wenn sich mehrere Betriebe, etwa vier bis sechs, eine solche Maschine gemeinschaftlich halten. Des weiteren kann es für Mastringe interessant sein, fahrbare Schrot- und Mischmaschinen in einem festen Turnus von Hof zu Hof laufen zu lassen, um gegen Entgelt dem einzelnen Landwirt das Futter zu schrotten und zu mischen. Dazu gehört jedoch eine gute Organisation und viel Verständnis von seiten der Landwirte, damit diese Form des Maschineneinsatzes zufriedenstellend funktioniert.

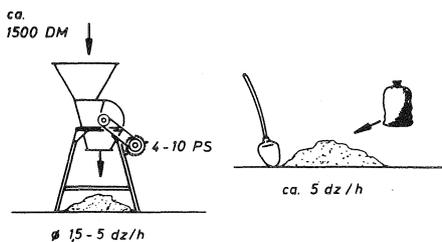
Um diese letztgenannten Probleme näher zu untersuchen, wurde gemeinsam mit dem Tierzuchtamt Pfaffenhofen/Ilm ein Einsatzplan für die Versuchsmaschine aufgestellt. 50 Betriebe in den Landkreisen Freising, Dachau, Pfaffenhofen, Ingolstadt werden bei dem noch laufenden Versuchseinsatz bedient.

Die Einsätze begannen im April 1964 und es wurden in einem Jahr etwa 4500 dz mit der Maschine geschrotet und gemischt. Nennenswerte Störungen oder Schäden traten nicht auf. Über die ersten Erfahrungen wird im folgenden berichtet.

Der Aufbau der Mix-Mühle ist folgender:

Auf einem Grundrahmen sind eine zapfwellengetriebene Hammermühle und ein Zentralrohrmischer mit einem Fassungsvermögen von 2,8 cbm aufgebaut. Das von der Hammermühle geschrotete Material wird über eine Schnecke dem Mischer von unten zugeführt. Die einzelnen Zusatzkomponenten (Eiweißkonzentrat, Fischmehl und anderes)

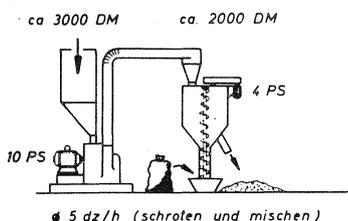
1) Hammer- oder Walzenmühle Handmischen



Vorteil:
1) billig

Nachteil:
1.) ungenaue Mischung
2.) keine Automatik
3.) Handarbeit

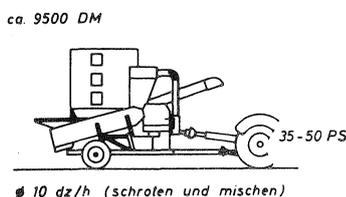
2) Hammer- oder Walzenmühle mechanischer Mischer



Vorteil:
1.) exakte Mischung
2.) automatischer Betrieb (Nachtstrom)

Nachteil:
1.) stationär, ortsgebunden
2.) ev. getrenntes Gerät zum Futtertransport

3) Fahrbare Schrot- und Mischanlage



Vorteil:
1.) exakte Mischung
2.) fahrbar, Transport von geschrotetem und gemischtem Material
3.) Gemeinschaftseinsatz
4.) hohe Leistung über Schlepperzapfwelle

Nachteil:
1.) keine Automatik

Abb. 1: Verfahren für die betriebseigene Kraftfutter-Aufbereitung

werden ebenfalls von unten über eine Schnecke in den Mischer geleitet. Die Beschickung der Hammermühle erfolgt über einen um 90 Grad und in der Höhe um 70 cm zu verstellenden Schneckenrotor. Der Mischer wird über eine um 210 Grad schwenkbare und in der Höhe ebenfalls verstellbare Schnecke entleert. Das ganze Gerät ist als Einachs-Aufsattelgerät ausgebildet und kann an jeden Schlepper angehängt werden.

Die Bedienung der Mix-Mühle ist einfach. Die Rüstzeiten sind gering. Außer dem Anschließen der Zapfwelle und Ausschwenken des Annahmetroges sind keine Vorbereitungen zum Schrotten zu treffen. Das Auswechseln der entsprechenden Siebe in der Hammermühle ist einfach und läßt sich in weniger als einer Minute durchführen.

Die technische Leistung beim Schrotten beträgt bei Verwendung eines 50-PS-Schleppers und 3,5 bis 4,5 mm Siebdurchmesser 1,4 t/h.

Als „landwirtschaftliche Leistung“, das heißt unter Einschluß der Rüstzeiten — also anrösten, schrotten, mischen, entleeren, abrüsten — wurden 1,2 t/h erreicht.

Diese Durchschnittswerte ergeben sich aus 368 geschroteten Tankfüllungen. Dabei wurden Weizen, Gerste, Hafer, Bohnen und Mais verarbeitet. Es bestehen nur geringe Unterschiede in der Leistung beim Schrotten der einzelnen Getreidearten.

Um die Maschine im Rahmen eines Lohnunternehmens oder in Gemeinschaftsbenutzung einzusetzen, ist vorher eine Aufstellung der Kosten erforderlich.

1. Gemeinschaftsbenutzung

Mehrere Betriebe, die bisher im Lohn (Lagerhaus, Mühle) oder mit eigenen Geräten ihr wirtschaftseigenes Futter geschrotet und gemischt haben, können sich für eine fahrbare Schrot- und Mischmaschine interessieren. Die Kosten je geschroteten und gemischten Doppelzentner sollten jedoch nicht wesentlich über 2,— DM/dz liegen, da für diesen Preis im allgemeinen bei den Lagerhäusern geschrotet wird. Wie hoch jedoch der Vorteil anzusetzen ist, der durch den Wegfall der Transportwege vom landwirtschaftlichen Betrieb zum Lagerhaus entsteht, wenn das Futter im Betrieb selbst aufbereitet wird, ist schwer zu sagen und muß von jedem Betriebsleiter selbst beurteilt werden.

Die Kosten für diese Maschine gliedern sich wie folgt auf:

Anschaffung	= 10 000,— DM
Abschreibung 12,5 % (acht Jahre)	1 250,— DM
Unterhalt 6 %	600,— DM
Verzinsung 3 %	300,— DM
Schmierstoffe	50,— DM
allgemeine Betriebsunkosten	10,— DM

Bei Erreichung der Abschreibungsschwelle reine Maschinenkosten jährlich

2 210,— DM

Unter der Annahme, daß zum Antrieb der Maschine ein 50-PS-Schlepper benutzt wird, ergeben sich aus der Kostenkalkulation für Maschinenbanken für diesen Schlepper folgende Kosten:

50-PS-Schlepperstunde	= 10,— DM
Arbeitslohn	= 5,— DM (Fremdlohn)
oder Arbeitslohn	= 2,50 DM (Selbstkosten)

Für die weitere Kalkulation sollen als Arbeitslohn 2,50 DM/h als Selbstkosten eingesetzt werden.

Die landwirtschaftliche Leistung der Maschine beträgt für Schrotten und Mischen 1,2 t/h. Daraus ermitteln sich je Doppelzentner geschroteten beziehungsweise gemischten Gutes 1,10 DM an Schlepper- und Arbeitslohn-Selbstkosten. Um nicht über 2,10 DM/dz an Gesamt-Schrot- und Mischkosten zu kommen, müssen 2500 dz jährlich mit der Maschine verarbeitet werden.

Nur wenige Betriebe, die mindestens 2500 dz jährlich zu schrotten haben, kommen als Alleinbesitzer in Frage, wenn sie ihr Futter für 2,10 DM/dz schrotten und mischen wollen.

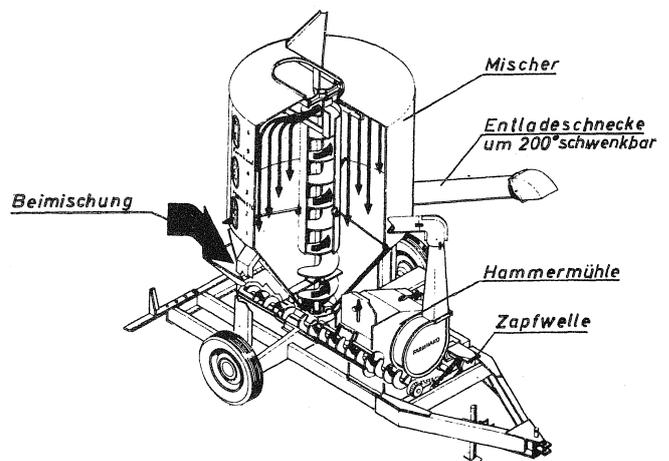


Abb. 2: Aufbau des fahrbaren Krafftutter-Aufbereiters „Mix-Mill“

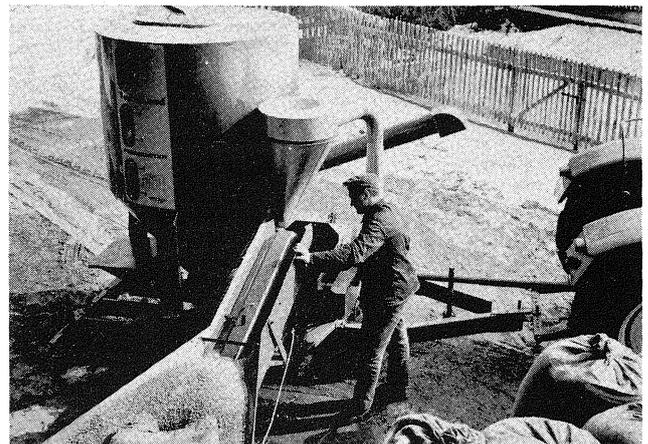


Abb. 3: Beschickt wird die Mix-Mill aus Säcken oder direkt vom Vorratslager

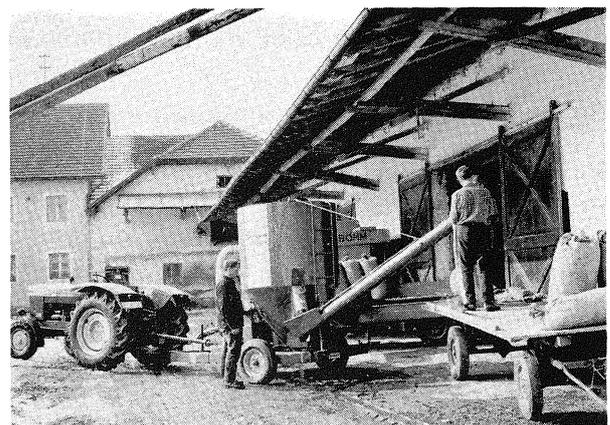


Abb. 4: Abfüllen des geschroteten und gemischten Futters. Die schwenkbare Schnecke erlaubt direktes Entleeren in das Vorratslager

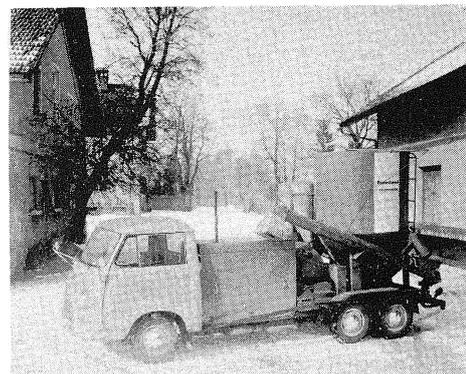


Abb. 5: Die auf einen LKW aufgebaute Versuchs-Schrot- und Mischmaschine. Ein zusätzlicher 50-PS-Motor treibt das Gerät an

2. Lohnunternehmen

Im folgenden werden die Kosten untersucht, die entstehen, wenn die fahrbare Schrot- und Mischmaschine von einem privaten Lohnunternehmer oder von einem Mastring eingesetzt wird, und dabei in einem festen Turnus von Hof zu Hof fährt.

Streng genommen kann man die Kosten und Einsatzbedingungen der Maschine in einem Mastring nicht mit denen eines Lohnunternehmens vergleichen. Für Maschinen, die von einem Mastring eingesetzt werden, gewährt der Staat gewisse Vergünstigungen, welche die Kosten senken (verbilligter Dieseltreibstoff, grüne Nummer für einen Lastwagen, auf dem die „Mix-Mühle“ aufgebaut ist, also Wegfall der Kraftfahrzeugsteuer und auch Vergünstigungen bei der allgemeinen Besteuerung). Es bliebe einer späteren Untersuchung vorbehalten, diese Kostenunterschiede zwischen Lohnunternehmen und Mastringeinsatz näher zu differenzieren. Hier soll erst einmal grundsätzlich festgestellt werden, in welchem Rahmen sich die Kosten überhaupt beim überregionalen Einsatz der Mix-Mühle bewegen.

Wichtig für diesen Einsatz ist eine gute Organisation, damit die Maschine das ganze Jahr über arbeitet und kein Leerlauf eintritt.

Es kann mit jährlich 210 tatsächlichen Arbeitstagen gerechnet werden.

Ein achtstündiger Arbeitstag gliedert sich dann in reine Arbeitszeit und in Fahr- und Anrüstzeit. Aus den bisherigen Ergebnissen ist anzunehmen, daß von den täglichen acht Stunden mindestens zwei Stunden für Fahrten von Betrieb zu Betrieb in Abzug zu bringen sind, so daß täglich nur sechs Stunden auf Schrot- und Mischarbeit entfallen. Bei einer landwirtschaftlichen Leistung von 1,2 Tonnen je Stunde ergibt sich eine jährliche Schrot- und Mischleistung von rund 1450 t. Diese Menge wird also maximal von der Maschine jährlich unter den gegebenen Umständen zu verarbeiten sein.

Aus dieser Futtermenge kann der jährliche Kraftfutterbedarf für etwa 5000 Milchkühe, 2500 Mastrinder oder 4000 Schweine bereitgestellt werden.

Es kommt nun darauf an, daß die Zahl der Betriebe mit den vorhergenannten Viehzahlen auf engem Raum stehen (Landkreis), damit die Fahrtzeiten der „Mix-Mühle“ von Betrieb zu Betrieb so klein wie möglich gehalten werden.

Kostenberechnung für den Einsatz im Lohnunternehmen oder Mastring

a) Schrot- und Mischmaschine:	DM
Anschaffungspreis:	10 000,—
Abschreibung (16,5% f. 6 Jahre)	1 500,—
Unterhalt 10%	1 000,—
Verzinsung 3%	300,—
Schmierstoffe	50,—
Unterstand	200,—
Haftpflichtversicherung	50,—
Allgemeine Betriebsunkosten (Telefon, Vermittlung)	500,—
Reine Maschinenkosten:	<u>3 600,—</u>

b) Schlepper (50 PS):	DM
Anschaffungspreis:	16 000,—
Abschreibung (12,5% f. 8 Jahre)	2 000,—
Unterhalt 5%	800,—
Verzinsung 3,5%	560,—
Treibstoff, Schmierstoff, Öl, (Ltr.-Preis 0,25)	3 500,—
Versicherung	100,—
Unterstand	350,—
Allgemeine Betriebsunkosten	50,—
	<u>7 360,—</u>

c) Arbeitskraft:	DM
Lohn, Tagelohn, Spesen	<u>12 000,—</u>

Es entstehen Gesamtkosten von 22 960,— DM jährlich.

Bei der Verarbeitung der jährlich möglichen Menge von 1450 t betragen die Kosten pro Doppelzentner 1,75 DM. Dieser Betrag liegt um 0,25 DM unter dem allgemein üblichen Betrag, den der Landwirt entrichten muß, wenn er sein Futter außerhalb des Betriebes im Lohn schrotten läßt. Die Grenze von 2,— DM je Doppelzentner wird erst dann überschritten, wenn jährlich weniger als 1150 t von der Maschine im Lohn verarbeitet werden.

Von der Seite der technischen Leistung und eines wirtschaftlichen Einsatzes erscheint die Verwendung der „Mix-Mühle“ im Rahmen eines Lohnunternehmens oder eines Mastringes interessant. Die Probleme können jedoch auf organisatorischem Gebiet entstehen. Es ist notwendig, eine genügende Anzahl von Landwirten vertraglich zu binden, um wirklich im Jahr über 1150 t schrotten zu können. Des weiteren dürfen die Entfernungen zwischen den einzelnen Betrieben nicht zu groß sein, damit sich wirklich jeden Tag sechs effektive Arbeitsstunden für die Mühle ergeben.

Inwieweit es möglich ist, eine solche Maschine auf einen LKW zu montieren und im festen Turnus laufen zu lassen, wird in den kommenden Monaten in Zusammenarbeit mit dem Tierzuchtamt Pfaffenhofen und dem Erzeugerring Oberbayern-West untersucht. In einem festgelegten Turnus wird die Mühle von Betrieb zu Betrieb fahren.

Der Aufbau auf einen LKW bringt folgende Vorteile mit sich: Kürzere Fahrzeit, Transport von Zusatzfuttermitteln, eventuell höhere Leistung durch stärkeren Aufbaumotor.

Die bis jetzt vorliegenden Ergebnisse führen zu folgendem Urteil:

Bei der beschriebenen fahrbaren Futtermahl- und -mischmaschine handelt es sich um ein Gerät mit einer ausreichenden Arbeitsleistung. Der Einsatz im Einzelbetrieb scheitert in vielen Fällen an zu hohen Kosten. In einer Maschinenkleingemeinschaft wird der Einsatz erst wirtschaftlich tragbar, wenn mindestens 2000 bis 2500 dz jährlich geschrotet werden. Gewisse Chancen eröffnen sich für die Maschine beim Einsatz durch Lohnunternehmer oder im Rahmen eines Mastringes. Außerhalb aller Wirtschaftlichkeitsüberlegungen wäre es denkbar, daß sich Landwirte zum Kauf eines solchen Gerätes entscheiden, da sie von der Leistung und den technischen Vorteilen, die diese Maschine bietet, eingenommen sind und sich unter Umständen für den einen oder anderen Betrieb dadurch günstigere Arbeitsverhältnisse ergeben.

Formstein-Silos müssen besser geschützt werden

Von Manfred Schurig, Weißenstephan

In den letzten Jahren hat die Entwicklung der Gärfutterbereitung in Hochsilos zu größeren Behältereinheiten geführt.

Die Nachfrage der landwirtschaftlichen Praxis nach Hochsilos ist unvermindert groß und wird auch in den nächsten Jahren anhalten. Zehn Kubikmeter Siloraum je Großvieheinheit (GV) werden als Nahziel angestrebt. Im Augenblick

sind im Bundesdurchschnitt jedoch erst etwa zwei Kubikmeter je GV vorhanden. Die große Nachfrage nach Hochsilos hat den Silobaufirmen eine Auslastung ihrer Kapazität bis an die Grenze des möglichen gebracht. Als Folge davon kann von einer soliden Bauausführung nicht immer gesprochen werden. Dabei ist es gleich, ob es sich um Firmen handelt, die Hochsilos aus Holz, monolithisch gegossenem Beton, Formsteinen oder anderen Baustoffen herstellen.

Wandlungen im Hochsilobau

Aus vielerlei Gründen hat sich der Formsteinsilo im Süd-deutschen Raum von jeher erheblich ausgebreitet. Der überwiegende Teil aller in dem Gebiet südlich der Donau errichteten Silos sind Formstein-Silos.

In früheren Jahren wurden zum Teil von den Landwirten nur die Formsteine gekauft und die Behälter selbst aufgemauert. Man hat diese Behälter vor allem in die Scheunen eingebaut. Sie standen dort geschützt von den Einflüssen der Witterung, und es war leicht möglich, einen gasdichten Abschluß mit Plastikfolien oder ähnlichem Material herzustellen. Auch ermöglichte die Dachkonstruktion den Einsatz des Greifers zur Beschickung und Entleerung der Behälter.

Der von der Wissenschaft aus Gründen besserer Silagequalität empfohlene Behälter (Verhältnis von Durchmesser zur Höhe wie 1:3) erlaubt es jedoch in der Mehrzahl aller Fälle nicht mehr, die Behälter in vorhandene Scheunenräume zu stellen. Der Silovorschlag "Weihestephan" hat neben anderen Vorteilen dazu beigetragen, daß es möglich wird, Hochsilos — auch Formsteinsilos — mehr als bisher im Freien aufzustellen, da die Betondecke ein kostspieliges Dach erübrigt. Die Verfütterung großer Silagemengen (30 kg je Tier und Tag) erfordern eine günstige Anordnung der Silos zum Futtertrog. Aus arbeitstechnischen Überlegungen heraus wird es notwendig, die Silos so aufzustellen, daß eine Futterachse entsteht, die später mechanisierbar ist, oder aber die Handverteilung des Futters ohne Anstrengung ermöglicht.

Außenschutz von Silos dringend erforderlich

Beobachtet man die in den letzten Jahren aufgestellten Formsteinsilos, die der Witterung ausgesetzt sind, so zeigen sich an der Außenwand Erscheinungen, die der dringenden Aufmerksamkeit bedürfen.

Die Formsteine, vor allen Dingen die Hohlformsteine, sind porös. Sie können deshalb erhebliche Mengen Wasser (Regenwasser) aufsaugen. Die Kalkausblühungen an vielen Formsteinsilos weisen deutlich darauf hin, daß sich der Stein mit Wasser vollgesaugt hat (Abb. 1). Dieses Wasser hat beim nachfolgenden Verdunsten den Kalk an der Betonstein-Oberfläche abgesetzt. Das Regenwasser dringt bis tief in die Steine ein. Kommt Frost hinzu, ist ein Sprengen der Steine kaum zu vermeiden. Solche Silos halten dann keineswegs 25 bis 30 Jahre, wie das die Betriebswirtschaftslehre annimmt. In verschiedenen Fällen konnte auch festgestellt werden, daß der Innenanstrich durch das von außen in die Silowand eingedrungene Wasser abgehoben wurde.

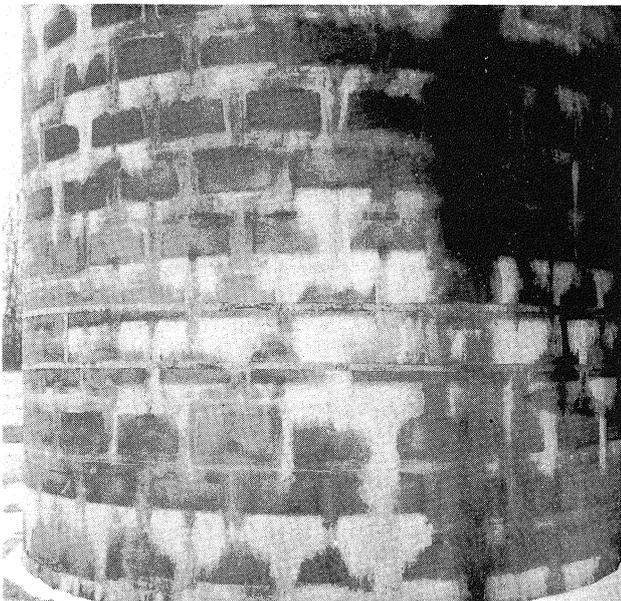
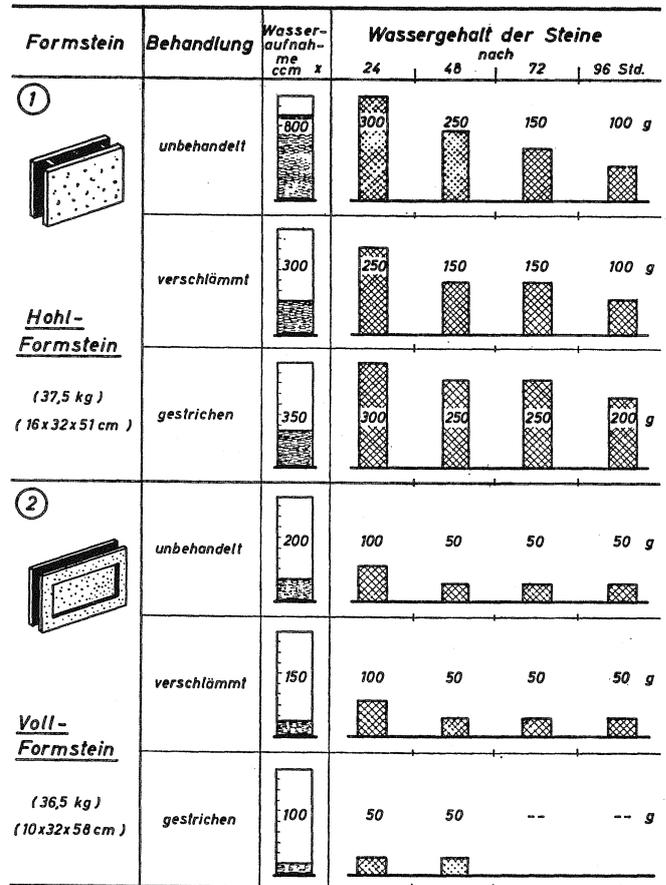


Abb. 1: In der Praxis oft zu beobachtende Kalkausblühungen an Hohlformstein-Silos. In die Steine eingedrungenes Regenwasser bringt auf seinem Weg nach außen bei der Verdunstung den ausgewaschenen Kalk mit



x Bespritzen mit 90 l in 10 min.

Abb. 2: Wasseraufnahme von Silo-Formsteinen

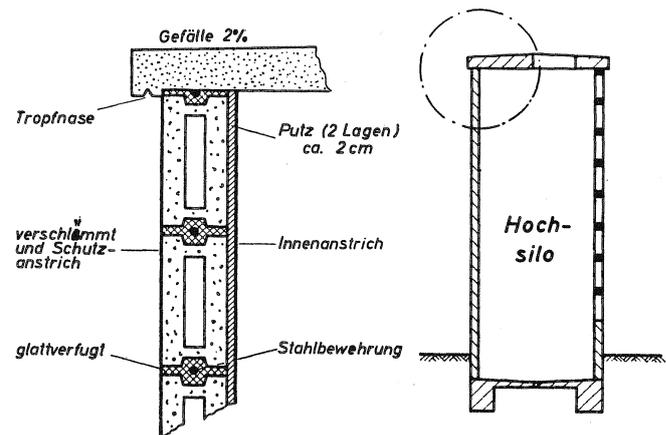


Abb. 3: Forderungen an Formstein-Silos zur Erhöhung der Lebensdauer

Es ist daher unbedingt notwendig, Formsteinsilos auch von außen her zu schützen, damit die Lebensdauer höher wird. Es muß also beim Formsteinsilo nicht nur auf den Innenschutz geachtet werden; besonderes Augenmerk erfordert der Außenschutz. Dies ist leider in den letzten Jahren in vielen Fällen übersehen worden.

In Weihestephan wurden verschiedene Versuche durchgeführt, welche die notwendigen Maßnahmen zum Schutz der Silo-Außenwand klarstellen sollten. Die Ergebnisse sind aus der Abbildung 2 zu entnehmen. Je drei handelsübliche Hohl- und Vollformsteine wurden 10 Minuten lang mit 90 l Wasser bespritzt. Die Steine waren im ersten Fall unbehandelt, so wie sie draußen in der Praxis verbaut werden; zum anderen von uns mit einer einfachen Zementmilch verschlämmt, im dritten Fall mit einem mineralischen Anstrich versehen. Der Hohlformstein hat bei diesem Versuch in

unbehandelter Ausführung 800 g Wasser aufgenommen. Der unbehandelte, von vornherein dichter gerüttelte Vollformstein dagegen nur 200 g. Dies ist daraus zu erklären, daß der Hohlformstein wesentlich poröser als der Vollformstein ist. Es wäre zu prüfen, ob es möglich ist, Hohlformsteine aus feiner gekörntem Material herzustellen und die Steine dichter zu rütteln, damit eine geschlossener Oberfläche entsteht. Solange das nicht möglich ist, kommt es darauf an, die Poren dieser Steine von außen möglichst weitgehend zu verschließen. Ein Verschlämmen der Hohlformsteine hat dabei den größten Effekt. Der mit Zementmilch verschlammte Stein hat, mit der gleichen Menge Wasser bespritzt, nur 300 g aufgenommen. Alleiniges Streichen des sehr porösen Hohlformsteines ohne vorheriges Verschlämmen bringt nur teilweisen Erfolg. Die Wasseraufnahme ist zwar geringer als beim unbehandelten Stein, jedoch gibt der Stein das aufgenommene Wasser zu zögernd wieder ab. Eine hier nicht gezeigte Kombination, verschlammten plus mineralischer Anstrich, erscheint uns daher als der geeignetste Weg, Formsteinsilos von außen zu schützen.

Vollformsteine sind günstiger

Wesentlich günstiger sieht es bei Vollformsteinen aus. Diese sind von vornherein an der Oberfläche weniger porös. Der unbehandelte Stein nimmt im Vergleich zum Hohlformstein nur ein Viertel des Wassers auf. Bei diesen Steinen kann man sich ein Verschlämmen ersparen. Es genügt, wenn der Silo von außen gestrichen wird. Der gestrichene Vollformstein hat 100 g Wasser aufgenommen; nach 48 Stunden wurde kein meßbares Restwasser im Stein ermittelt.

Welcher Anstrich kann empfohlen werden?

Aus dieser Darstellung wird deutlich, welchen Erfolg man durch einfache Außenbehandlung der Formsteine erzielen kann. Auf der Suche nach geeigneten Anstrichen wurden von uns verschiedene Mittel ausprobiert. Die besten Erfolge sind mit einem einfachen hydraulischen Steinmehl, welches einen wasserabweisenden Zusatz hat, erzielt worden. Dieses Material kann der Landwirt ohne weiteres selbst auf-

bringen und zwar entweder mit der Bürste oder der Kalkspritze. Der Materialpreis je Quadratmeter bei zweimaligem Anstrich beträgt etwa —,50 DM bis —,60 DM. Der Anstrich hält nach Aussagen der Hersteller etwa vier bis fünf Jahre. Nach dieser Zeit kann ohne weiteres mit dem gleichen Material wieder gestrichen werden. Wir selbst haben damit einen Behälter seit zwei Jahren geschützt und sehr befriedigende Ergebnisse gesammelt. Die sonst nach Regengüssen festzustellenden sehr feuchten Wetterseiten der Hochsilos waren bei den mit diesem Material behandelten Behältern in keiner Weise zu erkennen.

Wie man Formstein-Silos richtig baut

Aus diesen Beobachtungen und den in der Praxis gesammelten Erfahrungen ergeben sich eine Reihe von Forderungen, die unbedingt beim Bau von Formsteinsilos zu beachten sind (Abb. 3). Die Betondecke über dem Silo muß entsprechend weit über den Behälter hinausragen und mit einer Tropfnase versehen sein, damit verhindert wird, daß das Wasser, welches sich auf der Decke sammelt, direkt am Behälter nach unten laufen kann. Die Formstufen selbst müssen glatt verstrichen sein; der Innenputz wird in zwei Lagen aufgebracht. Von außen ist eine Verschlämmung in Verbindung mit einem einfachen Anstrich notwendig. Ist der Behälter von außen her geschützt, sollte man innen einen hochwertigen Anstrich aufbringen. Wird dagegen auf den Außenschutz des Behälters verzichtet, ist es durchaus möglich, daß teuerste Anstriche durch Eindringen von Außenwasser abgehoben werden.

Es wäre sehr bedauerlich, wenn die mit soviel Schwung eingeleitete Hochsilobewegung durch mangelhafte Behältergestaltung Rückschläge erleiden würde. Die Arbeitsverfahren zur Silobefüllung und Entleerung sind heute technisch fast vollendet und haben auf Grund ihres arbeitssparenden Effektes weitgehend Eingang in die Praxis gefunden. Es kommt nun darauf an, dem Landwirt Behälter zu bauen, mit denen er über Jahrzehnte hinaus gutes Futter konservieren kann. Der Landwirt selbst kann nicht die ganzen Probleme des Bautenschutzes kennen. Die Silobaufirmen tragen hier eine besondere Verantwortung.

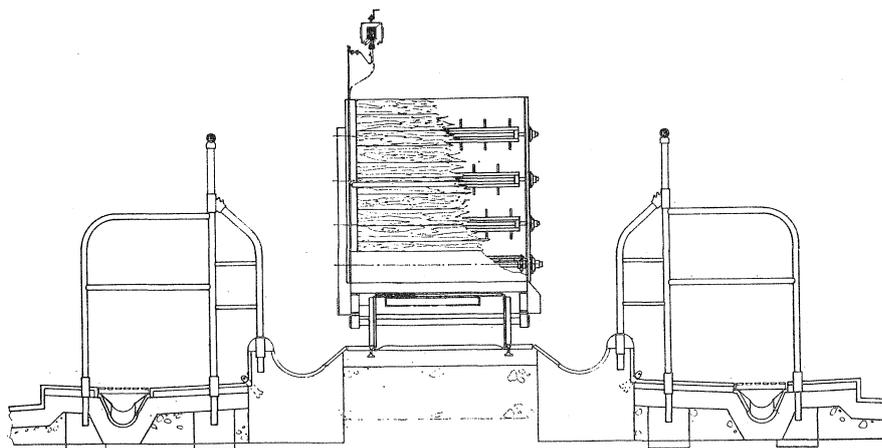
Selbstfahrender Futterverteiwagen

Zu einer Neuheit (siehe Titelbild) aus der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik in Weihenstephan. Ein Mitarbeiter dieses Instituts, Alois Weidinger, berichtet darüber wie folgt:

„Im Gegensatz zu den Vereinigten Staaten haben sich mechanische Gärfutterverteilanlagen bei uns nur sehr zö-

gernd eingeführt. Der Hauptgrund liegt wohl darin, daß sämtliche bisher zu diesem Zwecke angebotenen Geräte im allgemeinen nur in Laufstallungen wirklich sinnvoll eingebaut werden konnten. Da aber bei uns noch immer über 90 Prozent aller Rinder im Anbindestall gehalten werden, mußte der größte Teil unserer rinderhaltenden Be-

triebe bei der Handverteilung bleiben. Aufgrund der Erkenntnisse eines vom KTL finanzierten Forschungsvorhabens über mechanische Futteranlagen wurde von der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik in Weihenstephan ein selbstfahrender Futterverteiwagen in verkleinerter Ausführung. Die von den Verteilerwalzen abgefräste Silage fällt auf ein Querförderband, das wahlweise links oder rechts das Futter in den Trog befördert. Durch einen stufenlos regelbaren Vorschub des Kratzbodens läßt sich bei Silomais mit 25 Prozent Trockenmasse und voller Wagenausladung die Auswurfmenge zwischen 0 und 8 kg/sec regulieren. Bei einer gewählten Vorfahrtsgeschwindigkeit von 0,5 m/sec oder 1,8



Futterverteiwagen

Neuartiger Futterverteiwagen (Schnittzeichnung)

km/st ist die pro Meter Troglänge abgeworfene Futtermenge zwischen 0 und 16 kg einzustellen.

Bei zweimaliger täglicher Fütterung ist diese Auswurfmenge für den Anbindestall völlig ausreichend, durch mehrmaliges Befahren des gleichen Trogabschnittes kann bei Bedarf jedoch die zugeteilte Menge beliebig erhöht werden. Die Abmessungen dieses Wagens sind: 245 cm lang, 125 cm breit, 145 cm hoch, so daß das Fassungsvermögen des Wagens 2,2 cbm oder ca. 700 kg Mais oder 550 kg Anwelksilage beträgt. Bei zweimaliger Fütterung reicht diese Menge für jeweils rund 50 Kühe bei 30 kg Tagesration aus. Bei Jung- oder Mastrindern mit entsprechend kleinerer täglicher Futteraufnahme können selbstverständlich mehr Tiere mit einer Wagenladung versorgt werden. Bei kleineren Beständen besteht dagegen die Möglichkeit, den Wagen bereits mit der für den ganzen Tag benötigten Futtermenge zu befüllen.

Den Antrieb der Verteilorgane und des Kratzbodens übernimmt ein Elektromotor (1,1 kW). Die Stromzuführung erfolgt durch eine vierpolige, im Gewerbebereich bereits bewährte, feuchtraumgeeignete Kunststoffschleifleitung, die bei Drehstrom mit 380 Volt bis zu 16 Amp. belastet werden kann. Diese Kunststoffschleifleitung kann aber nur in Stallungen verwendet werden, in denen nur Silage verfüttert und kein Stroh eingestreut wird. Bei der in den meisten Betrieben üblichen Anwendung von Heu und Stroh sind in Schienen oder an einem Drahtseil geführte Hängekabel vorgeschrieben.

Das Fahrzeug selbst läuft auf einem Rollwagen-Fahrgestell, auf den Futtergängen sind dazu passende Geleise eingebetont. Der Fahrtrieb erfolgt durch einen zusätzlichen Getriebemotor von 0,37 kW oder 0,5 PS. Durch einen Wendeschalter kann vor- und

rückwärts, jeweils mit 0,5 m/sec, gefahren werden. Der Fahrwerksmotor befindet sich unter der Ladefläche, ein gummibereiftes Antriebsrad ist an den Getriebemotor angeflanscht. Durch das Besteigen eines Trittbrettes wird das gummibereifte Antriebsrad mit dem dreifachen Gewicht der Bedienungs-person zu Boden gedrückt. Dadurch kann weich angefahren werden und beim Verlassen des Trittbrettes bleibt auch bei eingeschaltetem Fahrtrieb der Verteilwagen sofort stehen.

Dieses Gerät erscheint als eine echte Mechanisierungsmöglichkeit für alle die Betriebe, die von der Betriebs- und Bestandsgröße her den etwa erforderlichen Investitionsbedarf von ca. DM 4500 bis 5000 betriebswirtschaftlich vertreten können, wo aber die bisher angebotenen Geräte aufgrund betriebsbedingter Verhältnisse oder baulicher Gegebenheiten nicht eingesetzt werden können. Dieser selbstfahrende Futterverteiler hat große Chancen, auf breiter Basis in Rinderbestände über 30 GV Eingang zu finden, da er sich den vielseitigen Einsatzbedingungen von allen angebotenen Geräten am besten anpassen kann.

Ein wesentlicher Vorteil gegenüber den bisherigen Futterverteilanlagen ist der, daß auch Hand-, Greifer- oder Frontladerbeschickung möglich ist. Für die praktische Verwendbarkeit am bedeutendsten aber ist wohl der Umstand, daß in jedem beliebigen Trogabschnitt die notwendige Futtermenge je nach Gewicht und Aufnahmevermögen des Viehs genau zugeteilt werden und daß auch in nicht belegten Trogabschnitten die Futterzuteilung abstellbar ist.

Für den Einsatz dieses Wagens müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Das zur Verfütterung bestimmte Rauhfutter (Silage, Heu, Stroh) muß

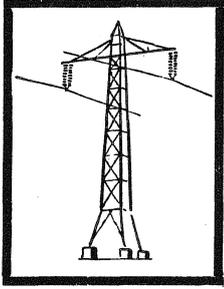
gehäckselt sein. Die Anforderungen an die Häcksellänge sind jedoch nicht so hoch wie bei Unten- oder Obenfräsen. Mit zunehmender Häcksellänge steigt jedoch der Leistungsbedarf und nimmt die Verteilgenauigkeit ab.

2. Die Gebäudezuordnung und Geländeausformung müssen so beschaffen sein, daß eine möglichst ebene und geradlinige Bahn zwischen Silos und Futterachse hergestellt werden kann, wobei Stromschiene und Hängekabel auch im Freien verlegt werden dürfen. Auf event. vorhandene Hofdurchfahrten ist jedoch zu achten.

3. Der Futtergang muß möglichst höher liegen als die Futterkrippe, so daß eine seitliche Hochförderung des Futters vermieden werden kann (Plan-skizze).

4. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist bei einem unterstellten Stundenlohn von 4 DM ein Mindestbestand von 25 Kühen oder 30 Rinder GV erforderlich, um die Rentabilität dieser Anschaffung zu gewährleisten. Wird jedoch berücksichtigt, daß dieser Futterwagen auch von einem Schulkind und das sicherlich mit Freude, bedient werden kann, so ist im Einzelfalle auch bei kleineren Beständen diese Anschaffung zu vertreten.

Bei einer auf den bisherigen Erfahrungen mit dem Futterwagen aufbauenden Gesamtbeurteilung darf festgestellt werden, daß der technische Aufwand und die Betriebsweise dieses selbstfahrenden Futterverteilers in vielen mittleren und größeren Milchvieh- und Mastbetrieben ein echtes Hilfsmittel zur Rentabilitätssteigerung und Arbeitserleichterung darstellen können. Das Interesse der Praxis an diesem Wagen wurde damit am besten bekundet, daß sich ein bekannter bayrischer Landmaschinenhersteller zum serienmäßigen Bau dieses Futterwagens entschlossen hat.“



Elektrizitätsanwendung auf dem Lande

Vorteilhafte Melkstandheizung

Ein Melkraum, der den Melkstand umschließt, ist während des ganzen Jahres ein feuchter Arbeitsplatz, der trotz Lüftung selten oder nie austrocknet. Für die Sauberhaltung des Raumes, Reinigung der Melkeinrichtungen, Euterwäsche usw. wird viel Wasser verwendet, das im Sommer zwar wohlthuende Kühle, im Herbst, Winter und Frühjahr aber feuchte Kälte mit sich bringt, die auf die Dauer gesundheitsschädigend wirken kann. Gummistiefel und Gummischürze reichen nicht aus, Melker oder Melkerin vor Erkältung und Unterkühlung zu schützen. Im Verlauf der Melkarbeit ist es unvermeidbar, sich an die Betonwände des Melkflures anzulehnen, wodurch besonders Unterleib und Knieen Wärme entzogen wird. Die Bedingungen für gute Arbeitsleistungen sind daher ungünstig. Unabhängig davon sind auch die Pulsatoren der Melkzeuge kälteempfindlich; sie benötigen gewisse Mindesttemperaturen für einwandfreies Funktionieren. Günstiger liegen die Verhältnisse im Melkstand, der in einem planbefestigten oder mit Spaltenboden ausgelegten Laufstall mit Liegebuchten eingerichtet ist. Die beim Melken im Stall befindlichen Kühe geben zwar gewisse Wärmemengen ab, die aber ebensowenig ausreichen, um für den Melker eine günstige Arbeitstemperatur zu schaffen, wie die Wärme der Kältemaschine, die bei der Milchkühlung frei wird. In diesen Fällen wird sich die Heizperiode zwar verringern, aber sie bleibt trotzdem wünschenswert. Das größere Raumvolumen des Stalles ist im

Vergleich zum Melkraum in der Lage, mehr Feuchtigkeit aufzunehmen und zur Austrocknung des Melkstandes beizutragen.

Wärmebedarf des Melkstandes

Optimale Aufenthaltsbedingungen für Mensch, Tier und Technik in der kalten Jahreszeit zu schaffen und gleichzeitig den hohen Feuchtigkeitsgrad zu verringern, sind vordringliche Aufgaben einer praktischen Melkstandheizung. Der Melker soll sich bei der Melkarbeit wohlfühlen; sie soll nicht mit kalten Füßen und klammen Fingern verrichtet werden müssen. Der Wärmebedarf eines Melkraumes oder Melkstandes wird um so geringer sein, je geschützter seine Lage ist. Von Wirtschaftsräumen umbaute Melkräume benötigen wesentlich weniger Wärmezufuhr als freistehende Melkhäuser. Trotzdem treten Wärmeverluste durch Wände, Fenster und Türen auf, die entsprechend der Melkstandform und der damit verbundenen Kuhzahl bei öfterem Kuhwechsel recht ansehnlich sein können.

Die günstige Melkstandtemperatur gleicht der des Anbindestalles mit 8-12°C und sollte auch bei starkem Frost stets über +5°C liegen*). Sinkt die Temperatur unter diesen Wert, dann wird die Zufuhr künstlicher Wärme erforderlich. Der Wärmebedarf je Stunde sollte mindestens mit 25 kcal/cbm angesetzt werden. Dar-

*) Garben, R.: Melkstandanlagen, Milchpflgeräume, ALB Schriftenreihe, Heft 15/1961, S. 26/27

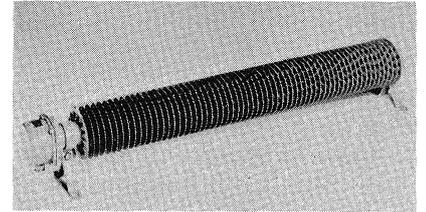


Bild 1
Für die Melkstandbeheizung verwendetes Rippenheizrohr mit 1 kW Heizleistung, etwa 60 cm lang und 20 cm hoch

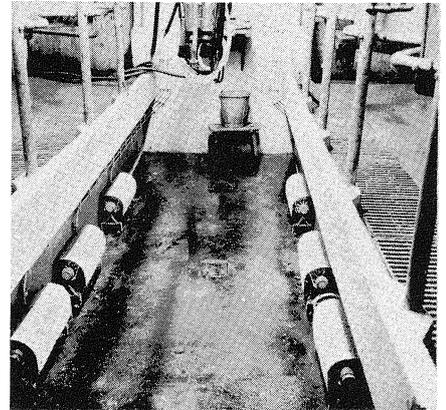


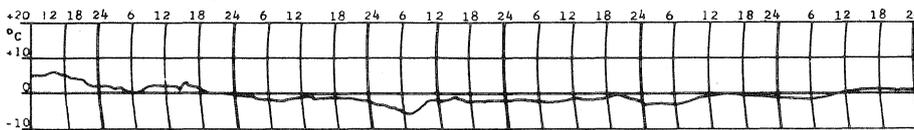
Bild 2
Anordnung von 6 Rippenheizrohren in einem Fischgräten-Melkstand. Nachträglicher Einbau ist in jedem Melkstand möglich

aus errechnet sich für unterschiedlich große Melkräume der entsprechende Wärmebedarf, z. B. von 1500 kcal je Stunde für einen Melkraum von 60 cbm. Werden 25 kcal/cbm gleichgesetzt mit 0,03 kW, dann werden für 60 cbm etwa 2,0 kW und für 100 cbm rund 3,0 kW benötigt.

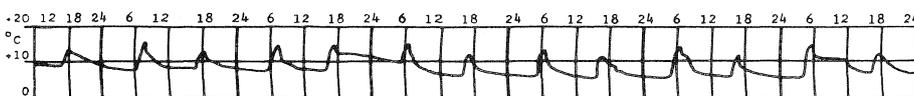
Auswahl der Heizform

Feste und flüssige Brennstoffe werden für die Beheizung von Melkstandanlagen aus Sicherheitsgründen nur dort infrage kommen, wo der Anschluß an eine schon vorhandene zentrale Heizanlage möglich ist. In solchen Fällen würde die Melkstandheizung als Nebenleistung zu werten sein. Ein besonderer Arbeits- und Materialaufwand könnte sich dadurch ergeben, daß im Jahresablauf die Melkstandheizung früher benötigt wird und später aufhört, also von längerer Dauer ist als die Beheizung von Wohn- und Wirtschaftsräumen landwirtschaftlicher Betriebe im allgemeinen.

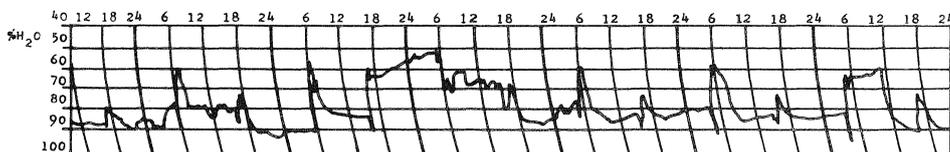
Außen-Temperatur (vom 11.3. - 18.3.66)



Innen-Temperatur (vom 11.3. - 18.3.66)



Luftfeuchtigkeit innen (vom 11.3. - 18.3.66)



Temperatur und Luftfeuchte in einem 2 x 3 Fischgrätenmelkstand

Vorteilhafte Melkstandheizung

Daher werden für diesen Zweck am ehesten elektrische Heizgeräte Verwendung finden. Sie werden steckerfertig geliefert, sind also stets betriebsbereit; die Handhabung ist leicht, Wartung und Pflege sind unerheblich. Der Stromverbrauch ist im Vergleich zu der hohen Heizleistung und den beim Melken verhältnismäßig kurzen Einschaltzeiten relativ gering. Das ist wichtig, da der verbilligte Nachtstrom nicht verwendet werden kann. Trotzdem liegen Kapitalbedarf und Betriebskosten niedrig, gemessen an der Belastung je Liter Milch.

Heizlüfter und Heizstrahler haben nicht den Erfolg gebracht, den man erwartet hatte. Außerdem besteht bei diesen Geräten Unfallgefahr dadurch, daß man mit einem Wasserstrahl in die eingeschalteten Geräte spritzt. In den Boden verlegte Heizkabel und Heizleitungen können bei entsprechender Heizleistung zwar den Fußboden anwärmen und z. B. bei Ferkelaufzucht gute Dienste leisten, aber diese Wärme reicht nicht aus, um die Gummistiefel des Melkers zu durchdringen und die Füße zu erwärmen. Unabhängig davon müßte eine solche Heizung ständig unter Strom stehen, wodurch die Betriebskosten sehr verteuert würden. Die Forderungen nach einer zuverlässigen und leistungsfähigen Heizung werden in idealer Weise von Rippenheizrohren erfüllt (Bild 1), die eine wirkungsvolle Melkstandheizung gewährleisten. Da diese Heizkörper auf Grund ihres geringen Gewichtes leicht transportabel sind, besteht ferner die Möglichkeit, sie auch anderweitig zu verwenden. Ueber erste Einsatzergebnisse wird hier berichtet.

Rippenheizrohre als Wärmequelle

Für die Beheizung eines Doppeldreier-Fischgräten-Melkstandes wurden 6 Rippenheizrohre mit einer Heizleistung von je 1 kW installiert. Die Montage der Heizrohre ist einfach, sie können am Fußboden oder an der Wand befestigt werden. In unserem Fall wurden sie auf dem Melkflur links und rechts aufgestellt

(Bild 2). Es hat sich als günstig erwiesen, die Rohre nicht am Boden festzuschrauben, sondern sie nur lose hinzustellen. Sie können dann bei Reinigungsarbeiten leicht verschoben werden oder sind für andere Räume benutzbar.

Gegen die im Melkstand auftretende Feuchtigkeit und Spritzwasser sind die Rippenheizrohre unempfindlich. Sie enthalten in einem stabilen Stahlrohr die Heizwiderstände. Die aufgeschweißten Rippen bewirken eine gute Wärmeabgabe an die umgebende Luft. Da die Rippen eine Oberflächen-Temperatur von etwa 150° annehmen, wurden sie zusätzlich durch Verkleidungsbleche aus Streckmetall geschützt.

Versuchsanstellung und Ergebnisse

Im Zeitraum vom 8. 2.-23. 3. 1966 wurden 75,7 kW/h verbraucht. Aufgrund der milden Witterung des vergangenen Winters reichten 2 Rippenheizrohre aus, um während der Versuchsdauer die gewünschte Temperatur im Melkstand in kurzer Zeit zu erzielen.

Es hat sich als gut erwiesen, die Rippenheizrohre so zu schalten, daß entsprechend der Außentemperatur jeweils 2, 4 oder 6 Rohre für die Heizung benutzt werden konnten. Zusätzlich kann eine Schaltuhr dazu dienen, die Heizung zu einer gewünschten Zeit ein- bzw. auszuschalten. Der Melkraum kann auf diese Weise etwa ½ Stunde vor Beginn der Melkzeit beheizt werden.

Ein Thermohygrograph wurde zur Feststellung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit für die Dauer der Versuche über dem Melkflur aufgehängt. Ein gleiches Gerät wurde außen zur Ermittlung der Außentemperatur aufgestellt. Ausschnitte aus den Meßergebnissen sind auf Bild 3 wiedergegeben. Daraus ist ersichtlich, wie schnell die Temperatur im Melkstand durch das Einschalten von nur 2 Heizrohren von etwa +7° C auf etwa +14° C erhöht wurde. Für die Nachmittagsarbeit war das Einschalten der Heizung nicht immer notwendig.

Kapitalbedarf und Kosten der Heizanlage

1. Materialkosten

4 Rippenheizrohre à 80,—	DM 320,—	DM
1 Schalter 2-fach	60,—	DM
2 Sicherungsautomaten à 10,—	DM	20,—
Kabel, Klemmen, Dosen usw.	60,—	DM
Verkleidungen	15,—	DM
Summe:	475,—	DM

2. Festkosten pro Jahr

Abschreibung (6,7%)	31,60	DM
Reparaturen pro Jahr	5,—	DM
Verzinsung 3,5%	16,60	DM
Summe:	53,20	DM

3. Betriebskosten

während des Versuchszeitraumes (42 Tg.)		
Stromverbrauch 75,7 kW/h,		
à -,11 DM =	16,65	DM
durchschnittliche Stromkosten pro Tag -,40 DM		

Da auf Grund des vergangenen milden Winters die gemessenen und errechneten Werte zu Kosten führen, die wahrscheinlich unter den normalerweise üblichen Kosten liegen, erscheint es angebracht, die Stromkosten je Tag mit -,80 DM anzusetzen. Für eine Heizperiode von 6 Monaten (Oktober bis März) sind das 144,— DM Stromkosten.

Hinzu kommen die Festkosten mit 54,— DM. Gesamtkosten pro Jahr 198,— DM.

Diese 198,— DM verteilen sich auf die Jahres-Milchmenge bei 25 Kühen von 105 000 Ltr. in unserem Fall und ergeben eine Belastung von 0,2 Pfg. je Ltr. Milch. Bei kleineren oder größeren Beständen und der Verwendung von 2 bzw. 6 Rippenheizrohren liegt die Belastung pro Liter Milch etwa in gleicher Höhe. Die elektrische Beheizung von Melkständen ist technisch einfach lösbar. Die Kosten erscheinen tragbar.

Der vorliegende Beitrag soll den Landwirten Anregung geben, die sich mit dem Gedanken tragen, den Melkraum zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen mit einer Heizung zu versehen.

Die Grenzen des Ladewageneinsatzes

Von Alois Weidinger, Weihenstephan

Der Ladewagen ist zur erfolgreichsten Landmaschine dieses Jahrzehnts geworden. Innerhalb von vier Jahren sind über 150 000 Ladewagen verkauft worden, und es ist zu erwarten, daß bis Ende 1967 etwa 200 000 Ladewagen in der bundesdeutschen Landwirtschaft eingesetzt werden. Frei nach einem häufig gebrauchten Wort, nach dem all das auf die Dauer sich als richtig erweist, was spontan von einer großen Zahl von Landwirten aufgegriffen wird, scheinen diese Zahlen tatsächlich ein zugkräftiges Argument für den Ladewagen zu sein. Mehrere hunderttausend zu Unrecht gebaute und verkaufte Kleinschlepper, die als die folgenschwerste Fehlentscheidung der landtechnischen Entwicklung der Nachkriegszeit anzusehen sind, widerlegen dieses Argument jedoch gründlich.

Diese Überlegungen werden deshalb an den Beginn einer Abhandlung über die Grenzen des Ladewageneinsatzes gestellt, um zu zeigen, daß die Aufnahme einer neuen Maschine in der Praxis noch keinen stichhaltigen Beweis für die Zweckmäßigkeit dieses Gerätes im Betrieb des Käufers erbringt. Vielmehr scheint mir aus der Gegenüberstellung dieser landtechnischen Tatsachen die Frage angebracht, ob die Praxis bei Mechanisierungsentscheidungen nicht häufig überfordert ist. Wissenschaft und Beratung sollten daher vorbehaltlos die eigenen Standpunkte in einer umfassenden Zusammenschau an der voraussichtlichen Gesamtentwicklung der Landwirtschaft orientieren und sich dann erst, wenn dies vertretbar erscheint, die Argumente der Praxis zu eigen machen. Hier wird daher versucht, die Beweggründe der Praxis für den Erwerb eines Ladewagens zu verstehen, jedoch auch die Grenzen aufzuzeigen, die dieser Maschine in vielfacher Hinsicht gesetzt sind.

Die Landwirte haben den Ladewagen als ein Gerät gekauft, das durch seine Ladeleistung besticht, das es erlaubt, Grünfütter, Anwelksilage, Heu und Stroh, ohne abzusteigen und ohne die geringste Anstrengung schnell vom Felde bis zum Hof zu transportieren. Der Ladewagen ist funktionssicher und wenig wartungsbedürftig. Einer der Hauptgründe für die hohen Verkaufsziffern des Ladewagens dürfte aber der sein, daß seine Anschaffung überschaubar ist und er für sich allein zum Laden, Transport und Abladen eine voll funktionfähige Einheit darstellt, die zunächst keinerlei Voraussetzungen oder Folgegeräte zu fordern scheint.

Die hauptsächlich mit dem Ladewagen in Konkurrenz stehende Maschine, der Feldhäcksler, stellt dagegen von vorneherein hohe Anforderungen an die Organisation der Futterwirtschaft, an die vorhandenen Schlepper-PS und an die Folgemechanisierung mit entsprechenden Wagen- und Häcksselfördereinrichtungen. Da diese Überlegungen beim Feldhäckslerkauf auch häufig erst zu spät angestellt wurden, waren als Verkaufsargumente für den Ladewagen im Norden und Süden des Bundesgebietes genügend Beispiele anzuführen, in denen die Häckselkette alles andere als die wichtigste und richtigste Voraussetzung für die angestrebte Vollmechanisierung war.

Auch darf nicht übersehen werden, daß eine mit der Häckselkette erreichbare Vollmechanisierung, ja Automatisierung, auf der zweifelsohne fütterungstechnisch vorteilhaften Konzeption der starken Silagegewinnung mit zehn und mehr Kubikmeter Siloraum je Großvieh-Einheit (GV) aufgebaut ist. Wenn aber festgestellt werden muß, daß derzeit je GV erst 2,5 cbm Siloraum zur Verfügung stehen, so wird klar, daß der Großteil des Futters entweder frisch oder als Heu geborgen wird. Zu beiden Arbeiten eignet sich jedoch der Ladewagen zumindest ebenso gut wie der Feldhäcksler.

Wenn aber unsere Fütterungsempfehlungen, und das scheint ja richtig zu sein, in der Zukunft auf eine starke Intensivierung der Gärfutterbereitung hinwirken, dann werden auch

die kleineren Betriebe sich mit der Ernte, dem Transport, der Entnahme und Verteilung von 200 und mehr Kubikmeter Silage beschäftigen müssen. Hier beginnen aber die Zweifel, ob dazu die sich abzeichnenden Ladewagenverfahren zweckmäßig und zukunftssicher sind.

Wichtige Grenze: die Silomaisernte

Obwohl der Ladewagen in Süddeutschland seine größte Verbreitung gefunden hat, sollte gerade hier in immer mehr Betrieben und in größerem Umfang eine Futterpflanze anzubauen und zu ernten sein, für die der Ladewagen so gar nicht geschaffen zu sein scheint, nämlich für den Silomais. Dieser erfordert in jedem Fall, ob er zur Grünfütterung oder zum Silieren geerntet wird, ein exaktes Häckseln, sei es aus gär- oder aus fütterungstechnischen Gründen. Das zu diesem Zweck häufig verwendete Verfahren, den Mais mit dem Ladewagen mit Schneideeinrichtung zu ernten und ihn anschließend mit einem Standhäcksler zu zerkleinern, ist verfahrenstechnisch unbefriedigend gelöst: Wird nämlich der Silomais vom Schneidwerk des Ladewagens nicht stark vorgeschritten, so läßt sich das sperrige Gut nur mühsam dem Häcksler zuführen; wird der Mais dagegen vom Ladewagen bereits relativ kurz angeliefert, wie es tatsächlich einige Fabrikate fertigen, dann leidet durch viele querliegende Stengel und Blätter die Häckselqualität des nachfolgenden Exakthäckslers darunter.

Bei dieser sogenannten gebrochenen Ladewagen-Häcksellinie geht aber ein wesentlicher Vorteil des Ladewagens, nämlich die Schnellentleerung am Hof und damit die weitere Ladeverfügbarkeit, verloren. Was beim Beladen des Wagens auf dem Feld beispielsweise gegenüber dem Feldhäcksler gewonnen wird, geht nun als Standzeit vor dem Gebläsehäcksler wieder mehr als verloren. Außerdem scheint man zu übersehen, daß bei gleichem Durchsatz die Leistungsanforderungen beim Gebläsehäcksler fast doppelt so hoch liegen, wie beim Feldhäcksler. Dies ist ganz einfach damit zu erklären, daß mit der Schwadzuführen oder mit dem Maisgebiß eine Kontinuität der Beschickung erreicht wird, wie sie auch bei kurz geschnittenem Ladewagengut unter großer Anstrengung der Bedienungsperson von Hand unmöglich ist. Die zum Ladewagen angebotenen Dosiereinrichtungen haben, ganz abgesehen vom Preis, bisher jedoch nicht befriedigen können. Wenn man am Feldhäcksler den hohen Leistungsbedarf kritisierte, statt dem Übel generell zu Leibe zu rücken und zu erkennen, daß viele Schlepper-PS auch bei anderen Arbeiten Leistungssteigerung und Risikominderung bedeuten, so scheint man diesen Umstand beim Gebläsehäcksler zu übersehen. Auch scheint man nicht beachtet zu haben, daß zwischenzeitlich die Feldhäcksler wesentlich funktionssicherer und einfacher in der Bedienung geworden sind (Schleifvorrichtungen, Walzenrücklauf und ähnliches). Aber selbst wenn man unterstellt, daß die jetzt immer mehr angebotenen Dosiereinrichtungen dem Gebläsehäcksler auch mehr oder weniger vorgeschrittenes Anwelkgut bei vertretbarem Leistungsaufwand einigermaßen gleichmäßig zuteilen, so ist weder vom Kapitalbedarf her, wie aus einer späteren Aufstellung hervorgeht, noch verfahrenstechnisch irgendeine Vereinfachung gegenüber einem Feldhäckslerverfahren mit Automatikwagen festzustellen.

Funktionelle Grenzen des Ladewagens

Beim Silomais wird deutlicher als bei allen anderen Futterarten sichtbar, daß die Vorteile, die der Ladewagen auf dem Feld bringt, bei der Weiterverarbeitung des Ladegutes auf dem Hof wieder meist mehr als aufgewogen werden. Durch immer aufwendigere und kompliziertere Schneidwerke wird versucht, das sperrige Langgut in rieselfähiges Kurzgut um-

zuwandeln, um diesen von Herstellern und Landwirten längst erkannten Engpaß zu überwinden. Durch diese Schneidwerke sinken aber die Ladeleistungen und es steigt der Kraftbedarf (Abb. 1). Durch Messungen wurde festgestellt, daß der Feldhäcksler für eine Häcksellänge von 100 mm wohl etwas mehr PS braucht als der dabei bestgeeignete Schneidladewagen bei einer Schnittlänge von 130 mm. Der Grund liegt darin, daß der Feldhäcksler wirklich jeden Halm durchschneidet und beim Laden das Gut höher beschleunigen muß als der Ladewagen. Interessant ist aber, daß die verschleißfördernden Leistungsspitzen mit denen des Feldhäckslers bei gleichen Ladeleistungen weitgehend übereinstimmen.

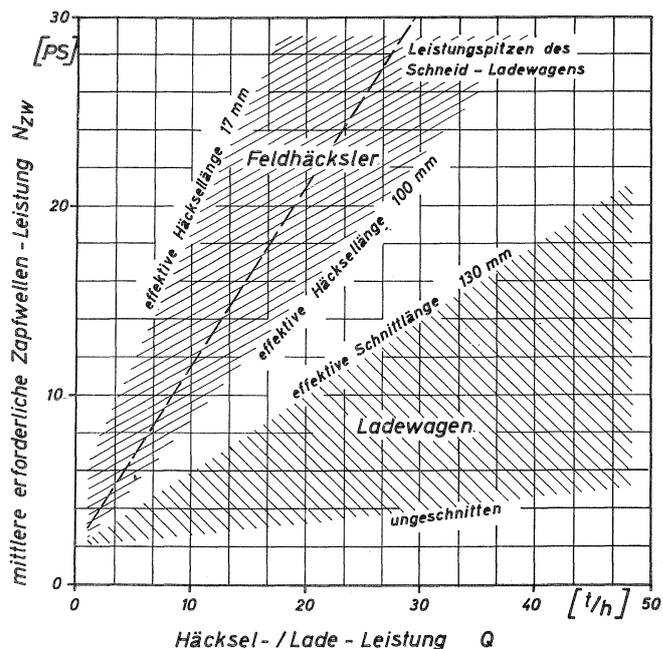
Wenn nun bereits von drei Herstellern, darunter der erfolgreichste Ladewagenproduzent, Ladewagenprototypen gezeigt werden und bei Vorführungen reges Interesse vorfinden, bei denen das Schneidwerk durch einen exakt schneidenden Feldhäcksler ersetzt wurde, dann scheint sich der Kreis vom Ladewagen über den Gebläsehäcksler zum Feldhäcksler hin wieder zu schließen. Eine generelle Forderung ist bestätigt: Wenn gehäckselt werden muß, dann sollte das gleich am Beginn der Kette mit dem exakt schneidenden Feldhäcksler geschehen (Abb. 2).

Der Ladewagen bringt nämlich nur dort wirkliche Vorteile, wo die Schnellentleerung ausgenutzt werden kann oder das Gut lang oder kaum vorgeschritten mit dem Greifer weiterverarbeitet wird. Auch beim täglichen Futterholen bestehen durch die schonende Futterbehandlung und die Möglichkeit einer selbsttätigen, auseinandergezogenen Futterablage auf dem durchfahrbaren Futtergang Vorteile gegenüber dem Feldhäckslerverfahren. Bei vorgeschrittenem Heu kann bei kleineren Mengen auch die Gebläsezuteilung empfehlenswert sein.

Wird aber nun das mit dem Ladewagen geerntete und mit dem Greifer ein- und ausgelagerte Langgut auf seinem weiteren Weg durch den ganzen Betrieb beobachtet, so finden wir bei Ladewagengut immer wieder Handarbeit, wo Häckselgut kontinuierlich bis zum Verbrauchsort selbsttätig fließen kann — freilich mit einem meist höheren Kapitalaufwand als bei der Langgutkette. An Hand einiger Bilder soll nun aufgezeigt werden, in welchen Punkten die Häckselkette gleiche Arbeit eleganter bewältigt als die Langgutkette.

Das Silobefüllen mit dem Einseilschienengreifer ist anstrengend. Am besten wird die Greiferzange von zwei Personen bedient (Abb. 3). Häckselgut kann vom Automatikwagen vollautomatisch in das Silo befördert werden (Abb. 4). Die Bedienungsperson hat hier nur Überwachungsaufgaben. Beim Entnehmen des Futters aus dem Silo muß bei jeder Entnahme der Behälter bestiegen werden, selbst wenn der teure Selbstgreifer benutzt wird (Abb. 5). Die Bedienungsperson muß technisch mindestens genauso versiert sein wie der Besitzer einer automatischen Oben- oder Untenfräse (Abb. 6). Dessen technisches Können wird aber nicht bei jeder Futterentnahme gefordert, sondern im Normalfall braucht dieser nur die Fräse ein- und auszuschalten, und es steht Silage in einem kontinuierlichen Fluß zur Verfügung.

$$\text{Zapfwellenleistung} = f(\text{Häcksel-Ladewagen})$$



Material: Luzerne (2. Schnitt)
Trockenmasse: 20 - 30 %

Abb. 1: Zapfwellenleistungsbedarf von Feldhäcksler und Ladewagen



Abb. 2: Schlepper und Ladewagen bilden eine kurze und wendige Einheit und erfordern normalerweise kein Umhängen. Diese Vorteile hat auch der abgebildete Häckseladewagen. Das Ladegut ist aber hier bereits gehäckselt und kann ohne Dosiereinrichtung vollmechanisch einem Gebläse oder Förderband zugeführt werden. Mit dieser Arbeitskette läßt sich bis zu einer Futterfläche von etwa 20 ha die Futter- und Strohernte mit dem geringsten Kapitalaufwand voll mechanisieren

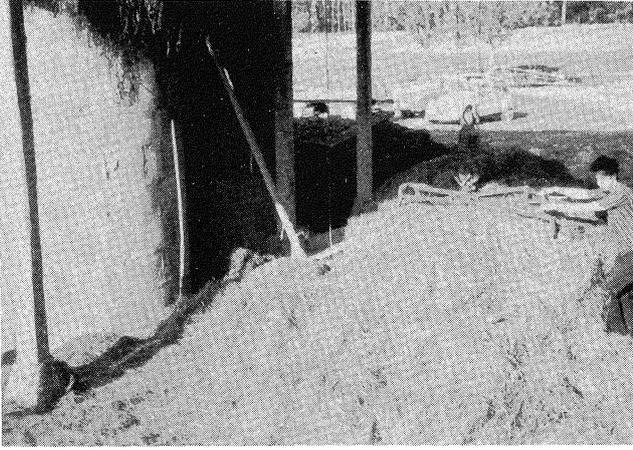


Abb. 3: Mit Langgut gibt es keine vollmechanischen Verfahren, die bis zum Futtertrog reichen. Schon bei der Einlagerung von Anweilsilage oder Heu muß mit dem Einseilgreifer von einer Bedienungsperson schwere Handarbeit geleistet werden

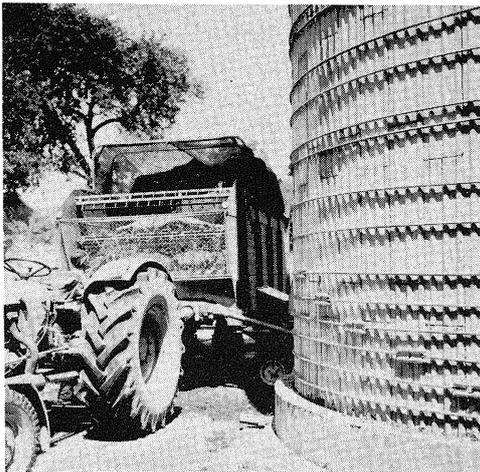


Abb. 4: Mit Automatikwagen und Gebläse oder Förderband können ohne Handarbeit hohe Verfahrensleistungen erzielt werden, wobei in Betrieben mit nicht ausreichender Stromversorgung oder zu wenig Schleppern das Gebläse gleichzeitig mit dem Automatikwagen vom Transportschlepper angetrieben wird, wie das Bild zeigt

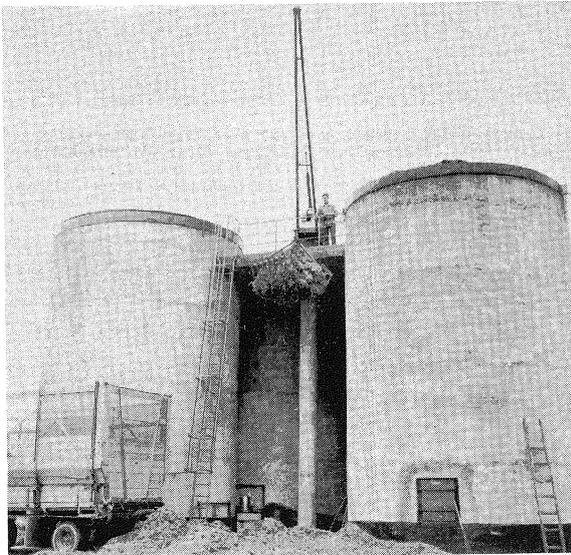


Abb. 5: Bei der Silageentnahme auch mit dem Elektroselbstgreifer muß jedesmal der Behälter bestiegen werden, wenn entnommen werden soll. Bei der abgebildeten Drehkrananlage muß der Behälter während der ganzen Entnahmepériode offen bleiben, so daß die Futteroberfläche voll der Witterung ausgesetzt ist. Eine derartige Krananlage kostet mit den Fundamenten für den Drehkran etwa 15 000 DM, ein Silobefüllgebläse und eine Obenfräse etwa 11 000 DM

Auch alle bisher bekannten Verfahren zur mechanischen Gärfutterverteilung vom Silo bis in den Trog funktionieren nur mit Häckselgut. Verfahrenstechnisch scheint es nicht möglich zu sein, dies auch mit Langgut zu erreichen. Ferner sei erwähnt, daß auch im Flüssigmistbetrieb viele Sorgen unbekannt bleiben, wenn Futterreste und Einstreu nur in gehäckselter Form in der Gülle anzutreffen sind (Abb. 7).

Arbeits- und betriebswirtschaftliche Grenzen des Ladewageneinsatzes

Wer sich also heute dazu entscheidet, auf seinem Hofe die Ladewagen-Langgut-Linie konsequent durchzuführen, der stellt sich nach der jetzt überschaubaren Entwicklung die Weichen für seine Betriebsorganisation so, daß er auf die meisten arbeitsentlastenden und vollmechanischen Verfahren in der Innenwirtschaft verzichten muß.

Trotz der eben gebrachten Einwendungen ist aber die Ladewagen-Greifer-Kette für viele kleinere Betriebe häufig die einzige Mechanisierungslösung für die Futterernte, deren Kosten vom Betrieb noch getragen werden können. Ob aber diesen Betrieben damit letztlich geholfen wird, ist schwer zu sagen. Es drängt sich die Frage auf, ob nicht auch diesen Betrieben mit vollmechanischen Lösungen im überbetrieblichen Einsatz besser gedient wäre. Auch ist häufig zu überlegen, ob nicht durch Spezialisierung des Betriebes auf Rohfutterbergemaschinen ganz verzichtet werden kann oder aber andernfalls durch Bestandsaufstockung der Übergang zu vollmechanischen Arbeitsverfahren mit dem Feldhäcksler möglich sein wird.

Wenn nun Ladewagen- und Feldhäckslerverfahren in ihrem Arbeits- und Kapitalbedarf sowie ihren Kosten verglichen werden, so kann dies nur geschehen, wenn Ladewagenverfahren herangezogen werden, die ebenfalls mit Exakthäcksel am Einlagerungsort enden; denn es sind völlig ungleiche Voraussetzungen unterstellt, wenn Arbeitsstunden und finanzielle Aufwendungen in ihren absoluten Größen verglichen würden, die für die Verfahrenszweckmäßigkeit häufig entscheidende Frage, ob Lang- oder Häckselgut, quantitativ aber nicht zu erfassen wäre. Bei den in Tabelle 1 und 2 gegenübergestellten Arbeitsverfahren handelt es sich durchwegs um Ein-Mann-Verfahren, da im allgemeinen davon ausgegangen werden kann, daß der Ladewagen und der Feldhäcksler vor allem in solchen kleineren und mittleren Betrieben konkurrieren, die häufig nur über eine Arbeitskraft verfügen. Es wird eingeräumt, daß sich beim Einsatz mehrerer Arbeitskräfte das Bild unter Umständen zu Gunsten von Ladewagenverfahren verschieben könnte; andernfalls ist aber zu berücksichtigen, daß die Möglichkeit der Bedienung durch einen Mann und die Durchführbarkeit eines Verfahrens mit den vorhandenen Kräften heute häufig über die Existenz dieses Betriebszweiges entscheidet (Tab. 1).

Bei den Bergeleistungen der einzelnen Verfahren (t/h) handelt es sich um Versuchsergebnisse des Institutes für Landtechnik, Weihenstephan, aus den vergangenen zwei Jahren. Es waren dabei durchschnittliche Feldentfernungen von 800 m auf ebener Strecke zurückzulegen. Bei ungünstigen Geländeverhältnissen, bei geringerem Aufwuchs und bei starker Parzellierung ist jedoch teilweise eine Leistungsminderung bis zu 50 % zu erwarten.

Die Bergeleistung an zwei Siliertagen wurde deshalb zum Vergleich herangezogen, weil in diesem Zeitraum ein Gärfutterbehälter möglichst gefüllt sein sollte, um beste Voraussetzungen für den Gärablauf zu schaffen.

Um zwei Tage hintereinander silieren zu können, ist eine Drei-Tages-Periode mit Schönwetter erforderlich. Um den günstigsten Schnittzeitpunkt ausnützen zu können, stehen bei fünf Drei-Tages-Perioden im Mai und Juni für die Bergung eines Schnittes unter Weihenstephaner Verhältnissen durchschnittlich drei Drei-Tages-Perioden zur Verfügung. Dadurch wird die Grenze aufgezeigt, welche Flächen mit den geschilderten Verfahren von einem Schnitt abgeerntet werden können.

Tabelle 1: Bergeleistung ausgewählter Ein-Mann-Verfahren mit Ladewagen und Feldhäcksler bei der Ernte von Anwelksilage (165 dz/ha bei 30 Prozent TM)

Technische Ausstattung der ausgewählten Verfahren	1 Schlepper 35 PS 1 Ladewagen mit Schneidwerk 1 Abladehäcksler, 15 kW Motor	1 Schlepper 35 PS 1 Ladewagen mit Schneidwerk 1 Dosiereinrichtung 1 Abladehäcksler 20 kW	1 Schlepper 40 PS 1 Feldhäcksler 1 Automatikwagen 1 Abladegebläse 15 kW	1 Schlepper 60 PS 1 Feldhäcksler 1 Automatikwagen 1 Abladegebläse 20 kW
	Verfahren I	Verfahren II	Verfahren III	Verfahren IV
Bergeleistung (t/h)	3.1	3.6	4.5	6.0
Bergeleistung an 2 Silier- tagen à 5 Stunden				
a) (t) Anwelksilage	31	36	45	60
b) (ha) Futterfläche	1.8	2.2	2.7	3.6
c) (cbm) Siloraum	62	72	90	120
Maximale Bergeleistung bei 3 verfügbaren 3-Tages-Perioden je Schnitt				
a) (ha) Futterfläche	5.4	6.6	8.1	10.8
b) (cbm) Siloraum	185	215	270	360

Tabelle 2: Kapitalbedarf und Kosten ausgewählter Ein-Mann-Verfahren zur Bergung von Anwelksilage mit Ladewagen und Feldhäcksler

a) Kapitalbedarf							
Verfahren I		Verfahren II		Verfahren III		Verfahren IV	
1 Ladewagen	6500 DM	1 Ladewagen	6500 DM	Mehrpri 40-PS-Schlepper	1200 DM	Mehrpri 60-PS-Schlepper	5000 DM
1 Abladehäcksler (15-kW-E-Motor)	6700 DM	1 Dosiereinrichtg.	4000 DM	1 Feldhäcksler	6000 DM	1 Feldhäcksler	7000 DM
		1 Abladehäcksler (20-kW-E-Motor)	7000 DM	1 Automatikwagen	8000 DM	1 Automatikwagen	8000 DM
				1 Abladegebläse (15-kW-E-Motor)	3500 DM	1 Abladegebläse (20-kW-E-Motor)	3800 DM
Gesamt:	<u>13200 DM</u>		<u>17500 DM</u>		<u>18700 DM</u>		<u>23800 DM</u>
b) Kosten*) für Ber- gung von 100 dz Anwelksilage							
3.2 Akh zu 4 DM	12,80 DM	2.8 Akh zu 4 DM	11,20 DM	2.2 Akh zu 4 DM	8,80 DM	1.6 Akh zu 4 DM	6,40 DM
3.2 Schlepper- std. zu 4 DM	12,80 DM	2.8 Schlepper- std. zu 4 DM	11,20 DM	2.2 Schlepper- std. zu 4,50 DM	9,90 DM	1.6 Schlepper- std. zu 6 DM	9,60 DM
3.2 Ladewagen- std. zu 10 DM	32,— DM	2.8 Ladewagen- std. zu 10 DM	28,— DM	2.2 Feldhäcksler- std. zu 12 DM	26,40 DM	1.6 Feldhäcksler- std. zu 14 DM	22,40 DM
3.2 Gebläsehäcksler- std. zu 5 DM	16,— DM	2.8 Dosiergerät- std. zu 4,50 DM	12,60 DM	2.2 Automatikwagen- std. zu 10 DM	22,— DM	1.6 Automatikwagen- std. zu 10 DM	16,— DM
		2.8 Gebläsehäcksler- std. zu 5,30 DM	14,80 DM	2.2 Gebläse- std. zu 3,50 DM	7,70 DM	1.6 Gebläse- std. zu 3,80 DM	6,10 DM
Gesamt:	<u>73,60 DM</u>		<u>77,80 DM</u>		<u>74,80 DM</u>		<u>60,50 DM</u>

*) Nach Preisliste der Raiffeisen-Maschinenringe in Bayern, Stand 1966. Diese Preise unterstellen eine jährliche Maschinenauslastung bis zur Abschreibungsschwelle. Mit den in Tabelle 1 aufgeführten maximalen Bergeleistungen je Schnitt ist eine jährliche Ausnutzung von etwa 30 Prozent angenommen.

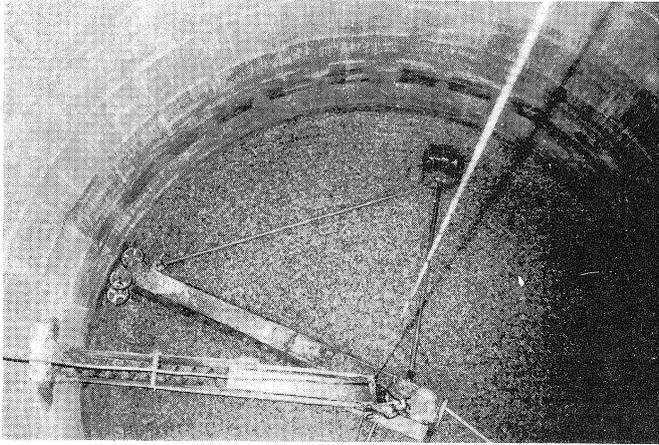


Abb. 6: Vollmechanische Futterentnahme und -verteilung mit Silofräsen und Futterverteilanlagen ist nur bei Exakthäcksel möglich

Die wesentlichsten Kriterien zwischen den einzelnen Verfahren sind darin zu sehen:

Bei Verfahren I ist von der Bedienungsperson auf dem Hof schwere Handarbeit bei der Zuteilung des vorgeschneittenen Anwelkgutes in den Abladehäcksler zu leisten. Bei Verfahren II wird unterstellt, daß diese Arbeit zur Zufriedenheit von einer Dosiereinrichtung übernommen wird. Das Verfahren ist aber insgesamt dadurch schon sehr kompliziert und, wie aus der späteren Aufstellung hervorgeht, auch hinsichtlich des aufzuwendenden Kapitals den Feldhäckslerverfahren gleichzusetzen. Am elegantesten sind zweifellos die Verfahren III und IV, wobei festzustellen ist, daß beim Feldhäcksler durch den Einsatz stärkerer Schlepper noch erhebliche Leistungssteigerungen möglich sind, während dies bei Ladewagenverfahren nicht zu erwarten ist. Dort liegt der Engpaß beim Abladen.

In Tabelle 2 sind der Kapitalbedarf und die Kosten ausgewählter Ein-Mann-Verfahren zur Bergung von Anwelksilage mit Ladewagen und Feldhäcksler dargestellt. Verfahren I und Verfahren III unterscheiden sich im Kapitalbedarf um 5 500,— DM, während Verfahren III gegenüber Verfahren II nurmehr durch den höheren Ansatz des um 5 PS stärkeren Schleppers belastet wird. Es ist dabei interessant, daß, gemessen an den möglichen Ernteflächen je Futterschnitt, Verfahren III gegenüber Verfahren I etwa 19 950,— DM kosten dürfte, um eine gleiche Kapitalbelastung pro Hektar Erntefläche zu erreichen.

Da für jedes Verfahren unterstellt werden muß, daß ihm jeder Betrieb die optimale Erntefläche zuteilen kann, wurden für die Kostenberechnung die Preise der Raiffeisen-Maschinenringe in Bayern zugrunde gelegt. Diese Berechnungen



Abb. 7: Lange Einstreu und Futterreste verursachen bei den meisten Pumpen und Rührwerken Störungen; aber auch in der Festmiskette läßt sich Häckselgut meist mit geringeren Anstrengungen verarbeiten als Langgut

sind darauf aufgebaut, daß die Maschinen durch den überbetrieblichen Einsatz voll ausgelastet werden können. Durch die hohe Flächenleistung, die mit Verfahren IV möglich wird, verursacht dieses die geringsten Kosten für die Bergung von 100 dz Anwelksilage. Selbstverständlich ist bekannt, daß der Ladewagen in der Langgutlinie, wo er im Fahrsilobetrieb als Folgemechanisierung meist nurmehr einen Frontladerschlepper erforderlich macht, kostengünstiger abschneidet, als die hier aufgezeigten Verfahren mit Gebläsehäcksler oder die Feldhäckslerketten. Die Gründe für einen Kostenvergleich der hier dargestellten Verfahren wurden jedoch schon aufgezeigt. Weiterhin ist zu bemerken, daß in der Praxis immer mehr die gebrochene Ladewagenkette, also Verfahren mit Ladewagen und Abladehäcksler, eventuell sogar mit Dosiereinrichtung, angestrebt wird.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß bei der Entscheidung zwischen den zwei hauptsächlich konkurrierenden Verfahren Ladewagen oder Feldhäcksler der Arbeitsablauf eines ganzen Jahres und die gesamte gegebene oder angestrebte Betriebsorganisation zu berücksichtigen sind. Für die Zukunft gebührt den Verfahren immer mehr Beachtung, die bei geringem Arbeitskräfte-Besatz und nur wenig oder keinem Handarbeitsaufwand schlagkräftig und funktionssicher sind.

Die technische Linie

unserer Verkaufsberatung

Technik im Behälterbau

Von Dr.-Ing. K. Grimm

Technische Hochschule München

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik

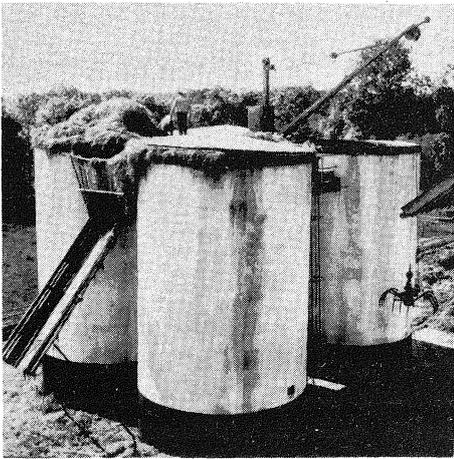


Bild 1 Hochsiloanlage: $4 \times 200 \text{ m}^3$. Drehkrananlage für Befüllung und Entleerung. Beton-Formsteine. Innen- und Außenanstrich ist mindestens alle zwei bis drei Jahre erforderlich, um die Haltbarkeit des Behälters zu erzielen.

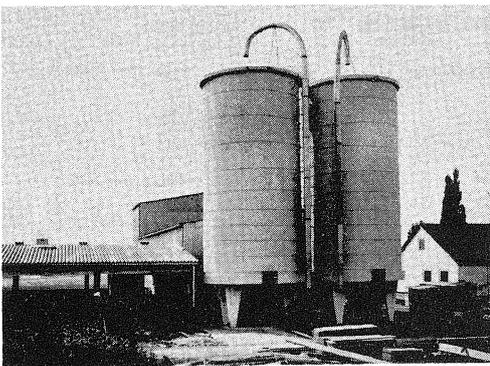


Bild 2 Hochsilos à 200 m^3 mit Untenfräse. Kennzeichen dieses Systems sind Fertigteile für Unterbau sowie Segmentbauweise in Leichtbeton für den Zylindermantel und die Decke.

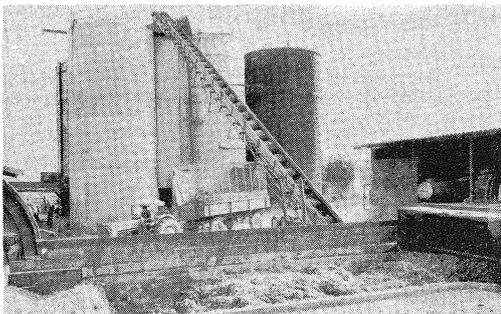


Bild 3 Silobatterie: Zwei Behälter à 240 m^3 , Bauj. 1961, zwei Holzbehälter, Bauj. 1963 (im Hindergrund), in Achteckform, à 200 m^3 und ein Holzbehälter, Bauj. 1965, mit 260 m^3 aus druckimprägniertem Holz. Befüllung über Dosiertisch mit Förderband. Entnahme mit Obenfräse möglich.

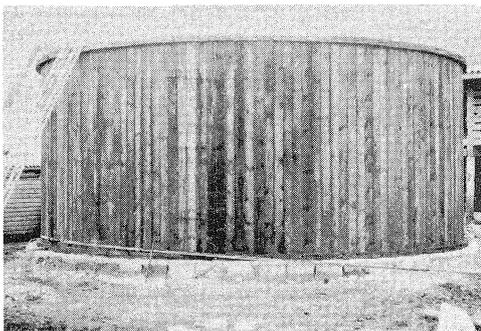


Bild 4 Flüssigmistbehälter aus druckimprägniertem Holz mit Vorgrube, Baujahr 1963/64. Vgl. Abb. 8, System 3, Vor- und Hauptgrube.

Mit der zunehmenden Spezialisierung im landwirtschaftlichen Betrieb hat der Bau von Behältern für Einlagerung von wirtschaftseigenem Rau- und Kraftfutter wesentlich an Bedeutung zugenommen. Auch die Einlagerung von Zukauffutter — Fertigfutter für Hühner und Schweine, sowie Rinder — in Montagebehältern werden von zahlreichen Landwirten mit Erfolg praktiziert. Das ständig steigende Interesse der Landwirte an Flüssigmistverfahren hat in diesem Zusammenhang die Verwendung von Behältern einfacher Bauform gefördert. Zweifellos wird der verbreitete Einsatz von Behältern von einer funktionstüchtigen Befüll- und Entnahmetechnik abhängen. In diesem Beitrag sollen zunächst Hinweise gegeben werden, die u. E. bei der Planung von Behältern in der einen oder anderen Bauweise für eine möglichst funktions-sicheren Einsatz Berücksichtigung finden.

1. Technik im Behälterbau für Gärfutter

Die Systeme sind hinreichend bekannt und brauchen in ihrer Wirkungsweise keiner besonderen Erläuterung mehr. Auch die unterschiedliche Beurteilung, welches System am geeignetsten ist, deutet darauf hin, daß letzten Endes jeder Betrieb eine eigene spezielle Einstellung zu den angebotenen und seine Stärken und Schwächen anders kalkuliert und berücksichtigt. Notwendig erscheint mir, wenn die Wahl für ein Verfahren getroffen ist, daß dieses in seinen wesentlichsten Punkten von Anfang an konsequent durchgeführt wird.

a) Der Gärfutterbehälter mit Untenentnahmetechnik.

Ein zweifellos imponierendes Verfahren mit der konsequentesten und perfektsten technischen Lösung. Die erforderlichen Voraussetzungen sind jedoch erschwerender als zunächst bekannt war. Während die Konstruktion von Behältern, gleich welcher Bauart, als gut gelöst betrachtet werden kann, verlangten jedoch das System der Untenfräse und zum Teil auch der Behälterbaustoff einen Mindesttrockenmassegehalt von 35 Prozent, das heißt, Sickersaft soll nach Möglichkeit nicht anfallen. Dieses Verfahren des Durchlaufsystems mit Untenentnahmetechnik — Wegbereiter war A. O. Smith in USA mit dem Harvestore-Verfahren — erwartet jedoch von dem Landwirt ein Höchstmaß von technischem Können und Wissen in der Siliertechnik. Da bei diesem System in der Regel nur Behälter ab 200 cbm wirtschaftlich vertretbar sind, diese aber um eine stets gute Vergärung zu erzielen, rasch vollgefüllt werden sollten — auch eine Nachfüllung sollte eine Futterstockhöhe von mindestens 4 bis 6 m erreichen — ist eine schlagkräftige Feldhäckslerkette erforderlich. Ausnahmslos Exakthäcksler mit einem Trockenmassegehalt von mehr als 35 Prozent führt dann zum Erfolg.

b) Bei der Obenentnahmetechnik setzt man, wenn eine sich anschließende mechanische oder auch manuelle Verteilarbeit Häckselgut zur Bedingung macht, den Exakthäcksler bei der Bergung des Futters ebenfalls voraus. Anders sieht es jedoch mit

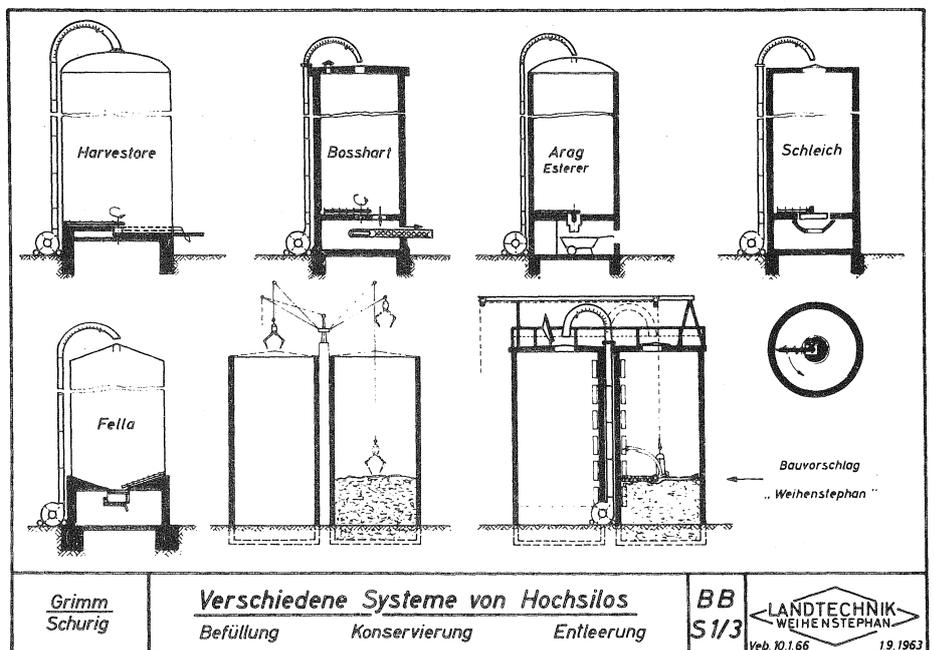


Bild 5 Verschiedene Systeme von Hochsilos. Befüllung—Konservierung—Entleerung

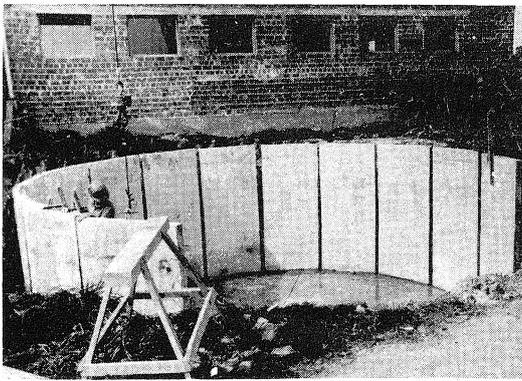


Bild 6 Bau einer Flüssigmistgrube aus Betonfertigteilen. Grube bleibt offen, sie kann nach Wunsch überdeckt werden.

dem geforderten Trockenmassegehalt des Futters aus. Die Entnahmetechnik reagiert mit Einschränkung nicht so sehr in ihrer Funktionstüchtigkeit auf den Trockenmassegehalt wie bei der Untenentnahmetechnik. Das heißt wiederum, daß im Hochbehälter mit Obenentnahmetechnik oder von Hand alle nachstehenden Silageklassen, die sich im Bezug auf Trockenmassegehalt unterscheiden, eingelagert werden können.

Silageklasse	TM-Gehalt %	Sickersaftanteil
I Heulage	> 35	keiner
II Anwelksilage	25-35	mittel bis gering
III Frisch- oder Naßsilage	< 25	hoher

Mit der Bezeichnung I bis III ist noch kein Wertmaßstab getroffen worden, sondern zunächst lediglich eine Aufschlüsselung der Silage in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt durchgeföhrt.

Es ist bekannt, daß in der Regel Tiere mehr kg Trockenmasse aufnehmen, wenn ein hoher Trockensubstanzgehalt vorliegt. Ausnahmen bestätigen andererseits die Regel, z. B. Rübenblatt, oder wenn Silage von zwei Gruppen mit unterschiedlichem Trockenmassegehalt verfüttert wird, dann liegt der Konsum höher und damit ist oft auch eine höhere Milch- und Fettleistung verbunden.

Die Entnahmetechnik ist jedoch abhängig, je nach Konstruktionsweise, vom Feuchtigkeitsgehalt und der Häcksellänge.

Für Obenfräse gilt:

Je kürzer gehäckselt, desto höher die Auswurfleistung.

Je trockener die Silage, desto besser die Funktionstüchtigkeit der Obenentnahme technik.

Für den Greifer gilt:

Für jegliches Langgut geeignet, für Kurzgut mit Spezialzange etwa gleiche Förder- und Entnahmeleistung wie bei Langgut.

Im folgenden soll die Eignung gewisser Baustoffe für bestimmte, gewünschte Siliervverfahren herausgestellt werden. Es ist dabei nicht beabsichtigt, eine Bewertung der einzelnen Siliervverfahren durchzuführen. Ebenso bleiben die Preise und Kosten in diesem kurzen Überblick unberücksichtigt.

Folgende Faktoren sollten bei der Auswahl von Werkstoffen für Gärfutterhochbehälter berücksichtigt werden:

1. Gasdichtigkeit
2. Aufwand für Wartung und Pflege
3. Versetzbarkeit des Behälters
4. Wärmedämmung
5. Eignung für Silageklassen mit unterschiedlichem Trockenmassegehalt

I > 35 % TM kein Sickersaft
 II 35-23 % TM gering bis mäßig
 III < 23 % TM hoher

Werkstoffe	gasdicht	Wartung Pflege	Versetzbarkeit	Wärmedämmend	Silageklassen u. deren TM-Gehalt		
					I > 35 %	II 25-35 %	III < 25 % TM
Beton	monolithische Bauweise	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Dauben	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Formstein	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Leichtbeton	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Metall	Stahl emailliert	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Stahl verzinkt	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	verschraubt Aluminium geschweißt	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Glasfaser verst. Polyester	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Holz	getränkt	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	imprägniert	☐	☐	☐	☐	☐	☐

☐ gut geeignet ☐ geeignet ☐ bedingt geeignet ☐ weniger geeignet

Bild 7 Einfluß von mehreren Faktoren auf die Auswahl geeigneter Silobauwerkstoffe (Konstruktionen)

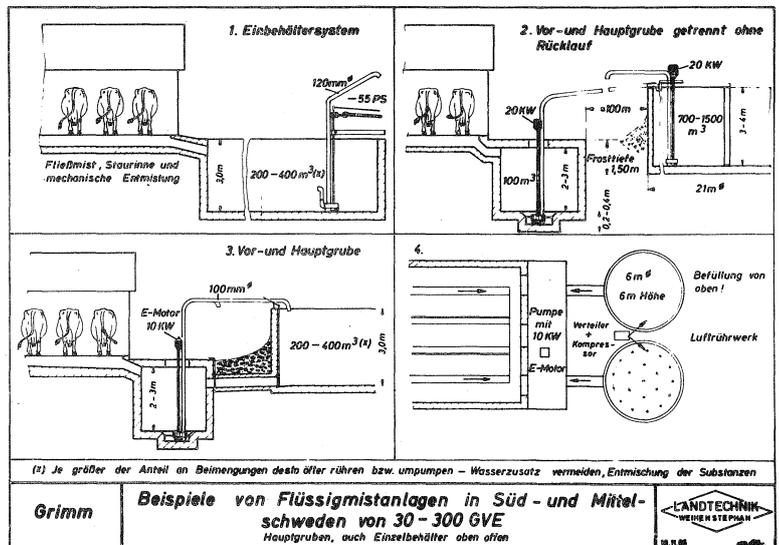


Bild 8 Beispiele von Flüssigmistanlagen für Rinder- und Schweinehaltungsbetriebe in Süd- und Mittelschweden von 30 - 300 GVE. Vornehmlich sind die Hauptbehälter und auch Einzelbehälter oben offen. Die Systeme sind für Lauf- und Anbindeställe gleich gut geeignet. Wesentlich ist, jegliche Beimischungen von Wasser, Einstreu und Futterresten auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Die Auswahl geeigneter Silobaustoffe besteht zwischen:

- | | |
|----------------|--|
| 1. Beton | Monolith-Bauweise
Dauben
Formstein |
| 2. Leichtbeton | |
| 3. Metall | Stahl emailliert
Stahl verzinkt |
| 4. Aluminium | verschraubt
geschweißt |
| 5. Kunststoff | Polyester
glasfaserverstärkt |
| 6. Holz | normal getränkt
druckimprägniert |

Bei den Symbolen in Tabelle 2 lassen sich die Grenzwerte nicht eindeutig angeben. Über die Konstruktion und fachmännische Herstellung läßt diese vereinfachte Ausführung ebenfalls keine Bewertung zu. Wesentlich scheint es jedoch für den Praktiker zu sein, daß, wenn er weiß

was ensiliert werden soll und welchem System er aus arbeitstechnischen Gründen den Vorzug gibt, er an Hand dieser Darstellung selbst eine Wahl für den Werkstoff treffen kann.

Im Behälterbau für Gärfutter sind von der Materialseite neu auf dem Markt der Leichtbeton in Schalungsbauweise und der Kunststoff in Form von glasfaserverstärktem Polyester. Beide Materialien scheinen sich für die Verwendung beim Bau von Gärfutterbehältern besonders auszuzeichnen. Hervorzuheben sind schnelle Aufstellungszeiten, geringe bzw. keine Wartung und ziemliche bis fast völlige Gasdichtigkeit. Die Segmente bei Leichtbeton werden in der Fabrik erstellt und auf der Baustelle aufgestellt, montiert und verspannt. Dagegen wird bei Verwendung von Kunststoff der Behälter in der Fabrik komplett hergestellt und als solcher auf einem Spezialwagen transportiert, auf dem Betrieb aufge-

stellt und durch Ankerschrauben mit dem Fundament verbunden. Die Herstellung von glasfaserverstärkten Polyestersilos kann im Auflegeverfahren erfolgen. Sinnvoller erscheint jedoch das Wickelverfahren, da in diesem Falle die auftretenden Ringspannungen vom Glasfaserfaden am günstigsten aufgenommen werden können und das Verfahren vollmechanisch in der Fabrikhalle betrieben werden kann.

2. Behälterbau für Kraftfutter

Fertigbehälter, die aufgrund kleinerer Größenordnung nicht auf Transportschwierigkeiten stoßen, werden zur Kraftfutterlagerung für Hühner-, Schweine- und auch Rinderställe, insbesondere bei Neu- bzw. Umbauanlagen, vermehrt gefordert. Die Gründe hierfür liegen in der bequemeren Entnahme mit anschließender Futterdosierung. Die Befüllung wird vielerorts vom Anlieferer direkt mit Tankwagen bewerkstelligt. Voraussetzung für das Funktionieren der Behälter liegt in der störungsfreien Entnahme. Als Baumaterial werden aus Transportgründen Holz, Metall und Kunststoff vorrangig verwendet.

3. Für Flüssigmist der halbhohen Behälter

Die Entwicklung zu einstreuarmlen Lauf- und Anbindeställen führt in der Regel zwangsläufig zum Flüssigmistverfahren. Während geschlossene, in der Regel befahrbare Behälter für Jauche- und Schwemm-

mistanlagen und auch deren Herstellungspreis hinreichend bekannt sind, werden neue Wege gesucht, um preiswertere und auch funktionstüchtigere Anlagen dem Landwirt anzubieten. Die Entwicklung zu halbhohen, offenen Behältern mit und ohne Vorgrube, wie wir sie seit etwa 1 Jahr schon vereinzelt in der Bundesrepublik antreffen, geht zweifellos von den Skandinavischen Ländern aus. Zuordnung, Pumpsystem und Lagerungsmethode können sich den unterschiedlichen, praktischen Bedingungen bei rinder- und schweinehaltenden Betrieben anpassen. Die Baukosten liegen um mindestens 50 Prozent niedriger als bei überfahrbaren Grubensystemen. Das heißt, die Kapitalersparnis im Behälterbau kann in der Regel für die Aufwendung für Pumpsystem und Tankwagen alleine ausreichen.

In der nebenstehenden Abbildung sind einige, heute in Schweden bzw. Dänemark gebräuchliche Anlagen schematisch dargestellt. Für den Hersteller derartiger Anlagen sind ausreichende Kenntnisse über Pumpsysteme erforderlich, damit in der Behandlung des Flüssigmistes keine Pannen durch falsche Einschätzung der Verhältnisse entstehen. Als Baustoffe bieten sich zur Zeit an: Fertigteile aus Beton, Kunststoffe, eventuell Aluminium und Holz. In den Skandinavischen Ländern werden vorwiegend Beton-Formsteine und druckimprägniertes Holz für die halbhohen, offenen Behälter verwendet.

Es ist beabsichtigt, alle Fragen, die mit der Flüssigmistbehandlung, wie z. B. Lagerung, Schwimmdeckenzerstörung und Ausbringung zusammenhängen, 1967 in einem Bericht klären zu helfen. In Weihenstephan sind umfangreiche Versuche angelaufen, die unter Umständen auch Aufschluß über die Brauchbarkeit verwendeter Baumaterialien geben können.

Zusammenfassung

Der Behälterbau für Gärfutter, Kraftfutter und Flüssigmist wird zukünftig in der Praxis zunehmend an Bedeutung gewinnen. Arbeitskräftemangel, z. B. Gestellung von Hilfskräften bei Baumaßnahmen, wird immer mehr die Verwendung von Fertigteilen auslösen. Für Neuanlagen weisen fabrikfertige oder halbfertige Behälter gewisse Vorteile auf. Es bleibt nur zu hoffen, daß die Preise durch z. B. größere Stückzahlen günstiger gestaffelt werden können. Der Landwirt wird kaum in der Lage sein, die bislang hohen Kubikmeterpreise für die einzelnen Behältersysteme zu bezahlen. Rationalisierungsmaßnahmen bzw. Neuentwicklungen wie etwa beim Behälterbau für Flüssigmist angedeutet, können zu erheblichen Preissenkungen führen.

Landtechnische Forschung

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT (KTL)
LANDMASCHINEN- UND ACKERSCHLEPPER-VEREINIGUNG (LAV) IM VDMA
MAX-EYTH-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER LANDTECHNIK (MEG)

Heinz Schulz, Reinhold Herppich, Martin Wagner:

Untersuchungen über den Leistungsbedarf von Ladewagen

Landtechnik Weihenstephan

1. Aufgabenstellung

1.1. Untersuchte Probleme

In den vergangenen zwei Jahren fand der Ladewagen als neues Gerät der Futterernte eine starke Verbreitung in der Praxis. Trotz kurzer Entwicklungszeit erzielt er bereits beachtliche Leistungen und zeigt vielen Betrieben neue Wege einer Mechanisierung der Futterernte.

Die große Vielfalt des Ladewagenangebotes mit einer Zahl verschiedener Förderprinzipien läßt jedoch darauf schließen, daß man sich über konstruktive Details noch nicht einig ist und die ständig vorgenommenen Veränderungen und Verbesserungen lassen das Tasten nach optimalen Lösungen erkennen. Manche offene Fragen, beispielsweise die der Einachs- oder Zweiachsbauweise, des vorderen oder hinteren Anbaues des Ladeaggregates oder auch die der Kombination mit Miststreuwerk wurden inzwischen teilweise recht eindeutig durch die Nachfrage der Praxis zugunsten der Einachsbauart, der vorderen Aufnahme und des Spezialladewagens entschieden. Demgegenüber besteht jedoch noch Unklarheit über die zweckmäßige Ausbildung der Förderorgane.

Immer wieder kann in der Praxis und auf Vorführungen schon rein optisch festgestellt werden, daß in den Förderorganen mancher Ladewagen hohe Stoßbelastungen auftreten, die zu einem regelrechten Aufschaukeln von Nickschwingungen des Wagens führen und sich über die Zugdeichsel auch auf den Schlepper übertragen. Oftmals sind diese Schwingungen so stark, daß sich der Schlepperfahrer nicht mehr auf dem Sitz halten kann. Dies hat seine Ursache darin, daß der Schlepper unter dem Einfluß der hohen Deichselstützlast des Einachsers steht und dann infolge der Nickschwingung sich stoßweise aufbäumt. Aus diesem Grunde sollten in einer Versuchsreihe, die mit dankenswerter Unterstützung der Landmaschinen- und Ackerschlepper-Vereinigung (LAV) durchgeführt werden konnte, mehrere wichtige Förderprinzipien an Ladewagen in bezug auf Antriebsleistung und Antriebskontinuität untersucht und nach Möglichkeit miteinander verglichen werden.

Auch die neuentwickelten Schneidvorrichtungen, die dazu beitragen sollen, Schwierigkeiten beim Weiterfördern des

Ladewagengutes zu umgehen, werfen eine Fülle konstruktiver Probleme auf. Vor allem stellt sich hierbei die Frage, wie hoch der Kraftbedarf für den Schneidvorgang ist und ob dadurch nicht ein Hauptvorteil des Ladewagens, nämlich eine besonders kraftsparende Mechanisierung der Futterernte, verloren geht. Aus diesem Grunde wurden zwei bereits auf dem Markt befindliche Ladewagen mit Schneidvorrichtung in die Untersuchungen einbezogen.

Letztlich sollte noch der Leistungsbedarf am Abladeverteiler erfaßt werden, da bisherige Entwicklungen auf diesem Gebiet vermuten ließen, daß die mechanische Verteilung von Ladewagengut beispielsweise zur Gebläsebeschickung einen großen Leistungsaufwand mit hohen Spitzenbelastungen verursacht.

1.2. Untersuchte Geräte

Für die Untersuchung der anstehenden Probleme wie Leistungsbedarf und Antriebskontinuität an Förderorganen mit und ohne Schneidvorrichtung und Abladeverteiler standen vier Ladewagen, davon zwei mit Schneidvorrichtung und einer mit Abladeverteiler zur Verfügung. Über die hier geschilderten Versuche hinaus wurden die Ladewagen noch in weiteren Versuchen eingesetzt um die Eignung in verschiedenen Futterarten und auch die Arbeitsvorgänge bei der Einlagerung zu untersuchen [1].

1.2.1. Förderorgane

Die Vielfalt der zur Zeit eingebauten Förderorgane läßt sich auf fünf Grundtypen zurückführen [2]:

Rotierende Packertrummel (auch Fördertrommel, Drehkolben, Preßtrummel genannt);

Förderschwinge (auch Schwingkolben, Preßkolben, Schwinghebel, Kurbeltrieb genannt);

Schubstange;

Rechenkette

Längsschnecke.

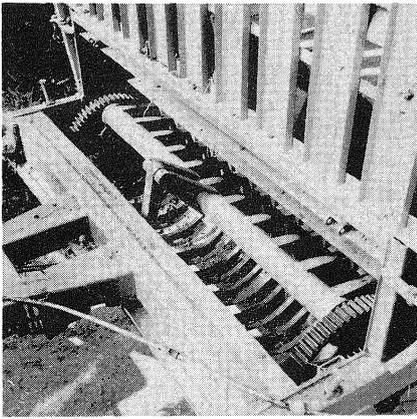


Bild 1: Förderorgan (Förderschwinge) von Wagen (1)

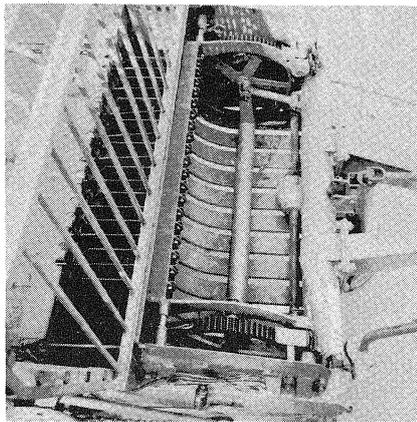


Bild 2: Förderorgan (Förderschwinge) von Wagen (2)
Eingebaute Schneidvorrichtung mit bewegten Messern

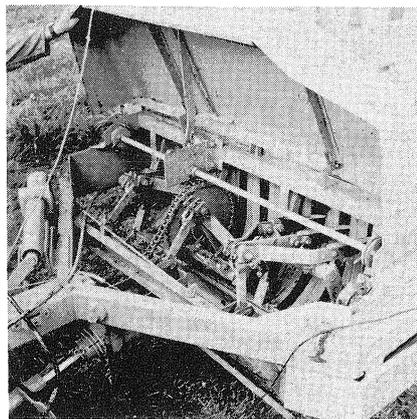


Bild 3: Förderorgan (geteilte Förderschwinge) von Wagen (3)

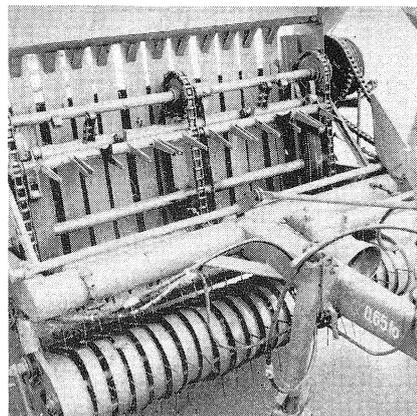


Bild 4: Förderorgan (Rechenkette) von Wagen (4)

In Prospektangaben stößt man immer wieder auf sehr unterschiedliche Bezeichnungen für das gleiche Fördersystem. Im Interesse einer besseren Verständigung wäre jedoch eine einheitliche Benennung nach entsprechenden Normvorschlägen dringend erwünscht.

Die untersuchten Fördersysteme können unter „Förderschwinge“ und „Rechenkette“ eingeordnet werden. Konstruktive Details sind aus den Bildern 1 bis 5 ersichtlich.

Wagen (1) (Bild 1 und Bild 5a) besitzt als Förderorgan eine Förderschwinge (Firmenbezeichnung „gesteuerte Fördereinrichtung“), deren Mitnehmer in Reihe angeordnet sind. Der Antrieb erfolgt über zwei seitliche Zahnräder (80 U/min), die die exzentrische Lagerung der Mitnehmerwelle aufnehmen. Über einen mittleren Schwingenhebel wird die Mitnehmerwelle gesteuert.

Wagen (2) (Bild 2 und Bild 5b) verfügt über das gleiche Fördersystem (Firmenbezeichnung „Schwingkolben“); nur sind anstelle des mittleren Schwingenhebels zwei seitliche direkt neben den Zahnrädern (68 U/min) angebracht. Wahlweise kann dieser Wagen mit einer Schneidvorrichtung ausgerüstet werden (nähere Einzelheiten unter 1.2.2.).

Auch das Fördersystem von Wagen (3) (Bild 3 und Bild 5c) läßt sich als Förderschwinge einordnen (Firmenbezeichnung „geteilte Raffer“). Anstelle einer über die ganze Kanalbreite durchgehenden Schwinge sind jedoch hier drei Einzelschwingen mit je 3 Mitnehmern vorhanden, die durch eine Kurbelwelle (115 U/min) mit um 120° versetzten Kurbeln angetrieben werden. Jede Schwinge wird durch einen Schwingenhebel gesteuert. Durch diese Anordnung soll eine gleichmäßige Förderung des Ladegutes erreicht werden.

Wagen (4) (Bild 4 und Bild 5d) verwendet ein völlig anderes Fördersystem. Hier erfolgt die Abnahme des Gutes von der Pick-up-Trommel und die Weiterförderung durch den Förderkanal mit umlaufenden Rechenketten (0,13 m/s;

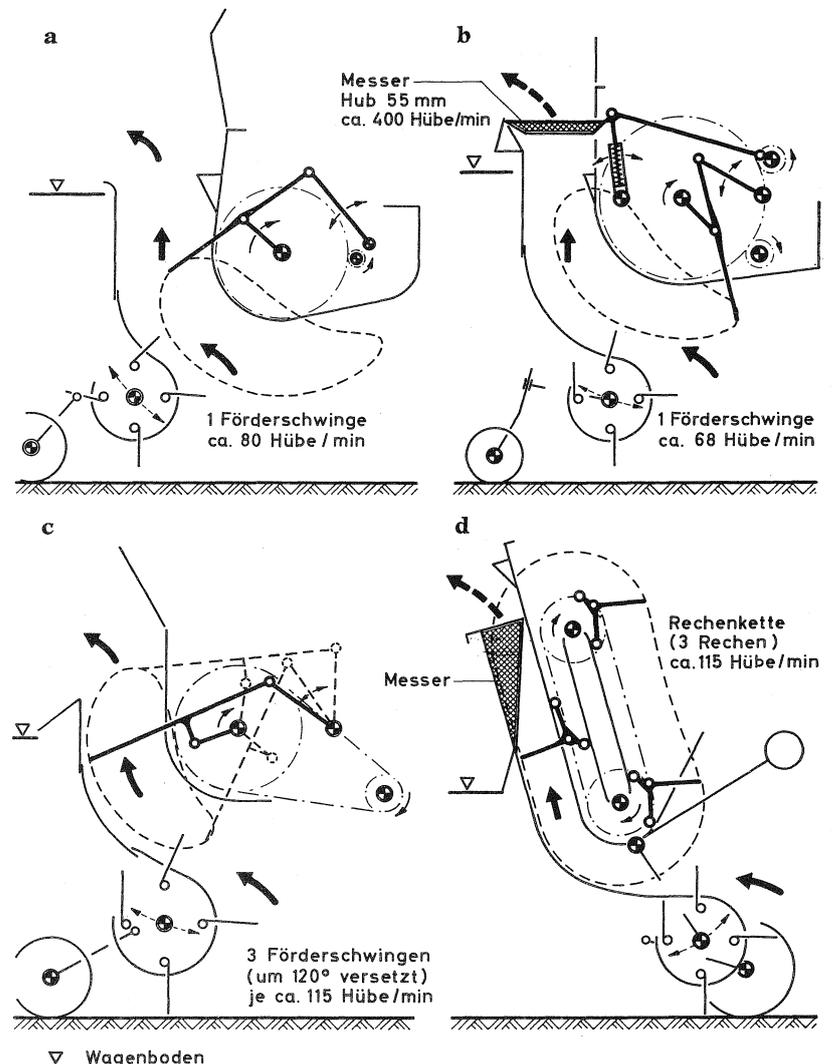


Bild 5: Schematische Übersicht der untersuchten Förderorgane



Bild 6: Schneidvorrichtung mit bewegten Messern von Wagen (2)
Messerabstand hier 12 cm

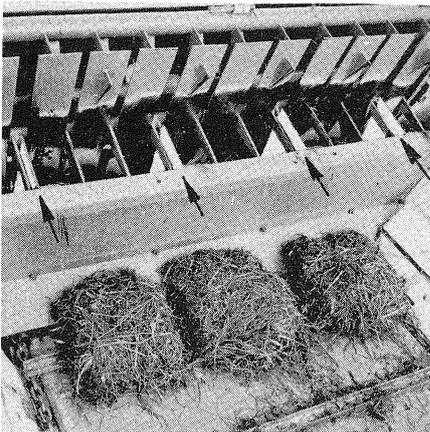


Bild 7: Schneidvorrichtung von Wagen (4) mit feststehenden Messern
siehe Hinweispfeile; Messerabstand 30 cm

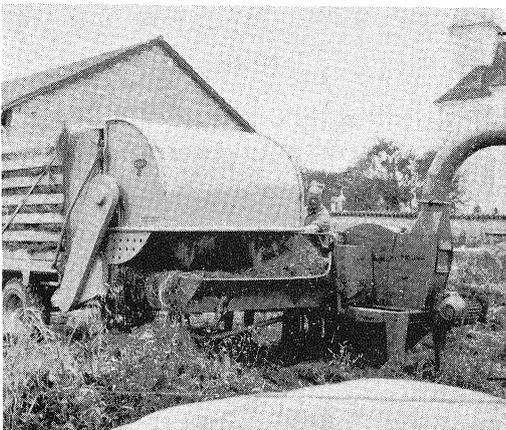


Bild 8: Abladeverteiler bei der Beschickung eines Gebläsehäckslers

Bild 9 (rechts): Querschnitt durch den Abladeverteiler

114 Rechenhübe/min). Drei Rechen mit in Reihe angeordneten Mitnehmern sind mit den Ketten gelenkig verbunden; die Steuerung der Rechen erfolgt über Laufrollen und entsprechend ausgebildete Führungen. Auch hier soll die Verwendung von insgesamt drei Förderelementen eine gleichmäßige und schonende Förderung bewirken.

1.2.2. Schneidvorrichtungen

In die Untersuchungen konnten zwei Schneidvorrichtungen mit feststehenden und bewegten Messern einbezogen werden. Inzwischen sind von der Industrie weitere Schneidvorrichtungen vorgestellt worden; nähere Erfahrungen hiermit können jedoch erst während der kommenden Futterernte gesammelt werden. Eine konstruktive Weiterentwicklung dieser Zusatzeinrichtungen am Ladewagen ist zu erwarten und teilweise auch noch dringend erforderlich. Über die Wirkung der Schneidvorrichtungen im Hinblick auf die Weiterförderung des Ladewagengutes, wird an anderer Stelle berichtet [1].

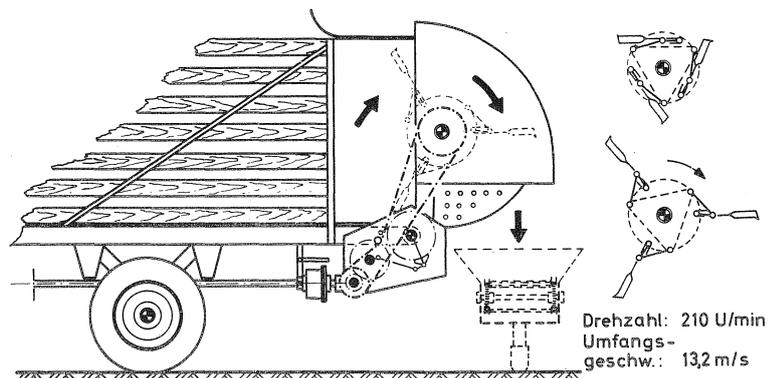
Die in Wagen (2) wahlweise einzubauende Schneidvorrichtung mit bewegten Messern (Bild 6) verfolgt das Ziel, den durch den Förderkanal gepreßten Futterstrang streifenweise nach dem Sägegatterprinzip aufzutrennen. Die quer in den Förderkanal hineinragenden Messer mit einem je nach Zerkleinerungsgrad wählbaren Messerabstand von 6; 12; 18 und 24 cm werden einseitig an einem Messerträger gehalten und durch Exzenterantrieb mit einem Hub von 5,5 cm und mit 410 Hüben/min hin und her bewegt. Der Messerträger stützt sich dabei auf zwei Federbeine ab, die es ihm ermöglichen, den stoßweisen Belastungen durch den Futterstrang etwas nach oben auszuweichen.

Auch die Schneidvorrichtung von Wagen (4) (Bild 7) kann bei Bedarf ausgebaut werden. Hier sind es vier feststehende, dreieckige Messer, die im Förderkanal mit einem Abstand von 30 cm angebracht werden und das Ladegut dann ebenfalls streifenweise aufteilen. Im Gegensatz zur Schneidvorrichtung von Wagen (2) wird dabei jedoch nicht ein kompakter Futterstock ohne Gegenschneide zersägt, sondern einige speziell ausgebildete Mitnehmer der Rechenkette führen das Futter portionsweise mit ziehendem Schritt an den Messern vorbei.

Es hat sich gezeigt, daß der Schneidvorgang bei den relativ einfachen Schneidvorrichtungen im Ladewagen eine besondere Ausbildung der Messerschneide erfordert. Bei beiden untersuchten Schneidvorrichtungen hat sich eine feine Zahnung der Schneide als günstig erwiesen. Um dem Praktiker ein Nachschleifen der Messer zu ermöglichen, wird eine Schneidenflanke mit einem Feilenhieb versehen, so daß sich bei einseitigem Nachschleifen automatisch die erwünschte Schneidenform ergibt.

1.2.3. Abladeverteiler

Der anstelle der Ladewagenrückwand angebrachte Abladeverteiler soll die Wagenladung beim Entladen gleichmäßig abräumen und dadurch die mechanische Zuteilentleerung in Stetigförderer, insbesondere Gebläse ermöglichen (Bilder 8 und 9). Während sich diese Art der Wagenentleerung bei Exakt-häcksel mit entsprechend ausgebildeten Häckselwandverteilern bereits bewährt hat, besteht bei langem Ladewagengut die Schwierigkeit, das teilweise stark verfilzte und zähe Material auseinanderzureißen und ohne Wickelerscheinungen in den Gebläsetrog zu fördern. Der Abladeverteiler benutzt hierzu eine mit 210 U/min bei Nenndrehzahl rotierende Schlegelwelle, die den vom Kratzboden vorgeschobenen Futterstock nach oben hin „fast halmweise“ abfräst. Die einzelnen Schlegel mit hakenförmiger Spitze sind federnd auf drei Nebenwellen angebracht. Die Kinematik der Anlenkung der Nebenwellen an die Hauptwelle bewirkt, daß sich der Durchmesser des gesamten Systems je nach Belastung und Drehzahl vergrößern und verkleinern kann (Bilder 10 und 11). Dadurch wird vor allem das Anlaufen zu Beginn des Abladevorgangs ermöglicht beziehungsweise erleichtert, denn die Wagenladung wird



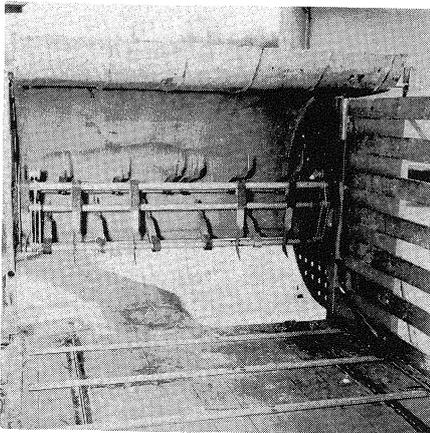


Bild 10: Abladeverteiler im Anlaufzustand (kleinster Durchmesser)

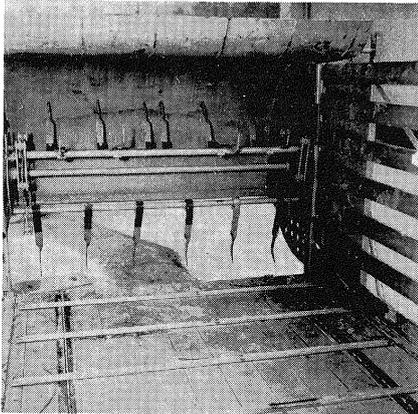


Bild 11: Abladeverteiler bei voller Drehzahl (größter Durchmesser)

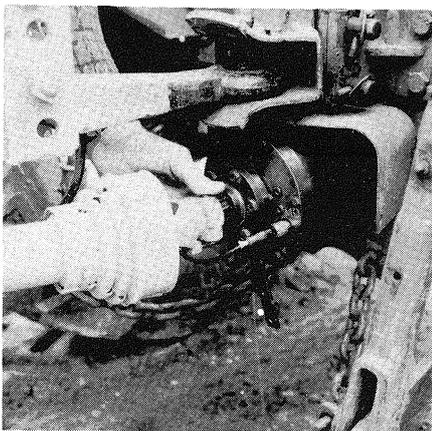


Bild 12: Drehmomentenmessnabe zwischen Schlepperzapfwelle und Gelenkwelle des Ladewagens



Bild 13: Meßwagen mit Drehmoment-Registrieranlage im Schlepp des zu untersuchenden Ladewagens

beim Beladen des Wagens fest gegen den Abladeverteiler gepreßt. Weiterhin können die Schlegel bei stoßweiser Belastung durch Futterdichtungen entsprechend ausweichen.

2. Meßtechnische Durchführung

2.1. Voraussetzungen

Für die verschiedenen Förderprinzipien wurden unter möglichst praxisnahen Einsatzbedingungen die Antriebsleistungen beziehungsweise der Leistungsbedarf gemessen. Die Meßwerte sollten für die unterschiedlichen Fördersysteme untereinander vergleichbar sein, um sie gegenseitig beurteilen zu können. Dies ist aber gerade im praktischen Einsatz, also im Feldversuch, nicht leicht zu erreichen. Dies hat seine Ursache hauptsächlich in drei Punkten:

1. Ungleichmäßigkeiten in der Art des Ladegutes, vor allem im Feuchtigkeitsgehalt;
2. Ungleichmäßigkeiten in der Schwadstärke;
3. Geländeunebenheiten, die keine gleichmäßige Ladearbeit erlauben.

Um den Einfluß dieser Punkte möglichst klein zu halten, wurde eine ebene Wiese mit einem gleichmäßigen Bestand gewählt und sorgfältig geschwadet. Da die Versuche in eine Schönwetterperiode fielen, war auch die Gutfeuchte relativ gleichmäßig. Dennoch ergaben sich Unterschiede vor allem in der Schwadstärke und damit auch in der Ladeleistung, die einen direkten Vergleich der einzelnen Ladesysteme erschweren. Aus diesem Grunde sollen zukünftig die Feldversuche durch Messungen auf einem Ladewagenprüfstand mit gleichmäßiger Zuführung des Gutes ergänzt werden.

2.2. Methode

Trotz Beachtung des obengenannten stellte sich schon bei Vorversuchen heraus, daß das registrierte Drehmoment nicht nur dem typischen Verlauf des Fördervorganges folgt, sondern auch in seiner absoluten Höhe den noch vorhandenen Ungleichmäßigkeiten im Schwad, so daß eine feinere Gegenüberstellung der Meßwerte ohne weiteres nicht möglich ist. Um jedoch die erwünschte Gegenüberstellung der Meßwerte zu erhalten, wird ein Vergleichsfaktor k , die spezifische Antriebsleistung, eingeführt. Dazu war es notwendig, folgende Werte zu messen:

Q = Wagenladung [dz];

t = Beladezeit für die Menge Q [h];

M_d = Mittleres Zapfwellendrehmoment [mkp];

n = Zapfwelldrehzahl [U/min].

Daraus lassen sich berechnen:

- 2.2.1. Die mittlere Antriebsleistung N
(im folgenden auch mittlerer Leistungsbedarf genannt)

$$N = \frac{M_d \cdot n}{716.2} \text{ [PS].}$$

- 2.2.2. Die mittlere Ladeleistung L

$$L = \frac{Q}{t} \text{ [dz/h].}$$

- 2.2.3. Der Vergleichsfaktor beziehungsweise die spezifische Antriebsleistung k
(im folgenden auch spezifischer Leistungsbedarf genannt)

$$k = \frac{N}{L} \left[\frac{\text{PS}}{\text{dz/h}} \right].$$

2.3. Ermittlung der Meßwerte

2.3.1. Wagenladung Q

Die Wagenladung Q entsprach einer Schwadlänge von jeweils 230 m. Dies ergab gerade eine Menge, die noch nicht in den Laderaum gepreßt werden mußte. Dieses Pressen mußte vermieden werden, um die Drehmomentenmessungen nicht ungünstig zu beeinflussen. Das Gewicht der Wagenladung Q wurde mit einer Fuhrwerkswaage bestimmt.

2.3.2. Zeit t

Die Zeit t wurde mit der Stoppuhr gemessen. Es wurde also zu Beginn und am Ende des 230 m langen Schwades gestoppt. Dabei wurde die Zeit t in etwa so durch die Schleppergeschwindigkeit vorbestimmt, daß sich normale Ladeleistungen ergaben. Damit während des Messens keine Störungen auftraten, wurde absichtlich nicht mit größtmöglicher Ladeleistung gefahren. Während aller Versuche wurde die Schleppergeschwindigkeit konstant gehalten.

2.3.3. Drehmoment M_d

Die Registrierung des Drehmomentes M_d erforderte bei dieser Untersuchung den größten meßtechnischen Aufwand. Die Aufnahme erfolgte auf elektronischer Basis mit Dehnungsmeßstreifen. Die Drehmomentenmeßnabe (Bild 12) wird auf die Zapfwelle des Schleppers gesteckt und somit zwischen Schlepper und dem Lademechanismus des Wagens geschaltet. Die Meßnabe gibt die dem Drehmoment proportionalen elektrischen Werte über ein Meßkabel an den hinten angehängten Meßwagen (Bild 13) weiter. In dem Meßwagen befinden sich die Geräte zur Verstärkung und Registrierung des Meßwertes. Über die Grundausrüstung des Meßwagens wurde bereits näher berichtet [3]. Die Registrierung des Drehmomentes erfolgte bei einem Versuch während der ganzen Ladezeit. Da dem Drehmoment höherfrequente Schwingungen überlagert sind, wurden diese noch vor der Registrierung über 16 Hz abgefiltert. Dadurch kann das Diagramm leicht über die ganze Länge planimetriert werden, um den Mittelwert zu erhalten.

2.3.4. Drehzahl n

Die Drehzahl n ist bei der auftretenden geringen Leistung und der ausreichenden Schlepperstärke von 35 PS als nahezu konstant ermittelt worden. Dazu diente ein normaler Drehzahlmesser.

3. Ergebnisse

3.1. Leistungsbedarf und Antriebskontinuität bei den Förderorganen

Der Leistungsbedarf der Förderorgane der Wagen (1), (3) und (4) konnte auf dem gleichen Versuchsgelände gemessen werden. Wagen (2) stand leider nur zu einem späteren Zeitpunkt zur Verfügung und kann daher hier nicht berücksichtigt werden, sondern läßt nur einen Vergleich mit und ohne Schneideinsatz zu. Wie bereits ausgeführt, sind Vergleiche zwischen den einzelnen Fördersystemen, hinsichtlich des Leistungsbedarfes nur über den Wert k möglich, der den Leistungsbedarf je dz/h Ladeleistung angibt. Auch die auftretenden PS-Spitzen können aus den gleichen Gründen nicht direkt, sondern nur unter gleichzeitiger Berücksichtigung des mittleren Leistungsbedarfes miteinander verglichen werden. Die Meßwerte sind in Bild 14 und Tafel 1 dargestellt.

3.1.1. Leerlaufleistungsbedarf N_L

Der Leerlaufleistungsbedarf N_L bewegt sich bei den einzelnen Fördersystemen in den Grenzen von 1,07 bis 1,74 PS und damit in einer recht niedrigen Größenordnung.

3.1.2. Mittlerer Leistungsbedarf N

Der mittlere Leistungsbedarf N liegt bei den erzielten Ladeleistungen von 120,92 bis 217,35 dz/h (die in etwa auch den praktischen Verhältnissen entsprechen) in der Größenordnung von 3,40 bis 6,48 PS. Es ist bemerkenswert und spricht für das Prinzip des Ladewagens (mechanische Förderung, im

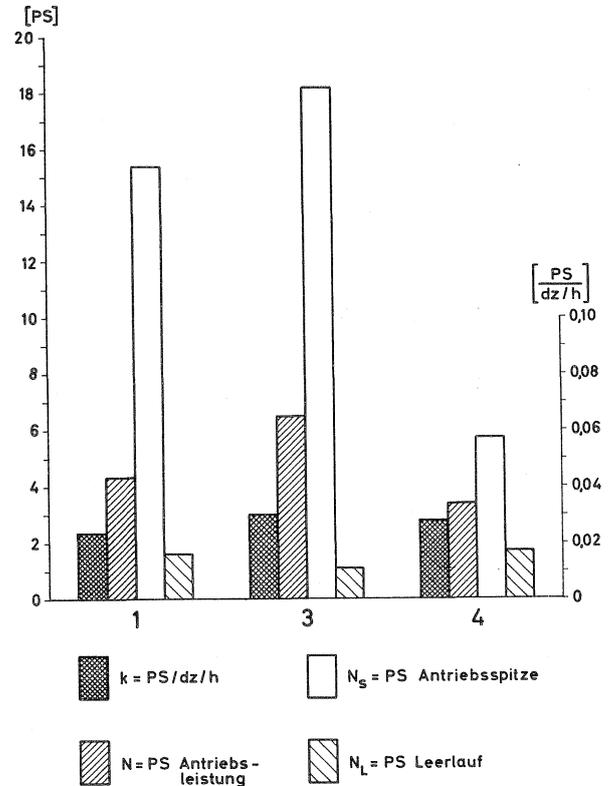


Bild 14: Graphische Darstellung der Meßergebnisse bei den Förderorganen
1 Wagen (1) — Förderschwinde; 3 Wagen (3) — geteilte Förderschwinde;
4 Wagen (4) — Rechenkette

Gegensatz zur pneumatischen Förderung beim Feldhäcksler), daß mit derart niedrigen Antriebsleistungen solch hohe Ladeleistungen erzielt werden können.

3.1.3. Spezifischer Leistungsbedarf k

Unter Berücksichtigung der jeweils erzielten Ladeleistung kann der spezifische Leistungsbedarf (Vergleichsfaktor k) ermittelt werden. Ob dieser k -Wert gegebenenfalls von der absoluten Höhe der Ladeleistung abhängt, kann erst in Prüfstandversuchen geklärt werden. Es ist immerhin denkbar, daß der spezifische Leistungsbedarf eines Ladewagen-Förderorgans mit steigender Ladeleistung entweder geringer wird, da auch der Leerlaufanteil abnimmt, oder aber andererseits durch steigende Reibung im Förderkanal zunimmt. Unter diesen Einschränkungen lassen sich Unterschiede zwischen den verschiedenen Fördersystemen erkennen, da der k -Wert in den Grenzen von 0,023 bis 0,030 PS je dz/h Ladeleistung variiert, also in einer Größenordnung von etwa 30 % (gemessen am Kleinstwert). Es ist jedoch erstaunlich, daß gerade das Fördersystem mit der niedrigsten Leerlaufleistung (Wagen 3) den höchsten spezifischen Leistungsbedarf erfor-

Tafel 1: Versuchsbedingungen und Meßergebnisse
„Förderorgane“

Wagen-Nr.	Futterart	Trockenmasse	Ladeleistung L	M_d	Mittlerer Leistungsbedarf N	Vergleichsfaktor k	Antriebspitze N_s	Leerlaufleistung N_L
		[%]	[dz/h]	[mkp]	[PS]	[PS/h/dz]	[PS]	[PS]
1 (Förderschwinde)	Anwelkgras 2. Schnitt	46,25	192,20	5,35	4,33	0,023	15,39	1,62
3 (geteilte Förderschwinde)	Anwelkgras 2. Schnitt	46,00	217,35	8,00	6,48	0,030	18,22	1,07
4 (Rechenkette)	Anwelkgras 2. Schnitt	56,25	120,92	4,20	3,40	0,028	5,75	1,74

dert, diese Erscheinung kann hauptsächlich dadurch erklärt werden, daß bei dieser dreiteiligen Förderschwinde bei jedem Förderhub jeweils nur $\frac{1}{3}$ des Futterstranges angehoben wird und dadurch eine Reiß- und Scherwirkung entsteht. Bestärkt wird diese Annahme durch die Feststellung, daß bei Rübenblatt eine starke Vermusung eintritt, obwohl gerade die dreiteilige Schwinde eine schonende Förderung bewirken soll. Nicht zuletzt ist an dieser Erscheinung auch die hohe Fördergeschwindigkeit beteiligt, die andererseits wiederum hohe Ladeleistungen erlaubt.

3.1.4. Antriebskontinuität

Wesentlich entscheidender und hinsichtlich der praktischen Auswirkung interessanter als die Unterschiede im spezifischen Leistungsbedarf sind die verschiedenen hohen Spitzenbelastungen N_S , die einen eindeutigen Zusammenhang mit dem Fördersystem erkennen lassen. Auch hier können die absoluten Werte nicht direkt miteinander verglichen werden, sondern sinnvoll nur das Verhältnis von mittlerem Leistungsbedarf N zur Antriebsspitze N_S . Für eine möglichst gleichmäßige Förderung, die eine gute Antriebskontinuität mit sich bringt, wäre es erwünscht, wenn beide Werte dicht beieinander liegen.

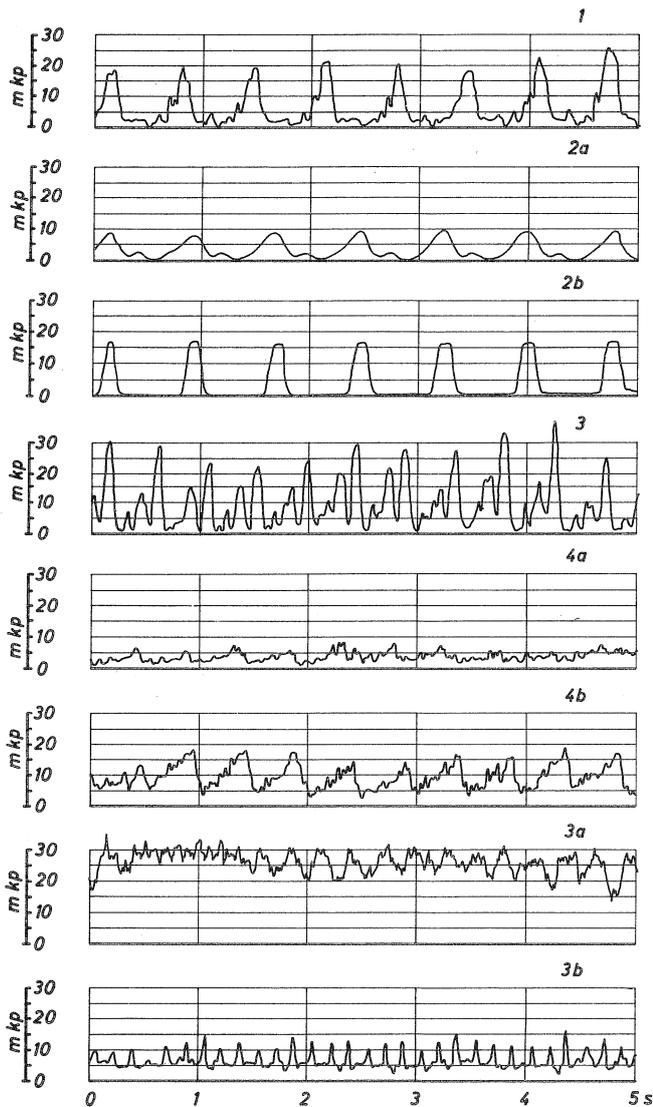


Bild 15: Typischer Zapfwellen-Drehmomentenverlauf von Förderorganen, Schneidvorrichtungen und Abladeverteiler

Kurve 1 Wagen (1) — Förderschwinde;
 Kurve 2 a Wagen (2) — Förderschwinde, ohne Schneidvorrichtung;
 Kurve 2 b Wagen (2) — Förderschwinde, mit Schneidvorrichtung;
 Kurve 3 Wagen (3) — geteilte Förderschwinde;
 Kurve 4 a Wagen (4) — Rechenkette, ohne Schneidvorrichtung;
 Kurve 4 b Wagen (4) — Rechenkette, mit Schneidvorrichtung;
 Kurve 3 a Wagen (3) — mit Abladeverteiler, 173,46 dz/h Abladeleistung;
 Kurve 3 b Wagen (3) — mit Abladeverteiler, 35,70 dz/h Abladeleistung.

Bei Wagen (4) (Rechenkette) liegen die Leistungsspitzen N_S bei 5,75 PS und damit nur um etwa 70 % höher als der mittlere Leistungsbedarf N . Diese Zusammenhänge ergeben sich daraus, daß die drei Rechen in schneller Folge (115 Förderhübe/min) das Ladegut in kleinen Portionen ohne Reißwirkung durch den Förderkanal bringen. Auch die Drehmomentenkurve läßt diesen gleichmäßigen Verlauf erkennen (Bild 15, Kurve 4a).

Obwohl auch Wagen (3) mit einem dreiteiligen Fördergerät arbeitet, tritt hier mit 18,22 PS eine wesentlich höhere Spitzenbelastung auf. Der Grund liegt nicht allein in der höheren Ladeleistung, da die Spitzen um 180 % höher als die mittlere Antriebsleistung liegen (siehe Bild 15, Kurve 3). Vielmehr zeigt es sich im praktischen Betrieb, daß ein Teil des hochgeförderten Ladegutes beim Nachfassen der Mitnehmer wieder im Kanal herabfällt und den nächsten Förderhub zusätzlich belastet. Dieser Vorgang läßt sich bei fast allen Förderschwingensystemen beobachten und muß in Kauf genommen werden.

Die höchsten Differenzen im Drehmomentenverlauf zeigt Wagen (1). Hier liegen die gemessenen Spitzen mit 15,39 PS sogar um 250 % höher als der mittlere Leistungsbedarf. Die Erklärung findet sich darin, daß bei dieser einteiligen Förderschwinde nur 80 Förderhübe/min erfolgen und dadurch die jeweils geförderte Futtermenge relativ groß ist. Auch hier kann das Zurückfallen einer gewissen Futtermenge beobachtet werden (siehe auch Bild 15, Kurve 1).

Nun ist jedoch der Drehmomentenverlauf bei einem Fördersystem allein noch kein Bewertungsmaßstab für den praktischen Nutzen. Es hat sich nämlich gezeigt, daß gerade die Förderschwinde aufgrund ihrer einfachen Bauweise recht funktionssicher ist und auch den Ladeschwad gut portionsweise zerreißt (den letzten Vorteil kann übrigens auch der Rechenkettenträger für sich buchen), was sich günstig für den Einlagerungsvorgang auswirken kann. Trotzdem sollte vor allem im Hinblick auf die Verminderung der Schlepperbelastungen eine Verbesserung des Momentenverlaufes in derartigen Förderorganen gefordert werden. Nicht zuletzt wirkt sich dies auch günstig auf die gesamte Beanspruchung des Ladewagens aus.

3.2. Schneidvorrichtungen

Die bei der Überprüfung der Schneidvorrichtungen ermittelten Meßwerte erlauben nicht den Vergleich von einer Schneidvorrichtung zur anderen, da einmal eine unterschiedliche Schnittlänge vorliegt und die Messungen nicht unter gleichen Bedingungen durchgeführt werden konnten. Für die vorliegende Aufgabenstellung ist jedoch der Vergleich desselben Ladewagens mit und ohne Schneidvorrichtung bedeutungsvoller (Bild 16 und Tafel 2).

3.2.1. Leerlauf-Leistungsbedarf N_L

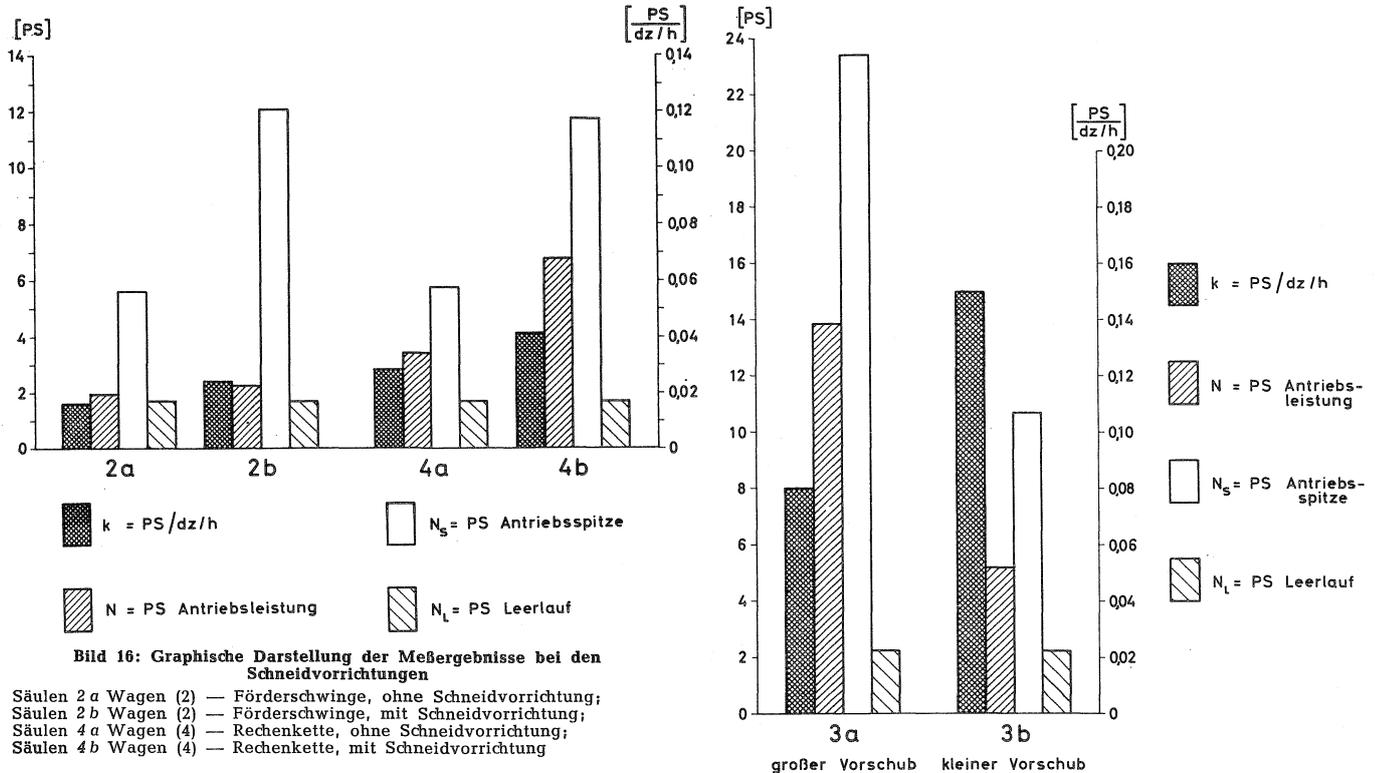
Es zeigte sich, daß der Leerlauf-Leistungsbedarf N_L durch den Einbau der Schneidvorrichtungen nicht meßbar beeinflußt wird.

3.2.2. Mittlerer Leistungsbedarf N

Es ist verständlich, daß der mittlere Leistungsbedarf N durch die Verwendung der Schneidvorrichtungen erhöht wird. Die Meßwerte für Laden und Schneiden liegen jedoch mit 2,23 PS bei Wagen (2 b) und 6,76 PS bei Wagen (4 b) in einer Höhe, die erkennen läßt, daß der Schneidvorgang im Ladewagen keinen untragbar hohen Leistungsbedarf erfordert. Ein direkter Vergleich kann wiederum nur angestellt werden, wenn die unterschiedliche Ladeleistung berücksichtigt wird. Während die Schneidvorrichtung von Wagen (2 b) eine Verringerung der Ladeleistung verursachte (Ansprachen der Rutschkupplung bei größerem Durchsatz), ergab sich bei Wagen (4 b) keine Einschränkung in dieser Richtung.

3.2.3. Spezifischer Leistungsbedarf k

Bei der Errechnung des spezifischen Leistungsbedarfes k er-



gibt sich für den Vorgang des Ladens und Schneidens in Wagen (2 b) (zehn bewegte Messer mit 12 cm Abstand) ein Wert von 0,024 PS je dz/h Ladeleistung, der um 50 % höher liegt als ohne Schneidvorrichtung. Damit ist bewiesen, daß das Schneiden von Ladewagengut selbst bei zähem Futter (Wiesengras im 3. Schnitt, 35,8 % TM) prinzipiell mit geringem zusätzlichen Leistungsbedarf durchgeführt werden kann, vor allem wenn es gelingt, die Spitzenbelastungen mehr als bisher zu senken. Auch bei der Schneidvorrichtung von Wagen (4 b) (vier feststehende Messer mit 30 cm Abstand) liegen ähnliche Verhältnisse vor. Hier wurde mit 0,041 PS je dz/h Ladeleistung ein um etwa 45 % höherer k -Wert als ohne Schneidvorrichtung ermittelt. Zu berücksichtigen ist allerdings, daß hierbei der Abstand der feststehenden Messer mit 30 cm relativ groß ist.

Bild 17: Graphische Darstellung der Meßergebnisse beim Abladeverteiler
 Säulen 3 a Wagen (3) mit Abladeverteiler, 173,46 dz/h Abladeleistung
 Säulen 3 b Wagen (3) mit Abladeverteiler, 35,70 dz/h Abladeleistung

3.2.4. Antriebskontinuität

Es könnte vermutet werden, daß bei Verwendung einer Schneidvorrichtung im Ladewagen die Spitzenbelastung noch stärker wird, da jede Schneidvorrichtung den Fluß des Ladegutes durch den Förderkanal behindert. Diese Annahme trifft für Wagen (2 b) auch voll zu. Hier liegen die Antriebsspitzen N_s mit 12,08 PS um 440 % höher als der mittlere Leistungsbedarf N , während ohne Schneidvorrichtung nur eine Erhöhung um 230 % gemessen wurde (siehe auch Bild 15, Kurve 2 b). Daß nicht noch höhere Spitzenbelastungen auf-

Tafel 2: Versuchsbedingungen und Meßergebnisse „Schneidvorrichtungen“

Wagen-Nr.	Futterart	Trockenmasse	Ladeleistung L	M_d	Mittlerer Leistungsbedarf N	Vergleichsfaktor k	Antriebsspitze N_s	Leerlaufleistung N_L
		[%]	[dz/h]	[mkp]	[PS]	[PS/h/dz]	[PS]	[PS]
2 a (ohne Schneidvorrichtung)	Anwelkgras 3. Schnitt	35,80	119,66	2,50	1,95	0,016	5,59	1,72
2 b (mit Schneidvorrichtung — zehn bewegte Messer mit 12 cm Abstand)	Anwelkgras 3. Schnitt	35,80	92,40	2,85	2,23	0,024	12,08	1,72
4 a (ohne Schneidvorrichtung)	Anwelkgras 3. Schnitt	56,25	120,92	4,20	3,40	0,028	5,75	1,74
4 b (mit Schneidvorrichtung — vier feststehende Messer mit 30 cm Abstand)	Anwelkgras 3. Schnitt	56,25	164,60	8,35	6,76	0,041	11,78	1,74

**Tafel 3: Versuchsbedingungen und Meßergebnisse
„Abladeverteiler“**

Wagen-Nr.	Futterart	Trocken-	Ablade-	M_d	Mittlerer	Vergleichs-	Antriebs-	Leerlauf-
		masse	leistung L		Leistungs-			
		[%]	[dz/h]	[mkp]	[PS]	[PS/h/dz]	[PS]	[PS]
3 a (Kratzbodenvorschub 1,11 m/min)	Anwelkgras 2. Schnitt	51,37	173,46	17,75	13,88	0,08	23,46	2,24
3 b (Kratzbodenvorschub 0,33 m/min)	Anwelkgras 2. Schnitt	51,37	35,70	6,65	5,20	0,15	10,71	—

treten, ist der gefederten Anbringung dieser Schneidvorrichtung zu verdanken, die eine gewisse Futtermenge puffern kann. Demgegenüber ergibt sich bei Wagen (4 b) die Feststellung, daß durch den Schneidvorgang keine prozentual höheren Spitzen auftreten. Hier lagen die gemessenen Werte mit 11,78 PS nur um 75 % über dem mittleren Leistungsbedarf, gegenüber 70 % ohne Schneidvorrichtung (siehe auch Bild 15, Kurve 4 b). Die Erklärung für diese Zusammenhänge ist weniger in der Konstruktion und Funktion der Schneidvorrichtung zu suchen, sondern in der Ausbildung des Förderorgans. Es ist anzunehmen, daß bei Fördersystemen mit sehr ungleichmäßiger Förderung und damit hohen Spitzenbelastungen diese durch den Einbau einer Schneidvorrichtung noch mehr verstärkt werden, während andererseits in Förderorganen mit gleichmäßigem Fluß des Ladegutes eine Schneidvorrichtung zwar einen insgesamt höheren Leistungsbedarf, aber keinen prozentualen Anstieg der Antriebsspitzen verursacht. Die weitere Entwicklung der Schneidvorrichtungen im Ladewagen wird daher eng mit einer Verbesserung des Fördervorganges verknüpft sein müssen, denn bei der Verwendung einer Schneidvorrichtung entfällt das wichtigste Argument für eine stoßweise Förderung, nämlich das portionsweise Zerreißen des Ladeschwades.

3.3. Abladeverteiler

Die Messungen am Abladeverteiler (Bild 17 und Tafel 3) wurden mit größtem und kleinstem Kratzbodenvorschub durchgeführt. Beim größten Vorschub (1,11 m/min) ergab sich eine Abladeleistung von 173,46 dz/h, beim kleinsten Vorschub (0,33 m/min) wurden 35,70 dz/h entladen.

Beide Werte liegen über der Förderleistung eines Gebläses oder Gebläsehäckslers mit 8- bis 10-PS-Motor. Deshalb stößt das Abladen mit dem Abladeverteiler selbst bei kleinstem Kratzbodenvorschub noch auf Schwierigkeiten (ständiges Ein- und Ausschalten des Kratzbodens).

Der Leerlaufleistungsbedarf N_S wurde mit 2,24 PS ermittelt. Der mittlere Leistungsbedarf N ist abhängig vom Kratzbodenvorschub beziehungsweise von der Entladeleistung. Er betrug beim kleinsten Vorschub 5,20 PS und beim größten 13,88 PS. Die Antriebsspitzen (siehe auch Bild 15, Kurve 3 a und 3 b) lagen mit 10,71 PS bei kleinstem Vorschub um 106 % und bei größtem Vorschub um 69 % über den Mittelwerten.

Diese Werte zeigen, daß ein mechanisches Verteilen von Ladewagengut ohne großen Leistungsbedarf und hohe Spitzenbelastungen durchaus möglich ist. Unter praktischen Bedingungen ist in der Regel aber selbst die kleinste Abladeleistung mit 35 dz/h noch zu hoch, da die Leistung der vorhandenen Gebläse mit Elektromotor aufgrund zu niedriger Anschlußwerte meist auf 25 bis 30 dz/h begrenzt ist. Da jedoch der Abladeverteiler nur einen geringen Teil der Schlepperleistung beansprucht, sollte man versuchen, ein leistungsfähiges Gebläse über den schon vorhandenen Zapfwelldurchtrieb direkt vom Abladeverteiler her anzutreiben. Dann ließe sich auch eine höhere Abladeleistung erzielen.

4. Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen ergeben im wesentlichen, daß der mittlere Leistungsbedarf der Förderorgane von Ladewagen in recht niedrigen Größenordnungen liegt. Bedeutungsvolle Unterschiede zwischen verschiedenen Fördersystemen ergeben sich vor allem hinsichtlich der Spitzenbelastungen. Hier sind noch Verbesserungen erforderlich, um eine günstige Antriebskontinuität zu erreichen. Einige Wege hierzu sind bereits erkennbar.

Auch das Zerkleinern von Langgut mit Hilfe der neu aufkommenden Schneidvorrichtungen im Ladewagen läßt sich prinzipiell mit geringem Leistungsbedarf durchführen, doch hängen Funktion und auftretende Spitzenbelastungen hierbei stark von der mehr oder weniger gleichmäßigen Arbeitsweise der Förderorgane ab.

Der Abladeverteiler ermöglicht die mechanische Beschickung von Stetigförderern mit durchaus tragbarem Leistungsbedarf. Für die vielfach vorhandenen leistungsschwachen Gebläse mit Elektromotor ist die kleinste Abladeleistung jedoch noch zu hoch. In der Regel dürfte die überschüssige Schlepperleistung noch zum Antrieb eines leistungsfähigen Fördergebläses ausreichen, wodurch sich eine bessere Abstimmung der Leistung von Abladeverteiler und Gebläse erzielen läßt.

Schrifttum

- [1] SCHULZ, H.: Abladen und Fördern von Ladewagengut. Landtechnik 21 (1966), S. 192—198
- [2] DOHNE, E.: Typentabelle Ladewagen. „KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik“ F-WA 221. Frankfurt 1964
- [3] HERPPICH, R.: Meßwagen unter besonderer Berücksichtigung der Stromversorgung. Landtechnische Forschung 15 (1965), S. 84 - 87

Stand der Entwicklung beim Ladewagen

Von Heinz Schulz, Anton Grimm und Karlheinz Ullrich, Weihenstephan

Die Entwicklung des Ladewagens brachte eine Reihe von Problemen beim Einsatz und der Konstruktion. Leider standen zu deren Lösung in der ersten Zeit seiner Entwicklung Industrie und Praxis ziemlich allein da. Wissenschaft und Beratung hingegen wetteiferten oftmals in der Klärung der Frage, ob dem Ladewagen überhaupt die Bedeutung zukomme, auf welche die hohen Verkaufsziffern hinweisen.

Aus diesem Grund wird in einer bereits seit mehreren Jahren laufenden Arbeit über den Ladewagen und seine Arbeitsketten, die vorwiegend mit KTL-Mitteln durchgeführt wurden, versucht, den ganzen Fragenkomplex um den Ladewagen zu erfassen. Neben den technisch-konstruktiven Untersuchungen, wie etwa an Förderorganen, Schneidvorrichtungen und anderen Einzelbauteilen, werden dabei vor allem auch die Probleme des Einsatzes sowie des Weiterförderns, Konservierens und Fütterns von Ladewagengut behandelt. In diesem Rahmen kann jedoch nur über einen Teil dieser Ergebnisse berichtet werden. Umfangreichere Ausführungen erscheinen in einer zusammenfassenden Veröffentlichung über die am 20. und 21. 9. 1966 in Weihenstephan durchgeführte Ladewagentagung in der KTL-Schriftenreihe „Berichte über Landtechnik“, sowie in einem Sonderheft der „Landtechnik“, das ausschließlich dem Ladewagen gewidmet sein wird.

Bauarten und Technik des Ladewagens

Zur Zeit stellen 44 Landmaschinenfirmen Ladewagen in 138 verschiedenen Ausführungen her¹⁾. Die Vielzahl der Ausführungen ist in erster Linie auf folgende Grundbauweisen zurückzuführen:

1. Einachsige oder zweiachsige Wagen mit Anbaumöglichkeit für Ladeorgan oder Dungstreuwerk am Heck.
2. Einachsige Universalladewagen mit vorn liegendem Ladeorgan und Anbaumöglichkeit für ein Dungstreuwerk am Heck.
3. Einachsige und zweiachsige Spezialladewagen mit vorne oder auch zwischen den Achsen liegendem Ladeorgan.
4. Einachsige Spezialladewagen mit Schwenkeichsel für Seitenanhangung.

Die Verkaufsanteile der verschiedenen Ladewagenausführungen zeigen, daß die Tendenz eindeutig zu Spe-

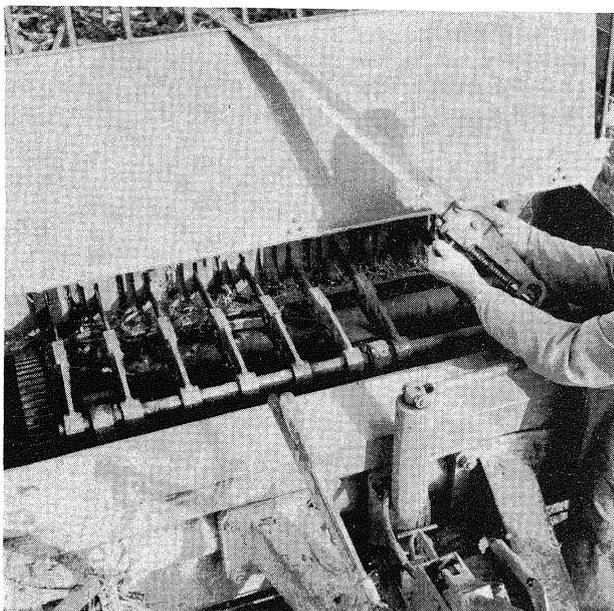


Abb. 1: Neuartiges Schneidwerk mit bewegten Messern nach dem Sägegatterprinzip und einfachem Antrieb direkt durch die Schwinge

zialladewagen geht, von denen jeweils etwa die Hälfte als Hochlader mit Normalspurweite und die andere Hälfte als Tieflader mit verbreiteter Spurweite gebaut werden.

Die Pick-up-Trommel zum Aufnehmen des Futters vom Boden ist heute im allgemeinen mit Federstahlzinken ausgerüstet. Von den beiden Möglichkeiten, die Pick-up gezogen oder geschoben anzubringen, wird zu gleichen Teilen Gebrauch gemacht. Die Tastrollen, welche die Pick-up-Trommel gegen den Boden abstützen, sind entweder seitlich beziehungsweise nachlaufend oder in der Mitte hinter der Pick-up-Trommel als Zwillingssrad angebracht. Einige Lösungen befriedigen hier noch nicht. So halten seitlich vorlaufende Tastrollen in ungleichmäßig breit gezogenen Schwaden immer wieder das Futter fest und verursachen eine unsaubere Futteraufnahme und seitliche Verstopfungen.

Bei den Förderorganen, die den Weitertransport des Futters auf den Kratzboden im Laderaum übernehmen, lassen sich grundsätzlich fünf Typen unterscheiden. Förderschwinde, Fördertrommel, Schubstange, Rechenkette und Förderschnecke. Nach Dohne verteilte sich im letzten Jahr das Angebot der verschiedenen Förderorgane wie folgt: Förderschwinde 65%, Fördertrommel 16%, Schubstange 10%, Rechenkette 7% und Förderschnecke 2%.²⁾

Vergleichende exakte Untersuchungen der Landtechnik Weihenstephan²⁾ haben gezeigt, daß der mittlere Zapfwellenleistungsbedarf der verschiedenen Förderorgane mit 2 bis 3,5 PS in verhältnismäßig niedrigen Größenordnungen liegt. Größere Unterschiede zwischen den verschiedenen Förderorganen ergeben sich hinsichtlich der Spitzenbelastungen, die bei Grüngut zwischen 3,5 und 6,5 PS schwanken. Zusätzlich ist noch mit einem weiteren Anteil von 2–6 PS für das Pressen zu rechnen, so daß für den gesamten Ladevorgang ein mittlerer Leistungsbedarf von 4–9,5 PS, bei Spitzen bis zu 12,5 PS erforderlich wird. Verbesserungen sind hier noch notwendig, um eine günstigere Antriebskontinuität zu erreichen. Varianten der genannten Fördersysteme wie Doppelschwinge, geteilte Schwinge und Fördertrommel mit gesteuerten oder versetzten Mitnehmerfingern verfolgen mit mehr oder weniger Erfolg neben der gleichmäßigeren, schonenderen Förderung des Ladewagengutes das Ziel, einen ausgeglicheneren Drehmomentenverlauf zu erreichen.

Schneidvorrichtungen mit feststehenden oder bewegten Messern werden heute von fast allen Ladewagenherstellern angeboten. Das Typenangebot der Schneidwerke mit feststehenden Messern überwiegt und macht etwa Dreiviertel des gesamten Angebotes aus.

Die feststehenden Messer sind meist in schräger Stellung im Förderkanal angebracht. Überstreichen die in der Regel als Doppelfinger ausgebildeten Mitnehmer des Förderorgans das gesamte Messer von unten nach oben, so entsteht der für Belastung und Schneideffekt vorteilhafte ziehende Schnitt. Ziehen sich dagegen die Mitnehmer vorzeitig aus dem Förderkanal zurück, so daß die im Förderkanal zurückgebliebene Ladeportion erst durch den Preßdruck der nachfolgenden Förderportionen geschnitten wird, kommt ein weniger vorteilhafter stoßender Schnitt zustande. Der gleiche Effekt tritt auch bei solchen Schneidwerken auf, deren Messerschneiden — entweder durch die Winkelstellung der Messer oder durch die Steuerung der Mitnehmer bedingt — momentartig zum Einsatz kommen.

Die Schneidvorrichtungen mit bewegten Messern liegen am oberen Rand des Förderkanals beziehungsweise direkt über diesem (Abb. 1). Die Messer arbeiten entweder nach dem Sägegatterprinzip als rotierende Scheibmesser oder nach

¹⁾ Dohne, E.: Typentabelle Ladewagen, KTL-Arbeitsblatt Nr. 65

²⁾ Schulz, H., Herrpich, R., Wagner, M.: Untersuchungen über den Leistungsbedarf von Ladewagen, Landtechnische Forschung 16 (1966), H. 2, S. 33–50

dem System des Doppelmessermähwerks. Exakte Prüfstandmessungen haben gezeigt, daß der zusätzliche mittlere Leistungsbedarf der verschiedenen Schneidvorrichtungen bei einem Messerabstand von 20—30 cm zwischen 2 und 5 PS liegt, mit Spitzen bis zu 8,5 PS, so daß insgesamt für Fördern, Pressen und Schneiden mittlere Werte von 6—14,5 PS und Spitzen bis zu 21 PS erforderlich werden können.

Die kleinstmöglichen Messerabstände der zur Zeit auf dem Markt befindlichen Schneidwerke schwanken zwischen 12 und 50 cm. Durch die Herausnahme einzelner oder auch aller Messer kann die Schnittlänge variiert werden.

Die verschiedenen Möglichkeiten zum Ein- oder Ausbau der Messer sind nicht immer zufriedenstellend gelöst. Einrichtungen, bei denen eine Arbeitskraft in der Lage ist, feststehende oder bewegte Messer mit Hilfe von Schnellverschlüssen leicht ein- oder auszubauen, sind vorzuziehen (Abb. 2).

Ladewagen mit Seitenschwenkdeichsel nimmt die Landmaschinenindustrie in immer stärkerem Maße in ihr Programm auf. Die verschiedenen technischen Lösungen der Umschwenkmechanismen haben aber zum Teil noch nicht die Funktionssicherheit erreicht, die zu einer störungsfreien Handhabung notwendig wäre. Dies gilt vor allem für Ladewagen mit solchen Seitenschwenkdeichseln, deren Umschwenkmechanismen durch Anfahren oder Zurückstoßen bedient werden.

Die ursprünglich großenteils aufsteckbaren Dürrfutteraufbauten, zu deren Auf- oder Abbau zwei Arbeitskräfte notwendig waren, werden immer mehr von seitlich klappbaren Aufbauteilen abgelöst, die zur Bedienung nur noch eine Arbeitskraft erfordern. Als sehr gut sind solche Lösungen zu betrachten, deren Dürrfutteraufbauten sich im ganzen parallelogrammartig in kürzester Zeit umlegen und in umgekehrter Richtung wieder aufstellen lassen (Abb. 3).

Die Stabilität der Rückwände, besonders bei Ladewagen ohne Kratzboden-Endausschaltung, muß noch verbessert werden. Bordwandhaken sind als Rückwand-Einzelverschlüsse wenig geeignet. Gut bewähren sich Einzelverschlüsse, die beim Öffnen der Rückwand mit seitlicher Zugrichtung betätigt werden. Am günstigsten ist die Lösung, bei der über einen seitlichen Hebel zwei auf einem waagrecht liegenden Rohr angeschweißte, mit der Öffnung nach unten zeigende Haken gleichzeitig betätigt werden (Abb. 4).

Die Betätigungshebel am Ladewagen sind noch nicht bei allen Fabrikaten so ausgelegt, daß sie vom Schleppersitz aus leicht erreicht werden können. Alle Betätigungshebel sollten möglichst zentral an der Spitze der Deichsel ange-

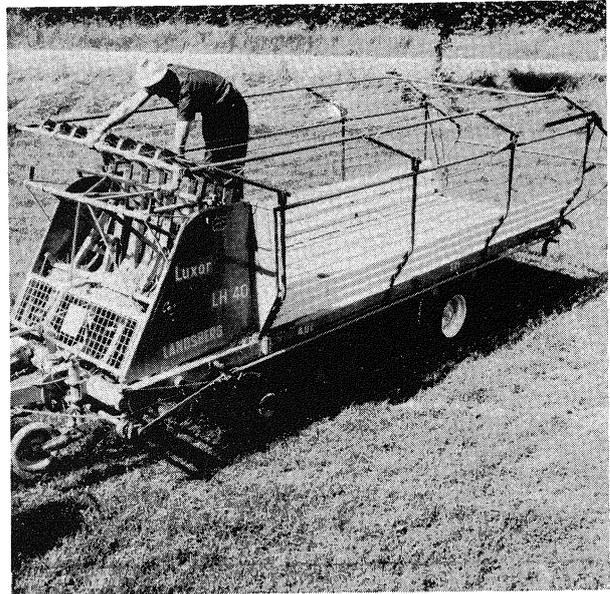


Abb. 3: Beim täglichen Grünfütterholen ist zum Befahren des Futtertisches ein schneller Wechsel zwischen Grüngut- und Dürrfutteraufbau nötig. Hier eine günstige Lösung für einen raschen Umbau in Einmannarbeit

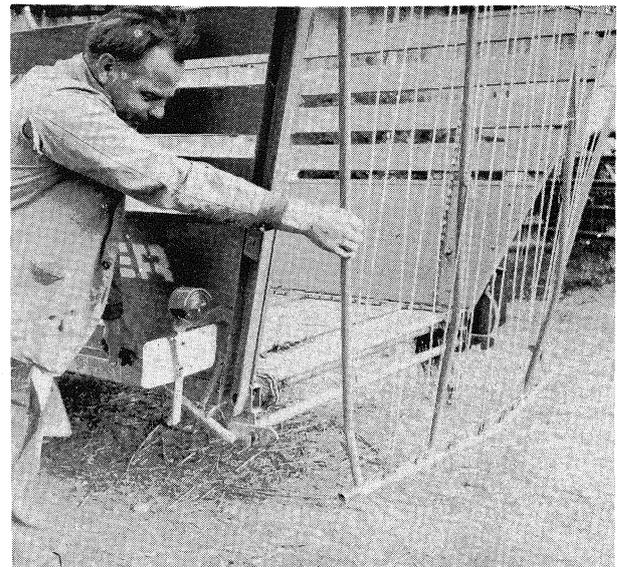


Abb. 4: Wichtig ist auch die Lösung konstruktiver Einzelprobleme am Ladewagen; hier ein zweckmäßiger, mit einem Hebel zu betätigender Rückwandverschluss

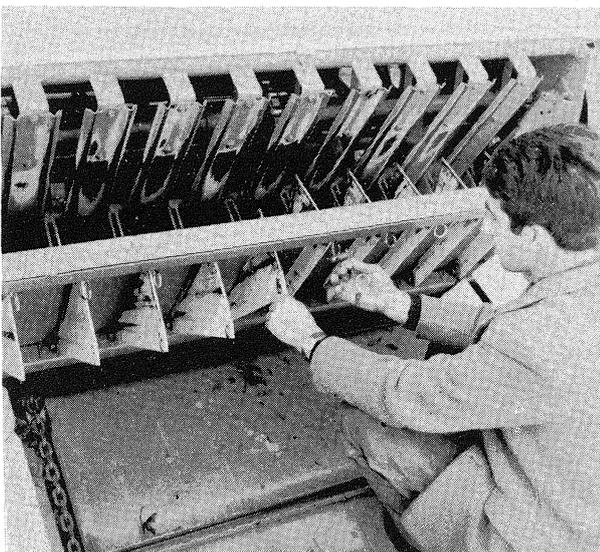


Abb. 2: Beispiel für den leichten, schnellen und werkzeuglosen Ein- und Ausbau von feststehenden Messern mit nur einer Arbeitskraft



Abb. 5: Eine günstige Anordnung der Hebel an der Ladewagendeichsel trägt wesentlich zur Arbeitserleichterung und Unfallverhütung bei

bracht und mit Rücksicht auf die Reitsitze neuerer Schlepper-
typen in ihrer Länge zusätzlich verstellbar sein (Abb. 5).

Eine Abschaltvorrichtung für die Pick-up-Trommel und das
Förderorgan wird erfreulicherweise von immer mehr Firmen
eingebaut. Dies ist nicht zuletzt zur Vermeidung von Un-
fällen beim Abladen wichtig.

Auch bei anderen Bauteilen, zum Beispiel Gelenkwelle,
Stützrad, Aufsteckbremse, oberer Aufbaubegrenzung, Kratz-
boden sowie bei der gesamten Verarbeitung sind günstige
Lösungen bekannt, aber noch nicht in wünschenswertem Um-
fang anzutreffen.

Einsatz des Ladewagens

Charakteristisch für den Ladewagen sind folgende Eigen-
schaften:

1. Lade- und Transportgerät bilden eine geschlossene Ein-
heit.
2. Das Ladegut wird mit Hilfe des Förderorgans und des
Kratzbodens mechanisch in den Wagen geschoben (Preß-
wirkung).
3. Das Ladegut kann unverändert lang, aber auch geschnit-
ten geladen werden, wobei allerdings nicht so kurze
Schnittlängen wie beim Exaktfeldhäcksler erreicht werden
können.

Aus diesen speziellen Merkmalen ergeben sich für den Ein-
satz des Ladewagens folgende Vorteile:

- Die erforderlichen Rüstzeiten sind relativ gering, ebenso
die Störanfälligkeit.
- Schlepper und Ladewagen (als Einachser) bilden ein kur-
zes, sehr wendiges und verhältnismäßig leicht zu bedie-
nendes Gespann.
- Mit dem Ladewagen können nahezu alle Ladegüter auf
dem Feld in Einmannarbeit geladen werden.
- Mit relativ geringen Antriebsleistungen werden sehr
hohe Ladeleistungen erzielt. Auch die Ladegewichte sind
— im Hinblick auf den geringen Laderaum — beachtens-
wert hoch.

Neben den genannten Vorteilen hat der Ladewagen natür-
lich auch Nachteile:

- Bei sehr großen mittleren Feldentfernungen von mehr als
3 km geht die Transportleistung stark zurück.
- In Verbindung mit dem Ladewagen können unter Um-
ständen beim Einlagern und Weitertransport des Lade-

wagengutes auf dem Hof gewisse Schwierigkeiten auftre-
ten, vor allem wenn die höchsten Stufen der Mechni-
sierung in der Innenwirtschaft angestrebt werden.

Als Ladegüter kommen Grünfutter, Rübenblatt, An-
welkgut, Heu, Stroh (lose und in Mähdrescherbunden) sowie
eventuell Silomais in Frage. Die verschiedenen Fördersy-
steme der Ladewagen zeigen bei diesen Ladegütern recht
unterschiedliche Eigenschaften, auf die jedoch hier nur kurz
eingegangen werden kann. Bei Heu und losem Stroh arbei-
ten alle Systeme in etwa gleicher Weise sehr gut. Auch An-
welkgut wird von jedem Fördersystem gut verarbeitet. Für
dieses Gut kommt es mehr auf die Funktion des Schneid-
werkes an. Nicht alle Schneidwerke schneiden Anwelkgut
ausreichend kurz und vor allem genügend exakt.

Größere Unterschiede ergeben sich bei Grünfutter, Rüben-
blatt und Silomais, wenn man die Behandlung des Futters,
die Sauberkeit der Aufnahme sowie die Abhängigkeit von
den Einsatzbedingungen (Futterlänge, Schwadstärke) als Be-
urteilungsmaßstab heranzieht.

Zur Durchführung der Ladearbeiten mit den
verschiedenen Ladegütern sollen noch einige Bemerkungen
gemacht werden.

Bei Grünfutter und eventuell auch bei Rübenblatt steht vor
allem die schonende Behandlung des Futters im Vorder-
grund. Die meisten Fördersysteme laden das Futter genügend
schonend.

Ladewagen mit breiter Spur und schmaler Pick-up-Trommel
überfahren bei der Aufnahme aus dem Mähschwad stehen-
des Futters. Das seitliche Ausschwenken der Deichsel bringt
unter Umständen arbeitswirtschaftliche Vorteile, wenn gleich-
zeitig gemäht und geladen werden soll. Der Dürrfutteraufbau
soll leicht und rasch zum Grünfutteraufbau umzubauen sein.
Der Grünfutteraufbau muß ferner der Stalldurchfahrt ange-
paßt sein.

Rübenblatt kann in der Regel nur aus Längsschwaden auf-
genommen werden (Abb. 6). Bei Heu und losem Stroh, aber
vor allem bei Anwelkgut trägt ein Schneidwerk im Lade-
wagen wesentlich dazu bei, die Weiterförderung auf dem
Hof zu erleichtern. Dasselbe gilt unter Umständen auch für
Grünfutter und Rübenblatt. Unbedingt notwendig ist ein
Schneideinsatz bei Silomais.

Um hohe Ladeleistungen zu erzielen, sind besonders bei
Heu und Stroh möglichst starke Schwaden zu ziehen. Dazu
sowie für die Aufnahme von Mähdrescherbunden ist aber
ein Schlepper mit ausreichender Bodenfreiheit beziehungs-
weise ein Ladewagen mit seitlich ausschwenkbarer Deichsel

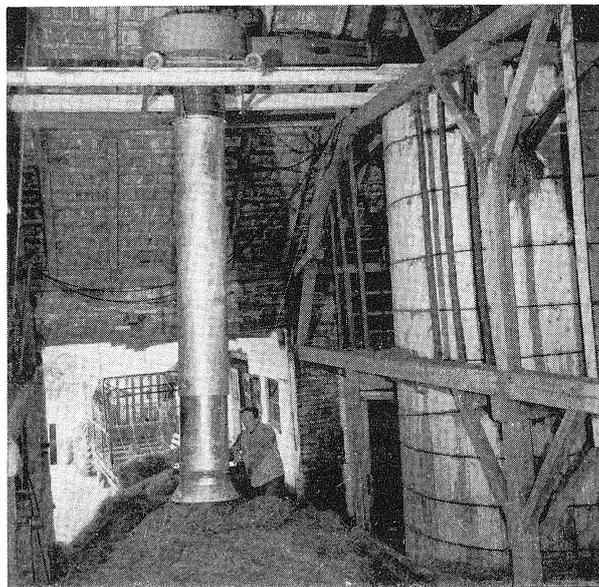
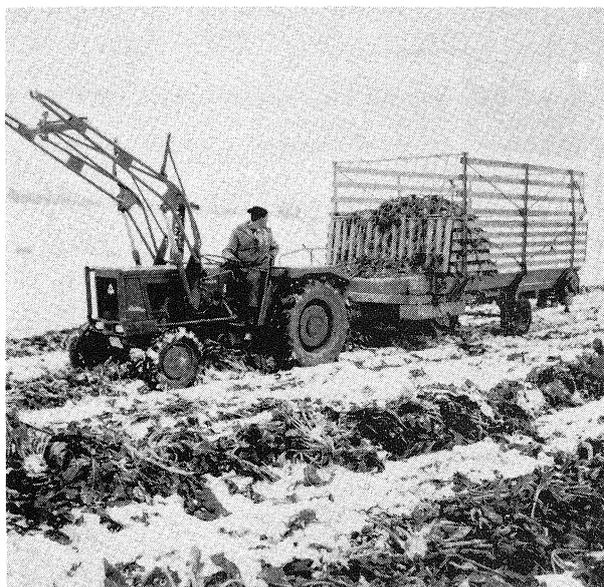


Abb. 6: Auch unter extremen Einsatzbedingungen, wie hier bei verschnittenem Zuckerrübenblatt, kann noch mit einem Ladewagen gearbeitet werden, da er die Schlepperhinterachse günstig belastet — Abb. 7: Teleskop-Sauggebläse bei der Silobefüllung mit schnellentleertem Ladewagengut

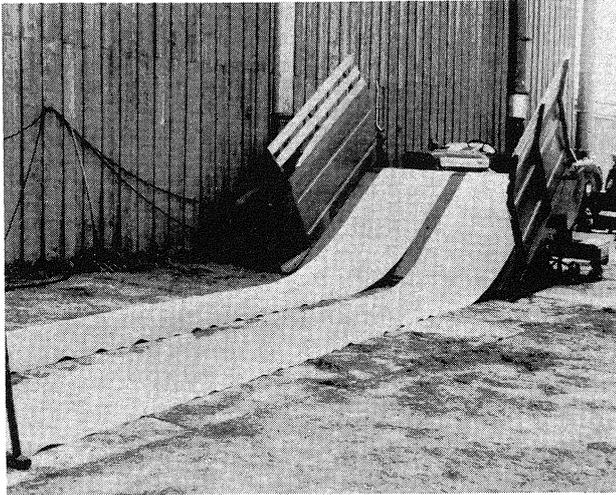


Abb. 8: Zuführeinrichtung zur Gebläsebeschickung von schnellentleertem Ladewagengut. 1. Ausbaustufe für Handzuteilung

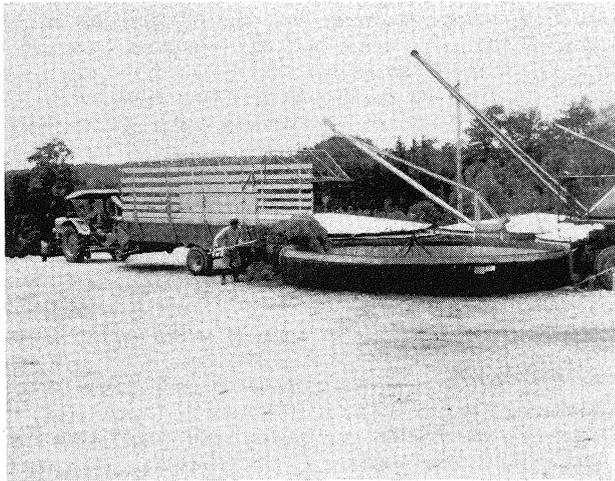


Abb. 9: Tiefsiloanlage mit Ladewagenbefüllung. Die Entnahme erfolgt mit fahrbarem Selbstgreifer

erforderlich. Für das Laden von Mährescherbunden, das erstaunlicherweise mit fast allen Fördersystemen gut funktioniert — die Ladeleistung gleicht etwa der bei Heu und losem Stroh —, ist es außerdem günstig, wenn der Schneideinsatz möglichst schnell und einfach ausgebaut werden kann. Die Verwendung des Ladewagens in Silomais ist etwas umstritten. Der Ladewagen bietet jedoch dem Betrieb, der nur über eine kleine Silomaisfläche verfügt, im übrigen aber ausschließlich ladewagengerechte Güter zu ernten hat, die Möglichkeit, auch diese Arbeit wirtschaftlich zu mechanisieren und dadurch Handarbeit zu sparen. Der Einsatz des Ladewagens in Silomais stellt aber nur für diejenigen Betriebe eine sinnvolle Lösung dar, in denen ein Feldhäcksler in Eigenbesitz unwirtschaftlich ist und in überbetrieblicher Form nicht zur Verfügung steht. Der mit Mähbalken und Schwadableger gemähte Mais wird meist sauber und ohne wesentliche Verluste aufgenommen. Die Ladeleistung liegt mit etwa 200 dz/h sehr hoch, der Ladewagen wird dabei allerdings stark strapaziert. Daß der auf etwa 20 cm vorgechnittene Silomais anschließend noch einen Gebläsehäcksler passieren muß, ist selbstverständlich.

Folgeeinrichtungen des Ladewagens

Auch beim Ladewagen bürgert sich das Denken in Arbeitskettensystemen immer mehr ein. Ähnlich wie in der Häcksellinie gehen auch hier manche Firmen dazu über, ein geschlossenes Programm anzubieten.

Von den bereits in der „Landtechnik“ ausführlich beschriebenen Möglichkeiten sollen hier nur diejenigen gestreift werden, die zur Zeit von der Entwicklung her charakteristisch und interessant erscheinen³⁾.

Die Greiferanlagen aller Art sind durch den Ladewagen wieder in ein neues Licht gerückt worden, weil sie eine funktionssichere und kraftsparende Weiterförderung von Ladewagengut ermöglichen. Einen hohen technischen Entwicklungsstand haben bereits die Drehkran- und Portalanlagen erreicht. Mit einem beweglichen elektrischen oder neuerdings auch hydraulischen Schaltpult kann die Bedienungsperson die Winden von beliebiger Stelle steuern,

³⁾ Schulz, H.: Abladen und Fördern von Ladewagengut, Landtechnik 21 (1966), H. 7, S. 192—198, und H. 9, S. 280—288

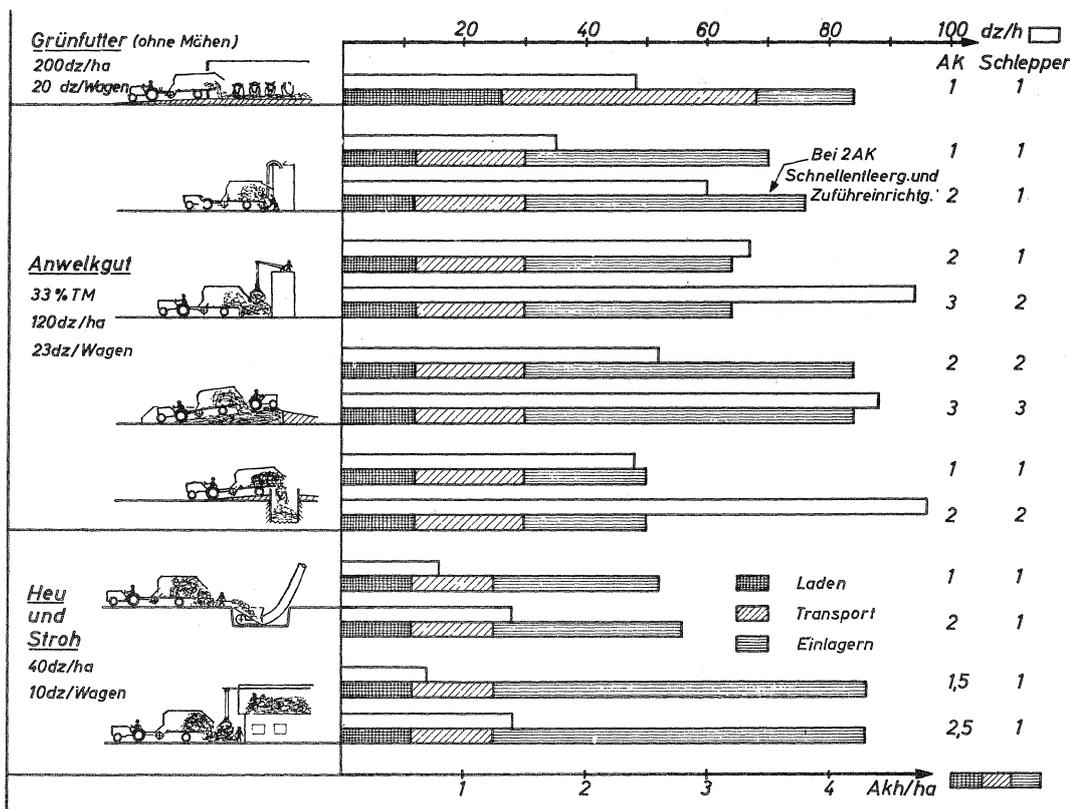


Abb. 10: Arbeitsbedarf (Akh/ha) und Bergeleistung (dz/h) verschiedener Ladewagenketten. (1 km Feldentfernung, 12 km/h)

wodurch das Problem des „Blindgreifens“ gelöst wurde. Schienengreiferanlagen wie der handbetätigte Greiferaufzug oder die Elektro-Greiferbahn eignen sich mehr für universellen Einsatz, also auch für Heu und Stroh. Der Wunsch nach einer selbstgreifenden Zange für den Einseil-Greiferaufzug wurde inzwischen erfüllt, problematisch ist allerdings noch die Verteilung im Silo und das Schwenken des Greifers bei der Entnahme. Ähnlich wie für die Frontladergabeln wurden neuerdings auch für Greiferanlagen Federstahl-Profilzinken entwickelt, die in Kürze zur Verfügung stehen. Die Greiferhersteller sollten die „Ladewagenwelle“ zum Anlaß nehmen, derartige Weiterentwicklungen aufzugreifen und auch der Bedienung des Greifers noch mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Gegenüber den Greifern hat das Gebläse den Vorteil der wesentlich größeren Anpassungsfähigkeit an vorhandene Gebäude. Im Ladewagen vorgeschchnittenes Heu und Stroh läßt sich ohne Probleme Gebläsen aller Art von Hand zuführen. Leistungsstark und auch gegenüber ungleichmäßiger Beschickung relativ unempfindlich sind bei diesen Gütern die einfachen Flügelrad- und Schleusengebläse, besonders bei Schlepperantrieb.

Neu entwickelt wurde speziell auch im Hinblick auf die Verwendung für Ladewagengut das Sauggebläse mit schwenkbarem Teleskoprohr (Abb. 7). Vorgeschchnittenes Ladewagengut, wie Heu, Stroh und Anwelkfutter, wird leicht angesaugt. Die Förderleistung wird vor allem begrenzt durch die Bedienungsperson, die das Rohr über das schnellentleerte Futter führt. Hier kann durch Gewichtsverringering des Ansaugrohrs (Verwendung geeigneter Kunststoffe) noch eine wesentliche Arbeitserleichterung geschaffen werden.

Auch die Hersteller von Höhenförderern und Förderbändern versuchen, diese durch Zuführbänder dem Ladewagen anzupassen.

Nicht ganz zu Unrecht kommt der von konsequent denkenden Wissenschaftlern und Beratern abgelehnte Standhäcksler wieder zu Ehren. Der bekannten Empfehlung „wenn gehäckselt werden muß, dann auf dem Feld“ kann und will die Praxis so pauschal nicht folgen, weil sie zwar Mais und Silofutter, aber nicht immer Grünfütter, Heu, Stroh und Rübenblatt häckseln will. Der Ladewageneinsatz in Verbindung mit dem Standhäcksler ermöglicht es im Gegensatz zum Felddhäckslerverfahren, Futter je nach Wunsch zu häckseln oder lang zu lassen. Die neue Anpassung des Gebläsehäckslers an den Ladewagen durch eine tiefe, breite, meist hochklappbare Zuführmulde sowie Einrichtungen zum Zurückhalten und Verteilen zu großer Portionen kommt diesem Wunsch entgegen. Bei Schlepperantrieb mit 40—60 PS konnten an diesen leistungsfähigen Standhäckslern sehr hohe Durchsätze von 110—170 dz/h bei Silofutter ermittelt werden. Vereinzelt gehen daher bereits einige größere Betriebe dazu über, ihre für die Entnahme mit Oben- oder Untenfräse eingerichteten Silos über derartige Standhäcksler mit Ladewagengut auf relativ funktionssichere Weise zu füllen. Weniger arbeitswirtschaftlich, als vielmehr optisch störend ist dabei die Zuteilung des vorgeschneittenen Ladewagengutes mit dem Misthaken.

Dies hat mit zur Entwicklung mehr oder weniger vollautomatischer Zuführ- und Dosiereinrichtungen für Ladewagengut möglichst unter Ausnutzung der Schnellentleerung geführt.

In dieser Versuchssaison hat sich jedoch gezeigt, daß zur Zeit noch jede Vollautomatisierung bei der Förderung von Ladewagengut entweder mit sehr hohem technischem Aufwand, oder aber mit mangelnder Funktionssicherheit, meist sogar mit beidem gekoppelt ist. Daher ist die Tendenz zu begrüßen, die Dosiereinrichtungen für Ladewagengut vorläufig in mehreren Ausbaustufen mit unterschiedlichem Anteil an Handarbeit anzubieten und dadurch auch die Absatzchancen zu erhöhen (Abb. 8).

Demgegenüber bereitet die Ladewagenkette in Verbindung mit Flach- und Tiefsilos weitaus weniger technische Schwierigkeiten. Bisher offene Probleme bezüglich der Verteilung von Ladewagengut im Flachsilo bei Beschickung durch Überfahren, mit Frontlader oder Heckgabel sind durch die neuen Schneidvorrichtungen im Ladewagen weitgehend gelöst worden. Hauptaufgabe ist es nun, den Arbeitszeitbedarf für das Verdichten des Futterstockes im Flachsilo zu senken.

Diese Sorgen bestehen beim Tiefsilo (8—10 m tiefe, fast ganz in den Erdboden versenkte Hochsilos ohne Luken) nicht (Abb. 9). Hier bereitet vielmehr die Unfallverhütungsvorschrift Kummer, die verlangt, daß der Behälterrand 80 cm aus dem Boden ragen muß. Nur die wenigsten Ladewagen haben jedoch mehr als 80 cm freie Höhe unter der Plattform, so daß sich die Praxis mit dem Unterlegen von Auf-fahrböcken helfen muß. Da der Tiefsilo einige Hauptvorteile des Flachsilos (hohe Befülleistung ohne großen technischen Aufwand) mit denen des Hochsilos (Verdichten durch Eigendruck, geringe Oberfläche) verbindet, findet er dort, wo das Gelände den Bau mit erträglichem Aufwand zuläßt, Freunde unter den Ladewagenbesitzern.

Immer wieder wird in Diskussionen und Gesprächen über den Ladewagen und seine Arbeitskette nach den möglichen Verfahrensleistungen gefragt. In Abbildung 10 sind daher die dem derzeitigen Stand entsprechenden, mittleren Werte für Arbeitsaufwand und Leistungen verschiedener Verfahren angegeben. Es zeigt sich, daß die Unterschiede im Arbeitsbedarf je Hektar nur gering sind (eine Ausnahme macht lediglich das Verfahren mit Tiefsilos). Demgegenüber treten größere Unterschiede bei der Bergeleistung auf, die im wesentlichen von der Zahl der eingesetzten Arbeitskräfte sowie vom maschinellen Aufwand abhängen. Bemerkenswert ist weiterhin, daß der Anteil des Arbeitsbedarfes für das Laden auf dem Feld im Vergleich zum Transportieren und Einlagern sehr gering ist.

Zusammenfassung

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß der Ladewagen im Hinblick auf seine relativ kurze Entwicklungszeit bereits einen recht hohen Stand hinsichtlich Funktionssicherheit und Leistungsfähigkeit erreicht hat. Mängel sind weniger in seinem Prinzip als vielmehr in der unzureichenden Konstruktion von Einzelelementen zu finden. Seine vielseitigen Einsatzmöglichkeiten lassen in der Regel einen wirtschaftlichen Betrieb zu. Letztlich ermöglicht es eine größere Zahl verschiedenster Arbeitskette, den vielfältigen Betriebs- und Gebäudeverhältnissen Rechnung zu tragen. Leider bringen es diese Vorzüge jedoch mit sich, daß noch bestehende Fehler häufig übersehen werden. Dennoch ist zu erwarten, daß der Ladewagen und seine Folgegeräte nicht auf dem gegenwärtigen Stand der Entwicklung verbleiben, sondern daß Konstruktionen und Arbeitsverfahren noch verbessert werden.

Der Flachsilo gewinnt an Bedeutung

Von Dr. H. Schulz u. Ass. A. Grimm Landtechnik Weihenstephan

1. Seine Vor- und Nachteile / Wo paßt er hin und wie wird er gebaut?

Während der Flachsilo im norddeutschen Raum schon seit längerer Zeit eine starke Verbreitung erlangte, konnte diese Siloform in Bayern erst in den letzten drei Jahren Fuß fassen. Zwar wird es hier infolge andersgearteter Betriebs- und Klimaverhältnisse nicht so weit kommen, wie etwa in Schleswig-Holstein und Niedersachsen, wo 60 bis 80 Prozent des neuerstellten Siloraumes auf den Flachsilo entfallen, doch werden sich auch bei uns immer mehr Betriebe für eine kapitalsparende Gärfutterwirtschaft in Verbindung mit dem Flachsilo entscheiden.

Falsche Behauptung

Bislang hat eigentlich die Wissenschaft, die Beratung und die Praxis eine vorwiegend ablehnende Haltung gegenüber dem Flachsilo eingenommen. Man hat immer wieder darauf hingewiesen (und tut es vielfach heute noch), daß im Flachsilo mit wesentlich höheren Verlusten und einer weitaus geringeren Silagequalität als im Hochsilo zu rechnen ist. Diese Feststellung gilt für einen Freigärhaufen, für eine primitive Erdmiete oder ein sonstiges behelfsmäßiges Silo. Sie gilt aber nicht für den modernen Flachsilo, so wie er heute erstellt werden kann.

Durch intensive, jahrelange Bemühungen des Landtechnischen Vereins Weihenstephan, konnte nämlich der Flachsilo, speziell im Hinblick auf die in Bayern herrschenden Verhältnisse, vom einfachen Behelfssilo zum hochwertigen luftdichten Behälter weiterentwickelt werden, in dem bei entsprechender Sorgfalt die gleiche Silagequalität und gleich niedrige Verluste wie sonst im Hochsilo erzielt werden können. Diese Tatsachen wurden durch umfangreiche Versuche erhärtet. Die durchschnitt-

lichen Baupreise für derartige Flachsilos liegen mit 35 bis 45 DM je Kubikmeter (cbm) zwar höher als die von Behelfssilos, aber im allgemeinen doch spürbar unter denen gleichwertiger Hochsilos. Sie schwanken allerdings sehr stark je nach Größe, Bauausführung und Eigenleistung in den Grenzen von 15 bis 100 DM je cbm, so daß es durchaus möglich ist, Flachsilos teurer zu bauen als Hochbehälter. In der Regel nutzt jedoch die Praxis die Möglichkeit aus, den Flachsilo weitgehend in Eigenregie zu erstellen und damit teure Facharbeiterlöhne und vor allem Unternehmensgewinne einzusparen. Dies ist aber auch gleichzeitig der Grund dafür, daß der Flachsilo bisher in Bayern recht stiefmütterlich behandelt wurde: Im Gegensatz zu Norddeutschland gibt es hier noch kaum eingeführte Spezialunternehmen, die auch die Werbung für diese Siloform übernehmen und mit ihrem Vertreterstab den Absatz fördern.

Ein weiterer Gesichtspunkt, der für den Flachsilo spricht, ist die verhältnismäßig einfache und kraftsparende Beschickung und Entnahme, die meist mit vorhandenen Geräten durchgeführt werden kann. Allerdings — und das mag als Nachteil gelten — ist in Verbindung mit dem Flachsilo, wenn man einmal von der Selbstfütterung absieht, keine vollautomatische Fütterung möglich.

Auch für feuchtes Futter

Gerade die Erfahrungen des vergangenen nassen Jahres haben manchen Betrieben gezeigt, daß es sehr wichtig ist, auch feuchtes Futter konservieren und wieder problemlos entnehmen zu können, eine Forderung, die nicht von allen Silobehältern erfüllt wird. Hier bietet der neuzeit-

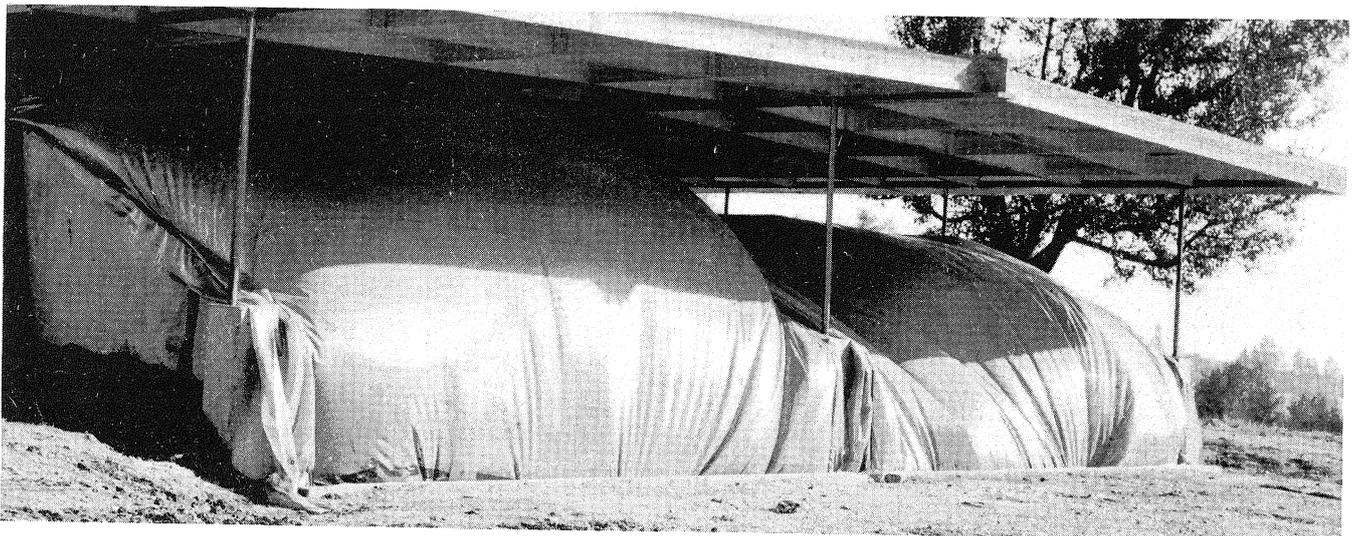
liche Flachsilo den Vorteil, daß sich praktisch alle Futterarten in frischem und bei ausreichender Luftdichtigkeit des Silos auch in mehr oder weniger stark angewelktem Zustand sowie in gehäckselter oder auch in langer Form silieren lassen.

Oftmals sind es aber auch ganz andere Dinge, die ausschlaggebend sind für eine Entscheidung zum Flachsilo. So etwa das leichte und gefahrlose Streichen, zu dem man nicht einmal eine Leiter braucht, die Verwendungsmöglichkeit überdachter Flachsilos auch als Unterstellraum oder in manchen Gebieten die Vermeidung von Schwierigkeiten mit dem Landschaftsschutz, da sich der Flachsilo gut und unauffällig in die Landschaft einfügt.

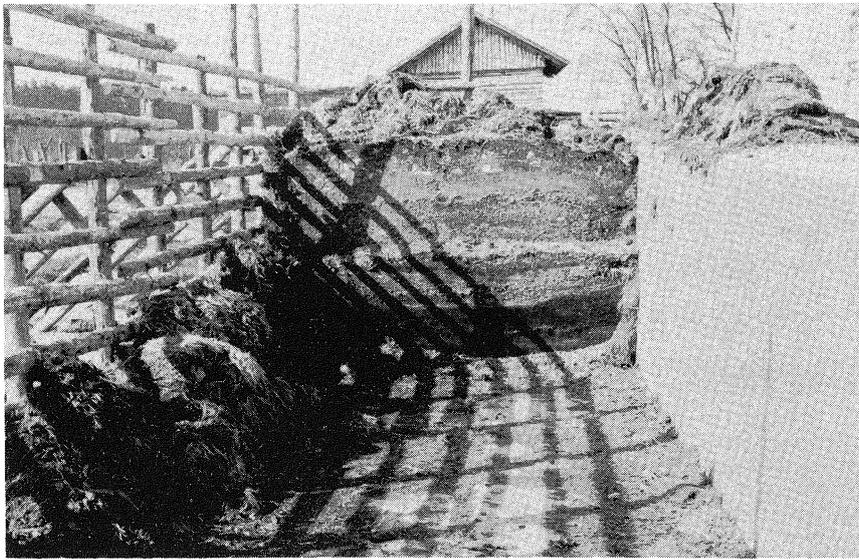
Nicht für jeden Betrieb geeignet

Aber nicht für jeden Betrieb und für alle Verhältnisse können Flachsilos in Frage kommen. Man muß nämlich auch die Schwächen dieser Siloform berücksichtigen, um Fehlschläge zu vermeiden. So macht vor allem in geschlossenen Dorflagen mit beengten Platzverhältnissen die Aufstellung von Flachsilos häufig Schwierigkeiten wegen der benötigten Grundfläche, die etwa fünfmal größer ist als beim Hochsilo. Die größere Oberfläche des Flachsilos verlangt auch ganz besondere Sorgfalt bei der Abdeckung des Futterstockes. Durch diese große Oberfläche wird zudem das mehrfache Nachsilieren kleinster Mengen — so wie es beispielsweise beim Hochsilo mit Betonpreßdeckel möglich ist — erschwert. Nur bei luftdichten Flachsilos ist 1- bis 2maliges Nachsilieren möglich.

Das notwendige Verdichten des Futterstockes im Flachsilo, das meist durch Fest-



Der moderne Flachsilo, in luftdichter Bauausführung, mit einer Bedachung versehen und allen Möglichkeiten der Beschickung und Entnahme angepaßt, kann heutzutage die wichtigsten Anforderungen erfüllen, die an einen hochwertigen Gärfutterbehälter gestellt werden müssen.



Derartige Freigärhaufen oder Behelfssilos sollte man nicht mit dem modernen Flachsilo verwechseln. Sie sind zwar als Übergangslösung bei sorgfältiger Arbeit durchaus brauchbar, auf die Dauer infolge der hohen Verluste, vor allem bei Grassilage, sind sie aber unwirtschaftlich.

walzen mit dem Schlepper geschieht, kann in manchen Betrieben ebenfalls auf Schwierigkeiten stoßen. Im kleineren Betrieb fehlt oftmals ein ausreichend schwerer Schlepper und im Großbetrieb zuweilen der Fahrer für diesen Walzschlepper.

Wägt man nun die Vor- und Nachteile des Flachsilos gegeneinander ab, so kommt man zu der Feststellung, daß diese Siloform zwar für manche Betriebe ausscheiden muß, für viele aber, auch im bayerischen Raum, durchaus von Bedeutung sein kann. Tatsächlich beginnt auch das Interesse der Praxis in allen mit dem Flachsilo-bau zusammenhängenden Fragen ständig zu wachsen, und auch die Beratung wird sich hiermit mehr als bisher beschäftigen müssen, zumal ja bei uns noch kaum auf die Erfahrungen und Kenntnisse von Spezialfirmen zurückgegriffen werden kann.

Das Klima beachten

Es ist aber nicht sinnvoll, die in Norddeutschland stark verbreiteten Primitivflachsilo für die süddeutschen Verhältnisse zu übernehmen. Vielmehr sollten

einige Gesichtspunkte beachtet werden, die sich vor allem aus den klimatischen Besonderheiten ergeben:

□ In Süddeutschland, besonders aber im südbayerischen Raum, ist der Anteil schwer vergärbare Futterarten, speziell der untergrasreichen Mähweidebestände besonders hoch. Außerdem wird hier aus verschiedenen Gründen meist stärker angewekelt. Auch die Ansprüche an die Silagequalität bzw. an die aus dem Grundfutter erzielbare Milchleistung sind sehr hoch. Diese Tatsachen erfordern ein besonderes Augenmerk bei der luftdichten Ausbildung des Flachsilos, die nur bei Massivbauweise und mit guten Folienabdeckungen, wie z. B. dem patentierten Seeger-Verschluss, möglich ist. Hier lassen sich die Nährstoffverluste bei der Vergärung mit 15 bis 20 Prozent in den gleich niedrigen Grenzen halten wie bei guten Hochsilos. Demgegenüber müssen bei behelfsmäßigen Flachsilos ohne luftdichte Abdeckung bei schwer vergärbarem Futter 25 bis 35 Prozent Nährstoffverluste in Kauf genommen werden.

□ Die starke Sonneneinstrahlung im Sommer kann zu unerwünscht hohen Tem-

peraturen im Futterstock bei der Vergärung oder auch bei der Entnahme führen. Daneben verursacht sie Druckschwankungen in der Siloatmosphäre, welche einen schädlichen Zutritt von Luftsauerstoff zur Folge haben können. Diese Einflüsse lassen es ratsam erscheinen, die Flachsiloanlage zu überdachen. Damit wird gleichzeitig auch ein Schutz gegen Regen, Schnee und Eis erreicht. Weiterhin schafft die Bedachung in unserem Klima eine wichtige Voraussetzung für die Selbstfütterung. Die baulichen Möglichkeiten einer preiswerten Überdachung werden im nächsten Kapitel geschildert.

N a h e a m S t a l l

Daneben gibt es noch eine Reihe allgemeiner Grundsätze, die bei der Planung einer Flachsiloanlage beachtet werden sollten. Wichtig ist zunächst einmal, daß man bei der Aufstellung und Anordnung der Silos alle Möglichkeiten der Beschickung und Entnahme offenläßt. Dies ist beim etwa 2 m hohen, mindestens 3,5 m breiten Silo der Fall, der 1 bis 2 Prozent Gefälle zur Entnahmeseite hat und wenigstens von einer Seite her befahren werden kann. Jedoch vertiefte „Wannensilos“ lassen Selbstfütterung und Frontladerentnahme nicht zu. Günstig ist der Anschluß des Flachsilos an eine Betonfläche sowie die nahe Lage zum Stall.

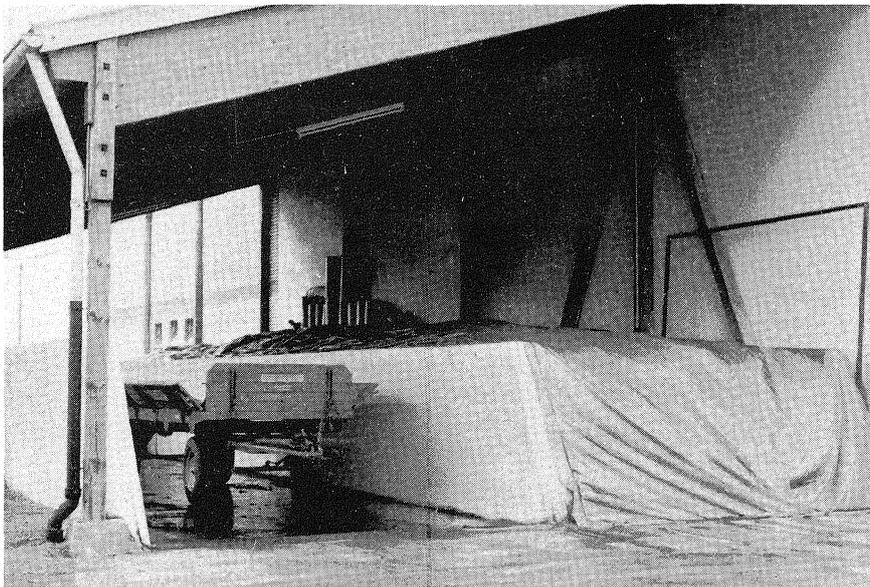
Oft wird in der Praxis der einzelne Flachbehälter zu groß geplant, um damit Baukosten zu sparen. Die Schlagkraft bei der Befüllung reicht dann nicht aus, um den Silo in 2, höchstens 3 Tagen zu füllen. Daher ist es günstig, den notwendigen Siloraum auf mehrere kleinere Behälter zu verteilen und besser drei Silos à 100 cbm zu bauen als einen mit 300 cbm.

Schon bei der Planung muß in jedem Fall eine Erweiterung der Siloanlage berücksichtigt werden. Meist stellt man erst nach einiger Zeit fest, daß man den Viehbestand und damit auch den Siloraum aufstocken möchte und ist dann froh, wenn man platzmäßig und auch bautechnisch den Anbau weiterer Flachsilokammern vorgesehen hat.

G ü n s t i g e R a m p e

Besonders sorgfältig müssen bei der Planung einer Flachsiloanlage vorhandene Geländeneigungen beachtet werden. Durch das notwendige Längsgefälle im Silo werden je nach Silolänge bis zu 50 cm Höhendifferenz im Siloboden benötigt. Bei stärkeren Hangneigungen ist man oft versucht, die Flachsilos ganz in den Hang hineinzubauen, um sie durch Kippen zu füllen. Wie später noch näher ausgeführt wird, ist dies jedoch nur in Ausnahmefällen sinnvoll. Besser ist dagegen die Ausnutzung vorhandener Geländeunterschiede zur Anlage einer rückwärtigen Rampe, um ein Überfahren des Behälters zu ermöglichen. Diese Rampe sollte nur bis zu $\frac{2}{3}$ der Silohöhe reichen, um Schwierigkeiten beim Befahren des Überganges zwischen festem Boden und losem Futterstock zu vermeiden. Einschließlich des Bodengefälles wird damit eine Höhendifferenz von 1,5 bis 1,8 m erforderlich. Im ebenen Gelände kann die Rampe auch durch Anschüttung hergestellt werden, wozu ein Teil des Erdaushubs vom Fundament und Mutterboden verwendet werden kann.

Erst nach Berücksichtigung dieser allgemeinen Grundsätze sollte man sich die zweckmäßige Flachsilo-Bauweise und Bauausführung überlegen.



Eine überdachte Flachsiloanlage läßt sich — neben ihrem eigentlichen Zweck — in leerem Zustand sehr gut als Unterstell- und Lagerraum für Wagen, Kunstdünger, Rüben und Kartoffeln oder sogar als Jungviehlaufstall benutzen.

2. Fünf Möglichkeiten beim Flachsilibau

„Hilf dir selbst“ mit Schalungssteinen Abnehmbare Leichtbedachung

Während beim Hochsilo eine Reihe von Baustoffen wie Beton, Formsteine, Holz, Metall und neuerdings auch Kunststoffe zur Auswahl stehen, wird im Flachsilibau zur Zeit fast ausschließlich Beton in irgendeiner Form verarbeitet. Mit zunehmender Verbreitung des Flachsilos werden jedoch sicher auch andere Baustoffe, besonders in Form von Fertigteilen aus Holz oder Metall, Verwendung finden. Vor allem dann, wenn es gelingt, die auftretenden Probleme der Statik und Luftdichtigkeit mehr als bisher zu beherrschen.

In statischer Hinsicht unterscheidet sich der Flachsilo nämlich wesentlich vom Hochbehälter. In einem runden Silo können die Seitendrucke verhältnismäßig leicht durch eine Ringbewehrung aufgefangen werden. Besonders gut wird dies an den Spannringen beim Holzsilo sichtbar. Demgegenüber müssen die freistehenden Fahrsilowände entweder nach außen abgestützt, oder so mit Fundament und Bodenplatte verbunden werden, daß sie durch den seitlichen Futterdruck, der vor allem beim Festwalzen mit dem Schlepper entsteht, nicht umkippen können. Das geschieht beim Betonfahrsilo durch entsprechende Armierung der Wand- und Bodenplatte mit Rundstahl und Baustahlgewebe.

Für den Flachsilibau kommen verschiedene Bauweisen in Frage, die eine Auswahl je nach Preiswürdigkeit der Baustoffe, den technischen Möglichkeiten der Bauausführung und der Höhe der gewünschten Eigenleistung erlauben. Die einzelnen Bauweisen unterscheiden sich dabei vor allem in der unterschiedlichen Ausbildung der Wände, die den größten Aufwand bei der Herstellung erfordern.

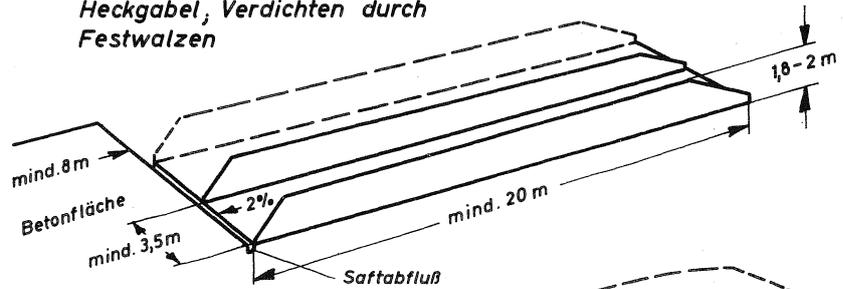
Bei der „monolithischen Bauweise“ werden Wände und Bodenplatte auf der Baustelle in Beton gegossen. Zuerst werden dabei die Fundamente, anschließend die Bodenplatte betoniert, wobei man durch Einlegen entsprechend gebogener Stahlbügel die spätere Verbindung der Wand mit der Bodenplatte vorsieht. Dadurch werden die Wände fest mit der Bodenplatte verspannt und können die Seitendrucke aufnehmen. Nach dem Anbringen der eigentlichen Wandbewehrung in Form von Baustahlgewebe wird eine stabile Schalung aufgestellt, die leider einen erheblichen Arbeits- und Materialaufwand erfordert. Die Schalung sollte möglichst glatt und dicht sein, damit ein guter Sichtbeton hergestellt werden kann, bei dem ein zusätzliches Verputzen entfällt.

Schwierigkeiten bei dieser Bauweise ergeben sich vor allem bei der Herstellung eines gleichmäßig dichten Betons. Die genaue Einhaltung einer bestimmten Betonmischung, sorgfältige Verarbeitung und mechanische Verdichtung mit Innenrüttlern sowie das zügige Betonieren ohne längere Arbeitspause ist erforderlich, doch können diese Forderungen auf der ländlichen Baustelle nicht immer erfüllt werden. Nur wenige der in Bayern erstellten monolithischen Flachsilos befriedigen daher im Hinblick auf Betonqualität und Dichtigkeit, zumal sich ja hier noch nicht

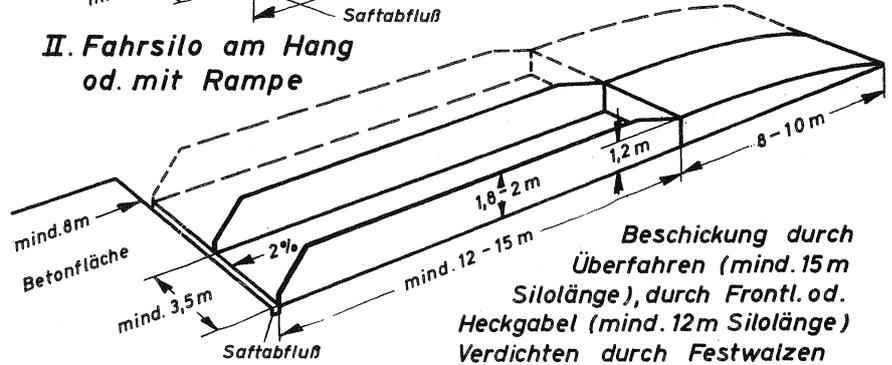
Abmessungen von Flachsilos

I. Fahrsilo in der Ebene

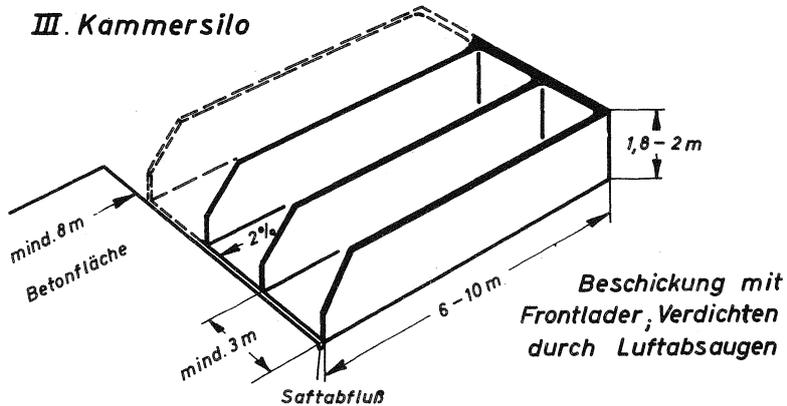
Beschickung mit Frontlader oder Heckgabel, Verdichten durch Festwalzen



II. Fahrsilo am Hang od. mit Rampe



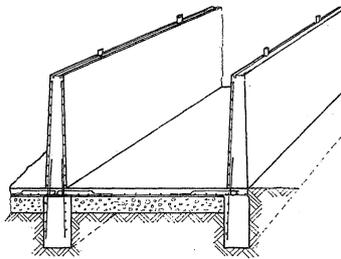
III. Kammersilo



Bauweisen luftdichter Beton-Flachsilos

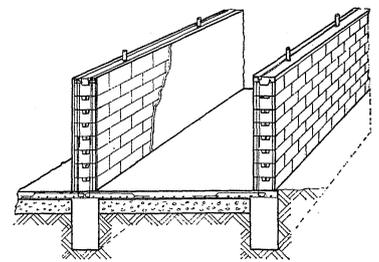
A. Monolithische Bauweise

(Vollschalung; Ortbeton; möglichst dichter Sichtbeton, ohne Putz; Wände in Fundament u. Bodenplatte eingespannt, beidseitig nutzbar)



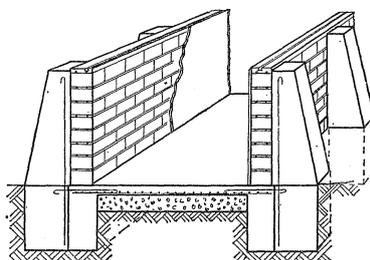
B. Schalungssteinbauweise

(Trocken versetzte Schalungssteine m. Füllbeton u. dreilag. Putz; Wände in Bodenplatte eingespannt, beidseitig nutzbar)



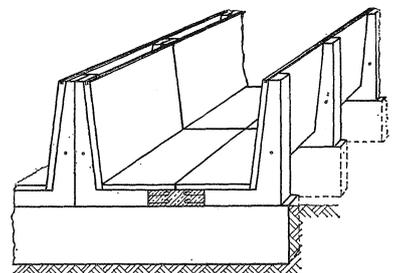
C. Formsteinmauerwerk m. Stützpfiler

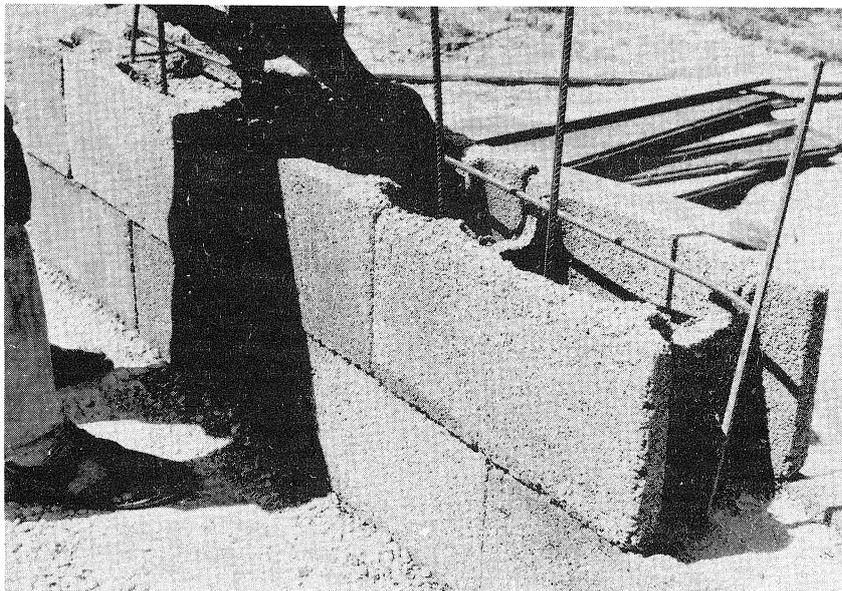
(Gemauerte Betonformsteine mit Lagerfugenbewehrung u. dreilag. Putz; Wände durch Stützpfiler nur einseitig nutzbar)



D. Fertigteilbauweise

(Winkelstützenskelett mit großformatigen Betonplatten [Kunststoffverklebung]; Wände durch Winkelstützen nur einseitig nutzbar)





Bau eines Flachsilos mit Schalungssteinen. Wenn 2—3 Schichten aufgestellt sind, wird der Füllbeton eingebracht. Die senkrechten Stahleinlagen laufen durch bis in die Bodenplatte, die waagerechten werden beim Aufsetzen jeder Schichtreihe eingelegt, und durch Aussparungen in den Steinen fixiert.

wie in Norddeutschland Bauunternehmen auf dieses Gebiet spezialisiert haben.

Um diese Schwierigkeiten beim Einschalen und Betonieren von Flachsilowänden zu umgehen, versuchte man zunächst, Flachsilos aus Formsteinmauerwerk zu bauen. Hierbei werden handelsübliche Betonformsteine, ähnlich wie sie auch im Wohnungsbau als Hohlblocksteine oder beim Bau von Viereck-Hochsilos bekannt sind, verwendet. Die Steine werden auf Fundament und Bodenplatte mit Zementmörtelfugen aufgemauert. Da sich das Formsteinmauerwerk jedoch nur durch Stahleinlagen in den waagerechten Lagerfugen armeren läßt, müssen die Seitendrucke durch äußere Stützpfiler aufgefangen werden. Dadurch kann man immer nur Einzelbehälter erstellen und bei mehreren nebeneinanderliegenden Silos die Mittelwände nicht doppelt ausnutzen, so wie dies bei der monolithischen Bauweise ohne weiteres möglich ist. Formsteinflachsilos müssen, ähnlich wie beim Hochsilo, mit einem dreilagigen Zementputz und einem dichten Anstrich versehen werden.

Die wichtigsten Nachteile der bisher beschriebenen Bauweisen werden durch die Verwendung von Schalungssteinen vermieden. Genormte Betonschalungssteine wurden bisher vorwiegend im Wohnungsbau bei der Herstellung von Fundamenten, Kellermauern und Abwassergruben gebraucht, bringen aber gerade beim Bau von Flachsilos wesentliche Vorteile. Schalungssteine werden nämlich ohne Mörtelfuge schichtweise übereinander gesetzt und mit Beton gefüllt. Dadurch entfällt die sonst für die Herstellung einer Betonwand notwendige Schalung. Im Gegensatz zur Formsteinbauweise können nicht nur waagerechte, sondern auch senkrechte Stahleinlagen eingebracht werden, so daß die Wände freitragend ohne Stützpfiler ausgebildet und auch von beiden Seiten ausgenutzt werden können.

Es hat sich herausgestellt, daß gerade diese Schalungssteinbauweise eine hohe Eigenleistung beim Flachsilobau zuläßt, da das Aufstellen und Ausgießen der Steine keine Facharbeiter erfordert und auch an die Betonqualität nicht so hohe Anforderun-

gen gestellt werden müssen, wie bei der monolithischen Bauweise. Auch die erforderliche Dichtigkeit des Behälters ist bei der Schalungssteinbauweise durch Putz und Anstrich zu erreichen.

Inzwischen gibt es in Bayern eine ausreichende Zahl von Betonwerken, die genormte Schalungssteine herstellen und an Hand der ausführenden Unterlagen wird es dem Praktiker erleichtert, derartige Flachsilos zu bauen. So kommt es, daß zur Zeit in Bayern immer mehr Flachsilos mit Schalungssteinen gebaut werden.

Nicht jeder Betrieb ist aber heute noch in der Lage, Eigenleistungen beim Flachsilobau zu erbringen. Aus diesem Grunde findet auch hier die Verwendung von Fertigteilen zunehmende Bedeutung. Bisher konnte jedoch erst eine einzige Fertigteilbauweise entwickelt werden, bei der auch die von seiten der Gärfutterfachleuten gestellten Forderungen nach weitgehender Luftdichtigkeit erfüllt werden.

Bei dieser Bauweise werden vorgefertigte Winkelstützen mit großformatigen Wand- und Bodenplatten von hoher Betonqualität ausgekleidet. Die Verbindung und Abdichtung der einzelnen Elemente erfolgt dabei mit 2-Komponenten-Kunststoffen. Seegerverschluß und Rohrstützen für eine Bedachung sind serienmäßig vorgesehen. Die sonst beim Silobau üblichen Eigenleistungen sind bei dieser Bauweise nicht mehr erforderlich und auch kaum möglich, ein Vorteil, der vor allem im größeren Betrieb vom Tragen kommen kann, aber auch den Baupreis dieser Flachsilos entsprechend erhöht. Weitere luftdichte Fertigteil-Flachsilos, bei denen auch eine doppelte Ausnutzung der Mittelwände möglich ist, befinden sich in Entwicklung.

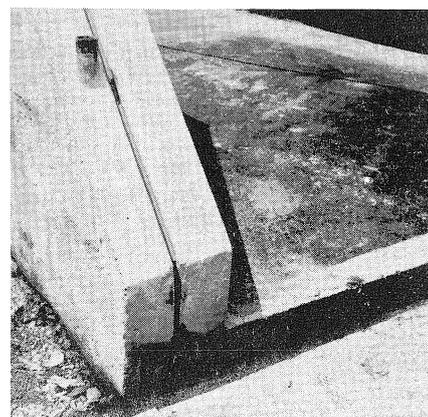
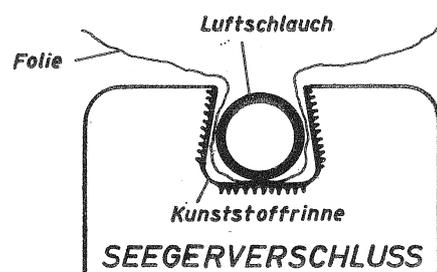
Es hat sich gezeigt, daß es trotz gründlicher Planung nicht leicht ist, einen Standort für die Siloanlage zu finden, der auch für die nächsten Jahrzehnte noch richtig ist. Verständlich ist daher der Wunsch mancher Praktiker nach einer Versetzbarkeit der Silos, eine Forderung, die besonders gut vom Baustoff Holz erfüllt wird. Aus diesem Grunde erfuhr auch der Holzhochsilo in jüngster Zeit eine sehr starke Verbreitung. Es ist daher erklärlich, daß

inzwischen auch im Flachsilobau Holzfertigteile auf den Markt kommen, die leicht zu transportieren und aufzustellen sind. Bei Anwelksilage dürften diese Behälter jedoch nicht ausreichend dicht sein, so daß sie vorwiegend für Naßsilagen und leicht vergärbare Futterarten in Frage kommen.

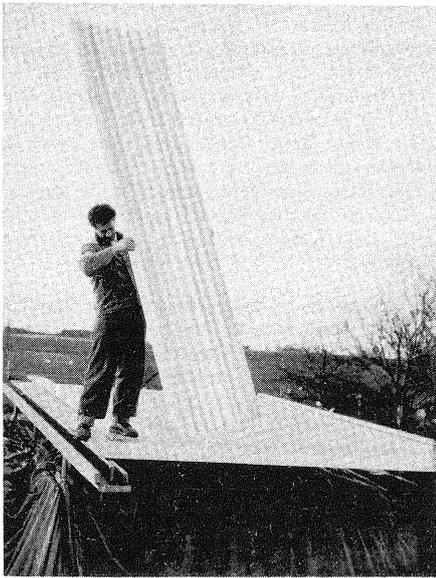
Trotz der relativ einfachen Bauweise des Flachsilos verdienen gewisse Einzelheiten besondere Beachtung. So hat vor allem der Anstrich bei Form- und Schalungssteinsilos eine wichtige Aufgabe als Dichtungsmittel zu erfüllen. Prinzipiell bestehen bezüglich des Anstriches zwischen Hoch- und Flachsilos einige Unterschiede. So ist der Anstrich im Flachsilo einer wesentlich höheren mechanischen Beanspruchung beim Festwalzen mit dem Schlepper und bei der Entnahme unterworfen. Andererseits bereitet das Anstreichen des Flachsilobehälters keine technischen Schwierigkeiten; es geht leicht, gefahrlos und ohne Geruchsbelästigung.

Unter diesen Gesichtspunkten haben sich beim Flachsilo vor allem gefüllte Bitumenanstriche bewährt. Diese Anstriche halten etwa drei Jahre, sind sehr preiswert und bleiben plastisch, so daß auch bei starker Beanspruchung kein Abblättern zu befürchten ist. Vorschriftsmäßig angewendet bewirken sie eine völlige Abdichtung auch rauher und poröser Wände. Wichtig ist jedoch ein ausreichendes Durchtrocknen dieser Anstriche, da die Lösungsmitteldämpfe einen Brüchigwerden der Abdeckfolien hervorrufen können.

Weder luftdicht noch wetter- und säurebeständig sowie gegen mechanische Verletzungen sehr empfindlich ist dagegen der



Ausbildung der Vorderseite an einem luftdichten Flachsilo. Die mit einem Brett abdeckbare Querrinne dient dem Abfluß von Sickersaft, Regenwasser und Jauche sowie der Aufnahme der Rinne für den Seegerverschluß am Siloboden. Der Pfeil zeigt auf die Rinne des Seegerverschlusses, der in der Zeichnung dargestellt ist.



Abnehmbare Leichtbedachung an einem Flachsilo. Leichtmetallwellbleche werden in Holzprofile eingelegt, die über Rohrstützen von der Silomauer getragen werden. Die Befestigung der Bleche erfolgt mit abschraubbaren Deckbrettern; das Holzprofil leitet Regenwasser ab.

selbst hergestellte Wasserglas-Talkum-Anstrich. Hochwertige, teure 2-Komponenten-Kunststoffanstriche, die im Hochsilo bei geeigneter Beschaffenheit des Untergrundes durchaus sinnvoll sein können, haben sich beim Flachsilo wegen der dort vorkommenden Beschädigungen nicht bewährt, zumal auch die Ausbesserung kleiner Schäden Schwierigkeiten bereitet.

Auch die Abdeckung der Silooberfläche verlangt beim Flachsilo besondere Aufmerksamkeit. Die früher vor allem bei Rübenblatt praktizierte Erdaddeckung erscheint heute zu arbeitsaufwendig und auch nicht mehr notwendig. Sie wird immer mehr durch Folienabdeckungen ersetzt. Bei dem vor allem bei größeren Flachsilos über 150 m² und leicht vergärbaren Futterarten wie Rübenblatt und Mais u. U. vertretbaren Sandsäckchenverschluß wird die Folie durch sandgefüllte Plastiksäcke gegen die Silowand gedrückt. Dieser Verschluß erfordert keine zusätzlichen Bauaufwendungen, dafür aber eine sehr sorgfältige Verlegung der Säckchen, um überhaupt eine dichtende Wirkung zu erzielen.

Gleich berücksichtigen

Demgegenüber reicht die Luftdichtigkeit des Seegerverschlusses für alle Futterarten und auch bei kleineren Flachsilos aus. Da hierbei die Folie von einem aufzupumpenden Luftschlauch in eine Rinne gepreßt wird, die um den ganzen Silobehälter verläuft, muß seine Anbringung schon beim Silobau berücksichtigt werden. Unbedingt erforderlich ist dieser Verschluß bei kleineren Kammersilos, die durch Luftabsaugen verdichtet werden.

Wie bei allen Siloformen, muß auch beim Flachsilo ein geregelter Sickersaftabfluß vorhanden sein. Man kann nicht den Sickersaft einfach aus dem Flachsilo über die davorliegende Betonfläche fließen und dort verdunsten lassen. Eine Zerstörung des Betons sowie erhebliche Geruchsbelästigungen wären die Folge. Zweckmäßig ist eine quer vor der Flachsiloanlage laufende Bodenrinne, die bei Beschickung und Entnahme mit einem Brett abgedeckt werden

kann. Hierin sammelt sich der Sickersaft durch das 1- bis 2prozentige Längsgefälle im Silo. Die Ableitung vom Siloboden in die Rinne erfolgt bei Silos mit Seegerverschluß entweder durch einen Siphon oder durch zeitweiliges kurzes Öffnen des Seegerverschlusses an der Stelle des stärksten Saftanstaus. Von der Bodenrinne fließt der Sickersaft wie auch die bei Selbstfütterung anfallende Jauche in die Grube.

Wie schon im ersten Beitrag zum Thema „Flachsilo“ (LW 21/66) ausgeführt, sollten Flachsiloanlagen möglichst unter Dach gebracht werden. Neben der meist besten Lösung, die Flachsilo in leere Scheunen zu stellen, ist es preiswert, eine abnehmbare Leichtbedachung vorzusehen, die auf die Silomauern abgestützt wird und so konstruiert ist, daß sie zum Beschicken abgenommen werden kann. Zum Festwalzen oder Überfahren der Silos ist nämlich eine freie Höhe von mindestens 2,5 m über dem Silo erforderlich. Zur Abstützung des Leichtdaches werden schon beim Bau des Flachsilos Rohrstützen im Abstand von 2,5 m in die Silomauern eingelassen. Hieran kann eine Rohr- und Holzkonstruktion befestigt werden, die zur Aufnahme der Dachelemente dient.

Diese Dachteile, die einzeln nicht schwerer als maximal 50 kg sein sollten, müssen frei über die gesamte Silobreite spannen, also etwa 3,5 bis 5 m. Hierfür eignen sich gewölbte, verzinkte Wellbleche, stark profilierte Leichtmetallbleche oder auch selbst hergestellte Holzelemente aus hochkantge-

stellten, zollstarken Brettern, die mit verzinktem Blech bespannt werden (siehe auch Kapitel I, Abb. 1). Wellasbestzementplatten sind für diese abnehmbaren Leichtbedachungen leider nicht brauchbar, da sie nicht weit genug frei tragen, zu schwer sind und zu leicht beschädigt würden. Die Ableitung des Regenwassers erfolgt bei Einzel- und Doppelflachsilo zur Seite hin; liegen drei und mehr Kammern nebeneinander, wird die Tragkonstruktion als Dachrinne ausgebildet.

Mehraufwand lohnt

Der Preis für eine derartige abnehmbare Leichtbedachung liegt je nach Material zwischen 10 DM und 16 DM je Quadratmeter Dachfläche, das sind etwa 8 DM bis 12 DM je Kubikmeter Siloraum. Ein derartiger Mehraufwand dürfte bei Berücksichtigung der Vorteile einer Bedachung durchaus gerechtfertigt sein, zumal er ja die Siloanlage vielseitiger nutzen läßt. Demgegenüber sind massive Bedachungen in der Regel wesentlich teurer, da das Dach höher angebracht werden muß, dadurch die Unterkonstruktion stabiler wird und die Seiten verschalt werden müssen. Nur wenn man eigenes, geringerwertiges Holz für diesen Zweck verwendet, sollte man diesen Weg wählen.

Wenn die bisher geschilderten Grundsätze und Lösungen beim Flachsiloerbau berücksichtigt werden, wird auch die Beschickung und Entnahme einfach und zweckmäßig durchzuführen sein.

3. Arbeitswirtschaft beim Flachsilo

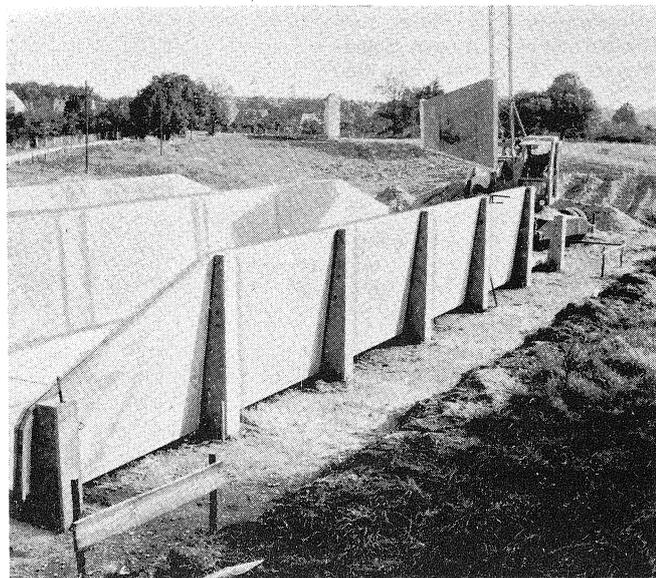
Beschicken und Entleeren lassen sich gut mechanisieren

Die Mechanisierung rund um den Flachsilo kann mit verhältnismäßig billigen und einfachen Maschinen und Geräten, die zudem meist noch anderweitig einsetzbar sind, durchgeführt werden.

Beim Befüllen von Flachsilos sind zwei verschiedene Wege möglich. Der erste und meist auch elegantere besteht darin, das

Futter direkt vom Wagen im Behälter zu entladen, beim zweiten wird das Futter vor den Silobehältern auf einer betonierten Fläche abgeladen und von hier mit einem geeigneten Gerät in den Silo transportiert.

Das direkte Beschicken von Flachsilos geschieht meist, indem mit dem Wagen



Aufstellen eines Betonfertigteil-Flachsilos. Ein Baukran bewegt die großformatigen Betonplatten, mit denen die vorher aufgestellten Winkelstützen ausgekleidet werden. Die Verbindung und Abdichtung erfolgt mit Kunststoff-Klebern.



Kleinere Flachsilos, bei denen die Silolänge zum Festwalzen nicht ausreicht, können durch Luftabsaugen verdichtet werden. Die rechte Kammer wird mit dem Seegerverschluß abgedeckt.

über den Futterstock gefahren und während des Überfahrens langsam entleert wird. Das Überfahren wird dadurch ermöglicht, daß an einer Schmalseite des Silos eine Rampe angeschüttet wird bzw. die Behälter so in das Gelände gestellt werden, daß möglichst wie auf einer schiefen Ebene über den Futterstock abgefahren werden kann. In umgekehrter Richtung zu fahren, also auf den Futterstock hinauf, ist meist nicht durchführbar. Beim Entleeren soll das Futter gleichzeitig auch verteilt werden, so daß eine Verteilung von Hand nicht mehr erforderlich ist. Diese Forderung wird nur dann erfüllt, wenn kurz gehäckseltes Futter möglichst mit dem Kratzboden unter gleichzeitigem Vorfahren abgeladen wird. Ein Kipper eignet sich daher weniger gut. Langes Futter, das mit dem Front- oder Fuderlader geladen wurde, fällt in großen, in sich verfilzten Haufen vom Wagen. Bei Verwendung dieser Ladegeräte ist das Überfahren ungeeignet. Anders ist es mit Ladewagengut, es wird beim Abladen einigermaßen verteilt. Noch besser wird aber die Verteilung durch den Einsatz eines Schneidwerks im Ladewagen.

Unter Umständen kann das Futter auch mit einem Kipper seitwärts in den Behälter entladen werden. Das setzt aber eine Rampe möglichst beidseitig entlang der Silobehälter voraus, um die Verteilarbeit einzuschränken. Eine gewisse Verteilung von Hand ist aber in diesem Fall meist unvermeidlich. Ein weiterer Nachteil ergibt sich bei seitlichem Abkippen dadurch, daß bei einer Anlage von mehreren nebeneinanderliegenden Behältern eine doppelte Ausnutzung von Mittelwänden nicht möglich ist. Ganz abgesehen davon, daß der Platzbedarf für die Siloanlage durch die Rampen ganz erheblich steigt.

Es ist noch zu erwähnen, daß bei Rübenblatt ein Überfahren des etwa 2 m hohen Futterstockes kaum möglich ist, da sich hier Wagen und Schlepper sehr leicht festfahren. Für Rübenblatt bietet sich das zweite Verfahren an, bei dem das Einstapeln mit Frontlader oder Heckgabel erfolgt. Dieses Verfahren empfiehlt sich aber auch dann, wenn der Behälter nur von einer Schmalseite zugänglich ist, wenn die

Anbringung einer Rampe nicht ermöglicht werden kann oder wenn der Behälter für das Überfahren zu kurz ist.

Dieses Verfahren läuft so ab: Das Futter wird mit Kratzboden oder Kipper auf der Betonfläche vor den Silos schnell entleert. Von hier trägt es der Schlepper mit Frontlader oder Heckgabel (Siloschwanz) in kleineren Portionen in den Silobehälter, verteilt sie von hinten beginnend nach vorne und legt sie zu einer geschlossenen Schicht ab. Diese Schicht wird gleichzeitig oder anschließend festgewalzt. Bei diesem Verfahren kann man auch absätzig arbeiten, d. h. auf der Betonfläche vor den Silos lassen sich zunächst einmal mehrere Fuhren zwischenlagern, die anschließend in einem Zug eingestapelt werden.

Das ist vor allem für Betriebe mit nur einem Schlepper wichtig. Solche Betriebe können die verschiedenen Arbeitsgänge nur nacheinander erledigen, zunächst also

Laden und Abtransportieren und anschließend Einlagern. Der Betrieb mit zwei oder drei Schleppern kann dagegen ein Fließverfahren durchziehen, bei dem Laden, Transport und Einlagern gleichzeitig nebeneinander- und ineinanderlaufen. Aber auch in diesem Fall muß nicht jedes Glied der Kette gleich stark sein, um unnötige Wartezeiten zu vermeiden. Wenn mehr geladen und abtransportiert wird, als eingelagert werden kann, sammelt sich eben auf der Betonfläche ein entsprechender Vorrat an.

Die beiden Einlagerungsgeräte Frontlader und Heckgabel weisen etwa gleiche Leistungen auf, die mit 80—100 dz Anwelkgut je Stunde recht hoch liegen. Der Schlepper mit Heckgabel kann aber auf Grund der Hinterachsbelastung besser (bis zu 35 Prozent) auf den Futterstock steigen als mit Frontlader (bis zu 20 Prozent Steigung). Zur Beschickung von Kammersilos, in denen das Futter 1 bis 1,5 m über den Silorand gestapelt wird, eignet sich dagegen nur der Frontlader, der in diesem Fall allerdings das Futter nicht mehr vollständig verteilen kann. Eine zusätzliche Arbeitskraft muß hierbei helfen. Sehr kurze Kammersilos (weniger als 6 m lang) können, wenn es geländemäßig paßt, auch von rückwärts, direkt vom Wagen aus mit Kratzboden beschickt werden.

Der Preis einer Heckgabel liegt bei ca. 600 DM bis 700 DM, der eines Frontladers bei 2500 DM bis 3000 DM. Die Auswahl zwischen beiden Geräten wird aber meist durch die sonstigen Einsatzmöglichkeiten im Betrieb bestimmt. Im allgemeinen ist der Frontlader vielseitiger einzusetzen als die Heckgabel.

Hin und wieder trifft man auch Betriebe an, die ihre Flachsilos mit Gebläse oder Förderband beschicken. Das kann aber nur eine Sonderlösung für unzuweckmäßig gebaute Flachsilos sein, bei denen die Beschickung mit anderen Geräten nicht möglich ist; denn sowohl mit dem Gebläse, vor allem aber mit dem Förderband kann das Futter in einem Flachbehälter kaum so eingelagert werden, daß eine zusätzliche Handverteilung entfallen kann.



Die Selbstfütterung im Flachsilo eignet sich vor allem bei einheitlichen Tierbeständen. Wichtig ist ein zweckmäßiges Freßgitter sowie eine Überdachung der Siloanlage.

Verdichten

Im Flachsilo muß das Futter im Gegensatz zum Hochsilo oder Tiefsilo schichtweise verdichtet werden. Im größeren Fahrsilo geschieht das zweckmäßigerweise mit einem möglichst schweren Schlepper. Dieser sollte leicht von Vorwärts- auf Rückwärtsfahrt schaltbar sein. Das Festwalzen im Fahrsilo ist zwar eine äußerst geruhsame Arbeit (je langsamer die Vorfahrt, um so höher der Preßeffekt), aber sie erfordert doch einen erheblichen Zeitaufwand (ca. 1 Std. für 120 dz Anwelkgut oder 22 cbm). Im Kammersilo kann lediglich in den untersten Schichten etwas gewalzt werden. Der Rest wird durch Absaugen der Luft und Herstellung eines Unterdruckes von ca. 0,5 atü (= 5000 kg Preßdruck je qm) verdichtet. Dazu wird der über den Silorand angefüllte Behälter mit dem Seeger-Verschluß luftdicht abgeschlossen und anschließend mit Hilfe eines leistungsfähigen Sauggebläses abgesaugt. Das Gebläse wird dabei an ein verschließbares eineinhalb Zoll starkes Leitungsrohr angeschlossen, das in ca. 1 m Höhe in den Behälter mündet und mit einem Holzrost gegen Verstopfen durch Futter gesichert wird.

Neben einem leistungsstarken Absauggebläse ist zur Erzielung eines ausreichenden Unterdruckes eine weitgehende Luftdichtigkeit des Behälters erforderlich. Das eigentliche Absaugen, das etwa 30—40 Minuten dauert, verlangt zwar keine ständige Überwachung, aber die Vor- und Nacharbeiten (Futter verteilen, Auflegen und

Wiederabnehmen des Seeger-Verschlusses) nehmen ziemlich viel Zeit in Anspruch, wobei möglichst zwei Arbeitskräfte zur Verfügung stehen sollten. Außerdem muß diese Arbeit je Behälter zweimal durchgeführt werden. Insgesamt sind dafür bei einem Behälter von 50 cbm etwa 6 Arbeitskraftstunden notwendig.

Allerdings ist in diesem Arbeitsbedarf schon die Zeit für das Abdecken des Futters mit dem Seeger-Verschluß enthalten; denn nach dem zweiten Absaugen bleibt der Behälter verschlossen. Im Fahrsilo erfordert diese Arbeit bei einer Größe von 100 cbm ca. 3—4 Arbeitskraftstunden. Das ist ein ziemlich hoher Zeitaufwand. Aber auch behelfsmäßige Abdeckungen mit Erde, Spreu oder Abfallfutter sind mit mindestens ebensoviel Arbeitszeit verbunden und stellen nur eine Notlösung dar. Eine zusätzliche Bedachung, die für im Freien stehende Flachsilos unbedingt empfehlenswert ist, kommt zwar in Form eines abnehmbaren Leichtdaches billiger als ein feststehendes Dach, das Leichtdach muß aber jedesmal vor dem Befüllen abgenommen und nach dem Befüllen wieder aufgelegt werden. Für diese Arbeit wird man bei zwei Arbeitskräften und einem Behälter von 100 cbm Inhalt mit etwa 1 Stunde rechnen (Abnehmen und Auflegen) müssen.

Ähnlich wie beim Befüllen kann man auch beim Entnehmen die verschiedenen Verfahren in zwei Gruppen einteilen, die Entnahme von Hand bzw. mit technischen Hilfsmitteln und die Entnahme durch die Tiere selbst.

Gute Arbeit mit dem Frontlader

Stark verbreitet ist die Entnahme mit dem Frontlader. Bei Gras und Rübenblatt muß aber das Futter zuvor blockweise vorgeschritten werden. Dadurch wird die Entnahme erleichtert bzw. erst ermöglicht. Außerdem entsteht auf diese Weise eine glatte und möglichst kleine Anschnittfläche. Zum Vorschneiden stehen neben handbedienten Geräten auch Motorgeräte zur Verfügung. Wenn täglich größere Mengen an Silage gefüttert werden, sollte ein Motorgerät verwendet werden. Recht gut in allen Futterarbeiten arbeiten Motorstichsagen, die sich jedoch noch in Entwicklung befinden. Die Motorbaumsäge mit Spezialkette für Silofutter neigt dagegen bei Anwelkgut leicht zum Verstopfen und eignet sich mehr für Frischsilage. Beide Geräte

können, mit entsprechenden Zusatzeilen ausgerüstet, auch für handwerkliche Arbeiten in der Landwirtschaft ausgenutzt werden.

Das so vorgeschchnittene Futter wird vom Frontlader sauber abgehoben und auf den Futtertisch transportiert. Die Frontladergabel sollte dafür mit schlanken Federstahlzinken ausgestattet sein. Störungen bei einer derartigen Entnahme sind so gut wie ausgeschlossen. Da der Frontlader in der Regel noch zu vielen anderen Arbeiten verwendet wird, stellt dies eine außerordentlich kostengünstige Mechanisierung der Silagefütterung dar, die außerdem den Vorteil hat, daß ohne zusätzlichen Aufwand gleichzeitig zweierlei Silagen gefüttert werden können. Unangenehm ist es

jedoch manchmal, daß gerade im Winter täglich der Schlepper laufen muß.

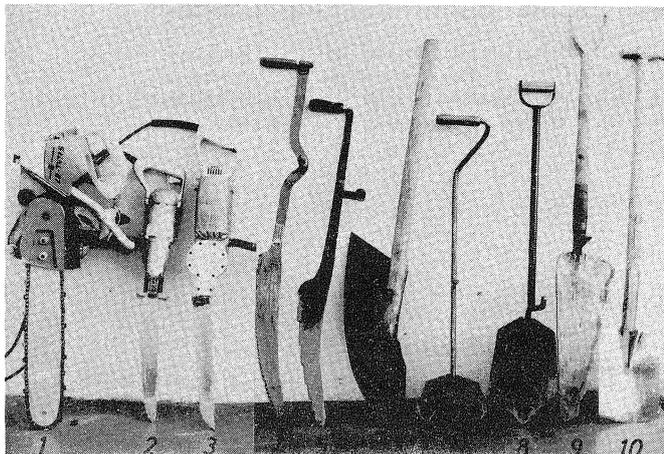
In Großbetrieben werden zuweilen fahrbare Bagger oder Greifer sowohl zum Befüllen als auch zum Entleeren von Flachsilos eingesetzt. Wenn die Flachbehälter als Wannensilos ausgebildet und teilweise oder ganz in den Boden gebaut sind, ist das die einzige Möglichkeit zur Entnahme. Sie führt aber — auch dann, wenn vorge schnitten wird — zu einer starken Auflockerung des Futterstockes und ist daher nur bei sehr großen täglichen Entnahmemengen tragbar. Ebenfalls auf größere Betriebe beschränkt bleibt vermutlich die Flachsilofräse. Sie stellt ein ausgesprochenes Einzweckgerät dar, das nur in Betrieben mit umfangreichem Siloraum wirtschaftlich vertretbar ist. Bisher kam erst ein deutsches Fabrikat auf den Markt (ca. 4500 DM), das bei Silomais sehr gut, bei Rübenblatt gut, kurz gehäckseltem Gras gerade noch und bei langem Gras noch unbefriedigend funktioniert. Diese Fräse wird in der Dreipunktaufhängung des Schleppers angebaut. Sie besteht im wesentlichen aus der Frästrommel und einer großen Auffangmulde, mit der das Futter transportiert und abgekippt werden kann.

Freßgitter

Die Selbstfütterung durch die Tiere, wohl die einfachste und billigste Form der Silagefütterung, setzt Laufstallhaltung voraus. Damit dabei aber Futterverluste möglichst ausgeschaltet werden, muß ein stabiles und der Größe der Tiere angepaßtes Freßgitter vorgesehen werden, das die Tiere selbst immer wieder nachschieben. Eine individuelle Futterzuteilung ist dabei ausgeschlossen. Man kann mit Hilfe einer Kette lediglich eine Dosierung für die ganze Gruppe vornehmen. Da es sich hier um eine Vorratsfütterung handelt, bei der die Tiere Tag und Nacht Zugang zum Futter haben, kommt man mit einer verhältnismäßig geringen Silobreite aus (ca. 4—5 Tiere je laufenden Meter Silobreite). Wenn jedoch auf einem Betrieb mehrere kleine Gruppen (weniger als 15 Stück) an Rindvieh getrennt gehalten werden müssen, die sich nach Geschlecht, Alter oder Futteransprüchen unterscheiden, stößt die Selbstfütterung auf Schwierigkeiten.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß der Flachsilo wie jede andere Siloform zwar auch gewisse Schwächen und Nachteile hat, aber in baulicher, technischer sowie betriebs- und arbeitswirtschaftlicher Hinsicht eine Reihe von Eigenschaften besitzt, die ihn für die bayerische Praxis mehr als bisher interessant erscheinen lassen. Man sollte sich von der Vorstellung frei machen, daß das Silieren im Flachsilo grundsätzlich ein Behelfsverfahren ist. Der neuzeitliche Flachsilo, mit zweckmäßigen, den jeweiligen Verhältnissen angepaßten Abmessungen, in massiver luftdichter Ausführung und möglichst mit einer Bedachung versehen, kann zwar nicht wie ein Freigärhaufen kostenlos erstellt werden, aber der Mehraufwand macht sich schon bald durch die spürbare Einsparung an Verlusten bezahlt. Wenn auch noch die Beschickung und Entnahme sinnvoll mechanisiert werden, braucht der Flachsilo Vergleiche mit anderen Siloformen nicht mehr zu scheuen.

Seit einiger Zeit ist eine Reihe von Geräten zum Vorschneiden von Silofutter im Flachsilo auf dem Markt bzw. in Entwicklung. Nicht jedes Gerät ist jedoch auch für zähe Anwelksilage brauchbar. Bewährt haben sich hierbei nur die Geräte Nr. 2 und 3 (Elektrostichsagen), Nr. 5 (Handsäge) und Nr. 7 und 8 (Tretspaten). Die übrigen Formen wie auch Nr. 1 (Motorbaumsäge mit Spezialkette) sind vorwiegend nur für Rübenblatt und Naßsilage geeignet.



Sebald

Getreide-Futterbaubetrieb mit Milchviehhaltung

Beispiel für

- Betriebsumstellung mit niedrigem Kapitalaufwand.
- Stallumbau mit günstiger Ausnutzung der vorhandenen Gebäude.
- Zweckmäßige und vollständige Einrichtung eines Boxenlaufstalles mit betonierten Flächen.

An der Planung und Beratung beteiligte Stellen: Landtechnischer Verein Weihenstephan und Landwirtschaftsamt Moosburg.

1. Natürliche und wirtschaftliche Verhältnisse

Die Abwanderung der Arbeitskräfte in der Landwirtschaft trifft vor allem die ehemaligen Gesindebetriebe sehr stark. Mit 38 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche und 11 ha Wald gehört der Betrieb Sebald mit zu dieser Betriebsgruppe, die vor Jahren noch mehrere Fremdarbeitskräfte beschäftigte, heute aber gezwungen ist, ausschließlich mit familieneigenen Arbeitskräften auszukommen. Wie eine Anpassung an diese veränderten Verhältnisse erfolgen kann, zeigt dieser Betrieb.



Abb. 1: Hofansicht nach dem Umbau: links im Bild der Liegeboxenstall mit großen Toren für Frontladerentmistung, rechts Scheune mit Fahrsilos und Heuvorratsraufe (an der Giebelwand), im Vordergrund Filterstangenmiststätte mit darunterliegender Jauchegrube.

Übersicht 1

Natürliche u. wirtschaftliche Verhältnisse

LN	ha: 38	Bodenart: sand. Lehm, z. T. anmoorig
FN	ha: 12	Bodenzahlen: Acker: 55
Sonstiges	ha: —	Grünland: 40
Betriebsfläche	ha: 50	Höhenlage über NN m: 439
Eigentum	ha: 50	∅ Jahresniederschläge mm: 780
Pachtland	ha: —	∅ Jahrestemperatur °C: 7,5
		∅ Temperatur Mai — Sept. °C: 15,1
		Einheitswert: 60.000,— DM
Verkehrslage:		
Äußere:	Entfernung zur Stadt	11 km
	Entfernung zur Bahn	11 km
	Entfernung zum Lagerhaus	2 km
Innere:	∅ Entfernung zum Acker	1 km
	Entfernung zum Grünland	1,5 km
	Zahl der Teilstücke	16

Von den insgesamt 38 ha LN liegt etwa 1/3 im Flußtal auf Kiesunterlage, das häufig unter hohem Grundwasserstand, z. T. auch unter Überschwemmungen zu leiden hat. Der Rest sind gute Ackerböden.

Weitere Angaben über die natürlichen Verhältnisse sind aus Übersicht 1 zu entnehmen.

Die innere und die äußere Verkehrslage kann als relativ günstig bezeichnet werden.

2. Betriebsorganisation

In Betrieben, die ausschließlich auf familieneigene Arbeitskräfte angewiesen sind, stehen in der Regel meist nur noch etwa zwei Vollarbeitskräfte zur Verfügung. Die Tendenz geht auch auf dem Betrieb Sebald dahin.

Mit zwei Arbeitskräften kann aber ein 40 ha Betrieb nicht mehr in der bisher üblichen vielseitigen Wirtschaftsweise zurechtkommen. Eine Beschränkung auf wenige, entsprechend umfangreiche und damit mechanisierungsfähige Betriebszweige ist unerlässlich.

Wie die Umstellung auf diesem Betrieb durchgeführt wurde, geht aus Übersicht 2 hervor.

In der Feldwirtschaft wurden Zuckerrüben und Kartoffeln aufgegeben und nur noch Futterpflanzen und Getreide angebaut. Das Grünland blieb unverändert.

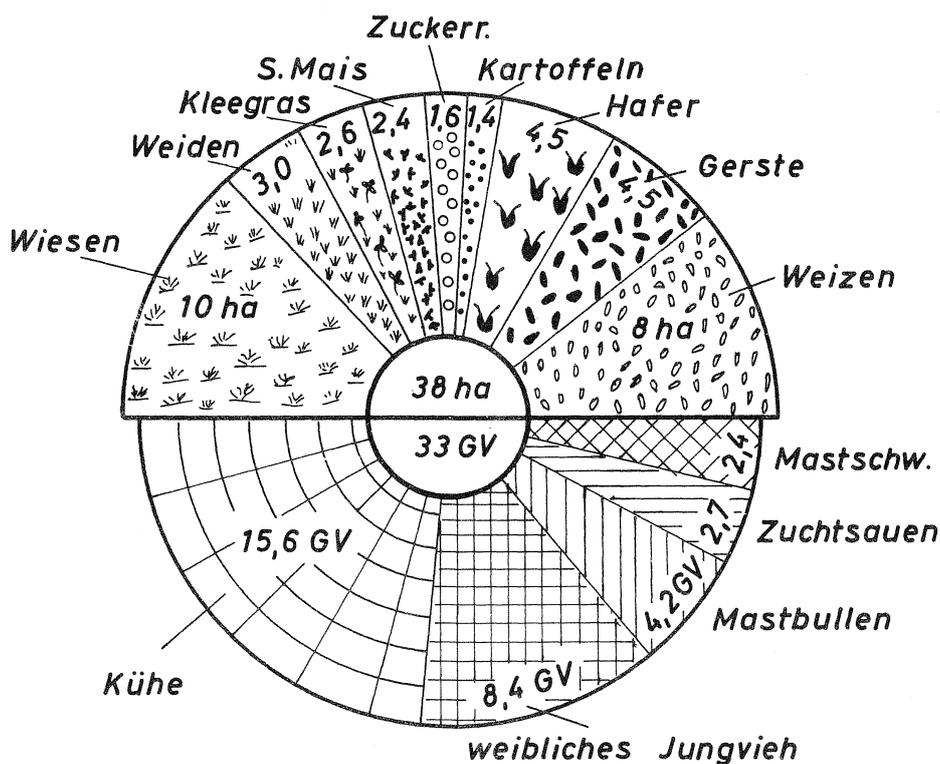
Ebenso stark wurde auch in der Viehhaltung vereinfacht, die nur noch aus etwa 30 Milchkühen (z. Zt. 25) und der zur Ergänzung dieses Bestandes notwendigen Nachzucht besteht. Auf Schweinehaltung und Bullenmast wird in Zukunft verzichtet. Es waren vor allem folgende Gründe, die für diese Umorganisation in Richtung auf einen Getreide-Futterbaubetrieb mit Milchvieh maßgeblich waren:

1. Der Anteil der Grünlandfläche an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche ist hoch. Nur ein geringer Teil davon ist umbruchfähig.
2. Eine Milchviehherde von 13 Kühen mit einer Leistung von 4.000 kg Milch bei 4% Fett war bereits vorhanden.
3. Der Betriebsleiter hat für diese Form der Viehhaltung eine gewisse Passion.

Von den verschiedenen Möglichkeiten der Betriebsvereinfachung ist vor allem die hier vorgenommene häufig mit finanziellen Schwierigkeiten verbunden:

1. Die notwendige Aufstockung des Kuhbestandes (hier von 13 auf 30 Kühe) ist mit einem gewissen Risiko und außerdem mit beachtlichen Aufwendungen verbunden.
2. Dasselbe gilt für die meist infolge des erhöhten Viehbestandes notwendigen Bau- und Mechanisierungsmaßnahmen.

Übersicht 2: Betriebsorganisation
vor der Umstellung



45 % der LN Getreide
41 % der LN Grünl.u. Kleeagr.
14 % der LN Hackfrüchte
68 % der AF Getreide
22 % der AF Hackfrüchte
10 % der AF Kleeagr.

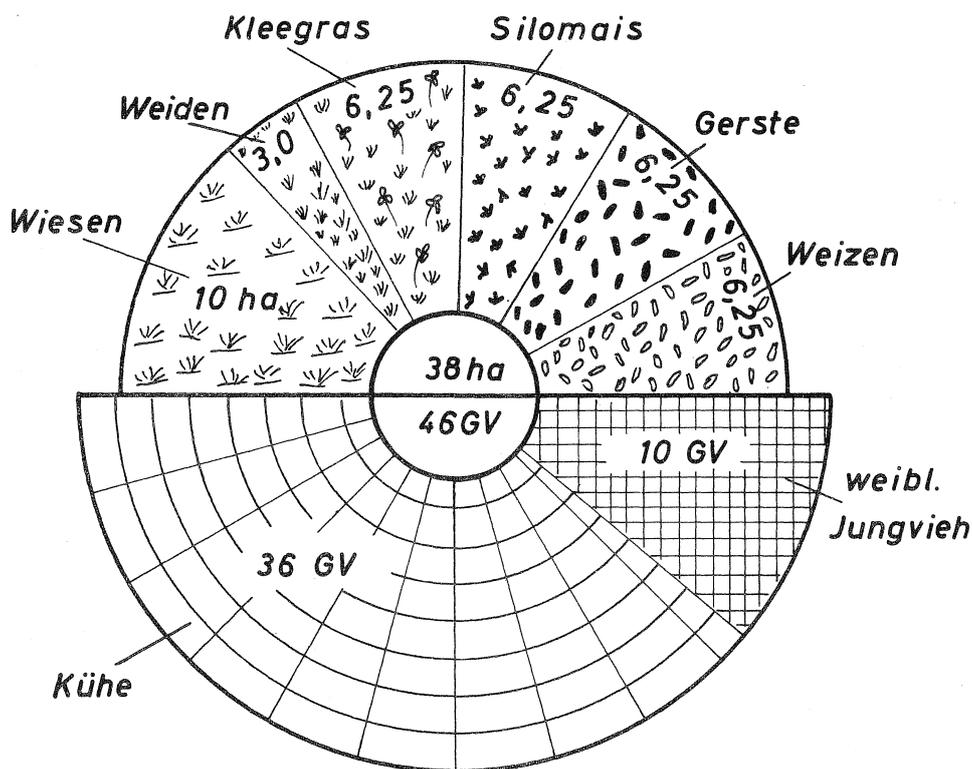
88 GV / 100 ha LN

0,42 0,09 0,09



HF = 0,60 ha / Ri GV

Übersicht 2: Betriebsorganisation
nach der Umstellung



32 % der LN Getreide
68 % der LN Futterbau
50 % der AF Getreide
50 % der AF Blattfrucht

121 GV / 100 ha LN

0,29 0,13 0,13



HF = 0,55 ha / Ri GV

Insgesamt gesehen erfordert also eine solche Umstellung einen sehr hohen Kapitalbedarf, der vielfach nicht aufgebracht werden kann. Allerdings hat es sich gezeigt, daß dabei in der Praxis vor allem hinsichtlich der Ausgaben für Stallgebäude und Mechanisierung ganz erhebliche Unterschiede auftreten, die von 700,— DM je Kuh bis 3.000,— DM und mehr schwanken.

Daß es möglich ist, mit einem Aufwand von etwa 1.000,— DM/Kuh eine gut funktionierende, arbeitssparende Lösung zu erreichen, zeigt das Beispiel dieses Betriebes.

3. Arbeitsverfahren und bauliche Lösungen

Diese niedrigen Bauaufwendungen sind nur möglich, wenn die vorhandenen Gebäude weitgehend genutzt werden und möglichst wenig neugebaut wird.

Aus Abb. 2 ist zu ersehen, welche Gebäude vorhanden waren und wie sie vor der Umstellung genutzt wurden. Außerdem ist daraus ersichtlich, wie diese Gebäude umgebaut und in Zukunft verwendet werden.

Im alten Kuhstall mit Langstand, Kreuzgang und mittlerem Futtertisch hatten 14 Kühe und das dazugehörige Jungvieh Platz. Außerdem waren in diesem Gebäude zwei halbhohere Viereck-Silos mit insgesamt 100 m³ untergebracht.

Aus diesem alten arbeitswirtschaftlich ungünstigen Stall mit böhmischem Gewölbe wurde durch einfache Umbaumaßnahmen ein moderner, zweckmäßiger Liegeboxenstall, der jetzt etwa 30 Kühen Platz bietet. Auch eine Erweiterung ist hier noch möglich, wenn ein Teil des für das Jungvieh vorgesehenen Raumes mitverwendet wird.

Ein Doppel-Dreier-Fischgrätenmelkstand und eine völlig neue Milchammer wurden ebenfalls in den alten Stall eingebaut. Neuer Siloraum wurde in Form von 3 Fahrsilos mit je 100 m³ geschaffen, die in der großen, infolge des Mähdreschereinsatzes leerstehenden Scheune ihren Standort fanden.

Außerdem mußte eine Miststätte mit darunterliegender Jauchegrube (64 m³) neu gebaut werden, da die vorhandene Dungstätte ungünstig lag und zudem für den erhöhten Viehbestand nicht mehr ausreichte.

In großen Zügen ist damit der Um- und Neubau beschrieben. Da es sich hierbei — jedenfalls zum Zeitpunkt der Planung und Bauausführung — um ein ganz neuartiges und kaum erprobtes Bauvorhaben handelte, dürfte es interessant sein, auf die verschiedenen Bauteile noch näher einzugehen.

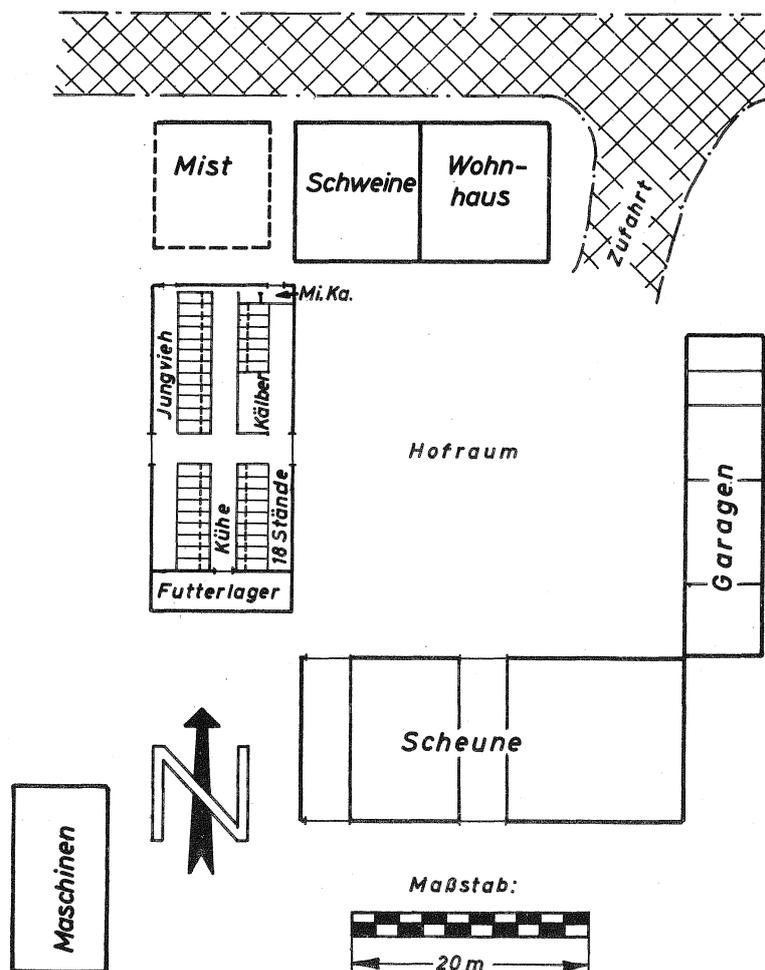


Abb. 2: Hofplan.
Vor Umbau

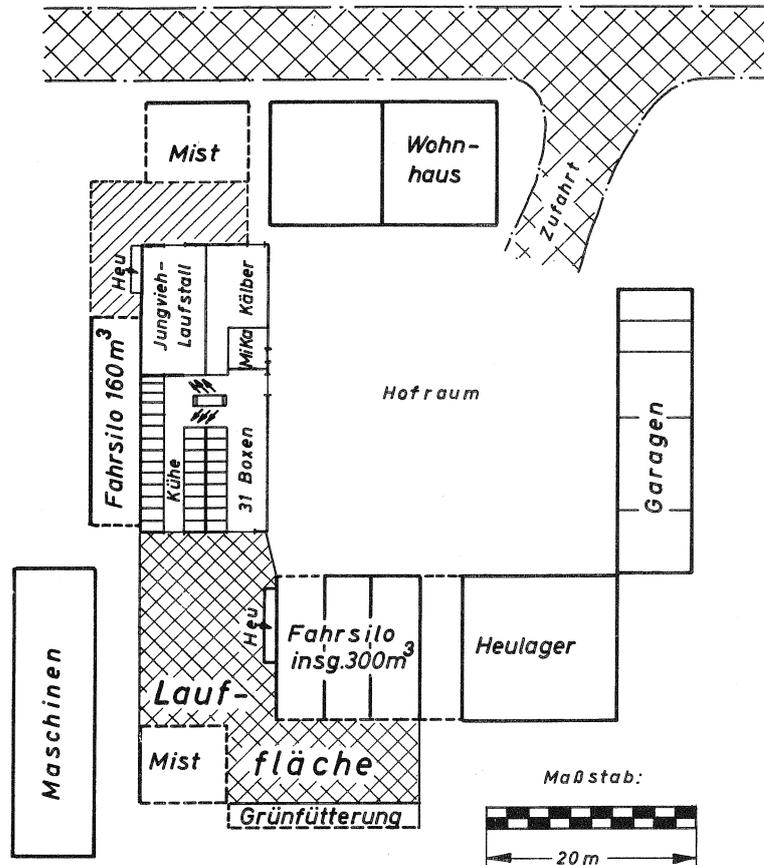


Abb. 2: Hofplan
Nach Umbau

3.1. Milchgewinnung

Die Arbeiten der Milchgewinnung erfordern im Anbindestall und Laufstall den meisten Zeitaufwand (50—80% der gesamten Stallarbeit). Arbeitssparende Maßnahmen sollen daher vor allem diesem Arbeitsbereich zugutekommen. Aus diesem Grunde wurde ein Fischgrätenmelkstand (Doppel-Dreier) mit 3 Melkzeugen und Absauganlage gewählt.

Die Milch wird in einem 500 l Tank mit Tauchkühler gekühlt. Die saubere und zweckmäßig eingerichtete Milchkammer wurde günstig zwischen Melkstand und Kälberstall in ein Gewölbegeviert eingefügt. Die baulichen und technischen Einrichtungen der Milchgewinnung sind relativ aufwendig. Um dabei Geld zu sparen (siehe Übersicht 3), wurde hier zum ersten Mal der Melkstand in Selbstbauweise aus verzinkten Leitungsrohren und Klemmverbindern erstellt und erprobt (Abb. 3).

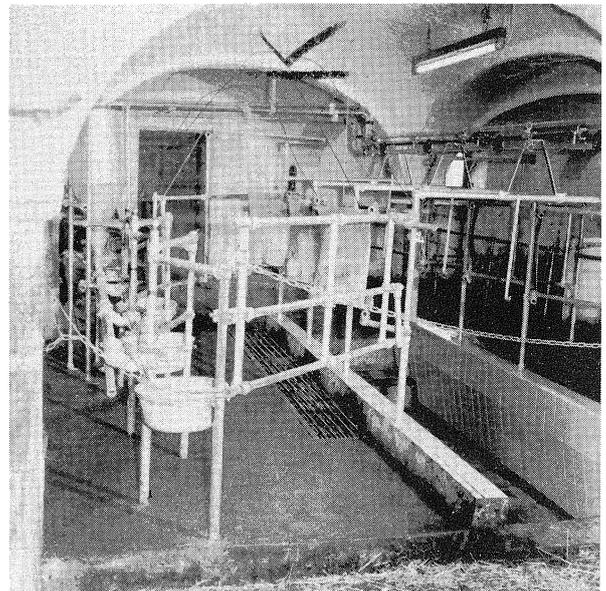


Abb. 3: Melkstand aus verzinkten Leitungsrohren mit Klemmverbindern zusammengeschaubt und Kraftfutterautomat; beides für Selbstbau geeignet.

Ebenso wurde hier ein neuentwickelter Kraftfutterautomat (Abb. 3) eingebaut, der nach Funktion und Preis gegenüber den bisher auf dem Markt befindlichen einen gewissen Fortschritt darstellt.

Beachtenswert ist auch die spezielle Einordnung des Melkstandes, der raumsparend zwischen den beiden Mistgängen liegt (Abb. 2).

Ein Mistgang wurde bewußt breiter gehalten (3,50 m). Dieser dient als Sammelplatz vor dem Melken. Den schmälere Mistgang betreten die Tiere nach dem Verlassen des Melkstandes.

Diese Anordnung des Melkstandes hat folgende Vorteile:

1. Geringer Platzbedarf.
2. Zweifache Nutzungsmöglichkeit der Mistgänge (als Laufgang zu den Boxen sowie als Sammelplatz, Zu- und Abgang in Verbindung mit dem Melkstand).
3. Verbilligung durch Verzicht auf eine zusätzliche Umwandlung des Melkstandes. Einsparung einer speziellen Melkstandheizung durch die Lage mitten im warmen Stall.

3.2. Stallmistkette

Im Liegeboxenstall kann man zwar ganz ohne Einstreu auskommen, es ist aber in der Regel von Vorteil, etwas Stroh einzustreuen:

1. Die Tiere suchen die Boxen, in denen etwas Stroh liegt, lieber auf.
2. Geringe Strohmenge erleichtern das Reinigen der Mistgänge und sind vor allem unentbehrlich, wenn Festmist bereitet werden soll.

Genauere Ermittlungen auf dem Betrieb Sebold haben ergeben, daß bereits 300—500 g Stroh je Kuh und Tag bei der hier angewandten Fütterung ausreichen.

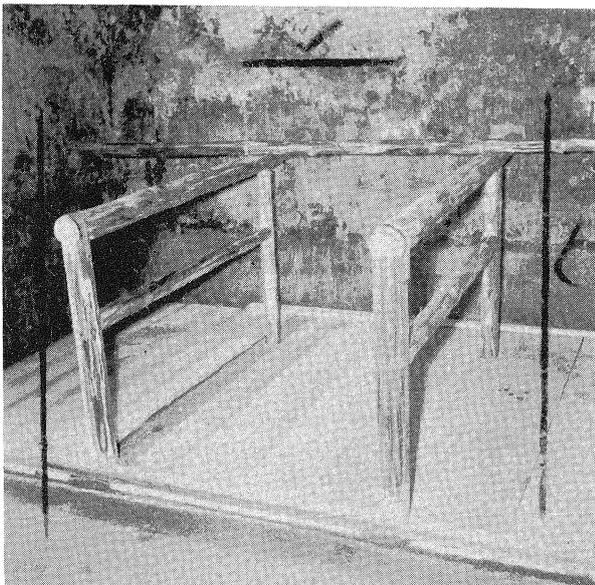


Abb. 4: Liegeboxe mit Betonstufe, Bretterbelag, seitlicher Abtrennung aus Rundhölzern und Nackenriegel.

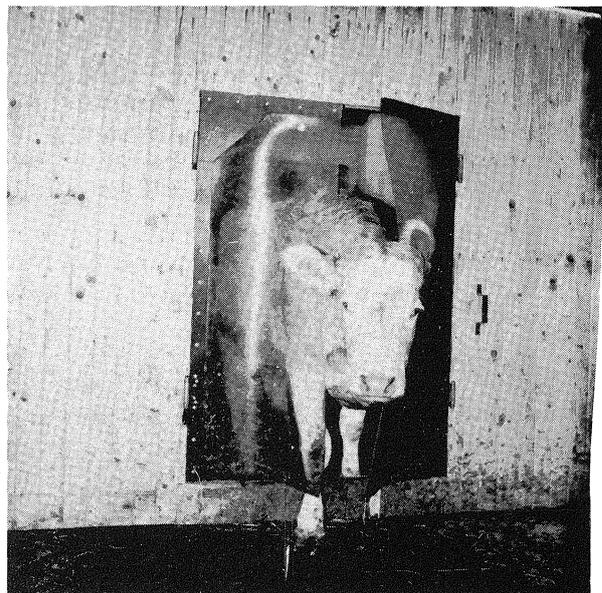


Abb. 5: Plastikpendeltor, das sich hinter den Tieren selbsttätig schließt.

Der Strohverbrauch, besonders aber die Sauberhaltung der Tiere steht in engem Zusammenhang mit der Größe und Form der Liegeboxe. Um herauszufinden, wie die beste Liegeboxe aussehen muß, wurden in diesem Stall Boxen mit verschiedenen Abmessungen, Bodenbelägen, Abtrennungen usw. eingebaut. Es hat sich gezeigt, daß die abgebildete Boxe (Abb. 4) für viele Fälle am günstigsten ist, daß aber auch die anderen Formen ihre Berechtigung haben. Ein besonderes Problem in Laufställen mit Auslauf ins Freie besteht darin, die Toröffnungen zwischen dem wärmeren Liegebereich und dem meist kälteren Außenbereich günstig zu gestalten. Dieses Problem konnte schließlich mit Hilfe von kleinen Plastikpendeltüren (Abb. 5) gelöst werden.

Diese Pendeltore sind allerdings nur für den Durchgang der Tiere bestimmt. Für die Durchfahrt des Schleppers muß ein breites Tor angebracht werden. Mit dem Schlepper, der mit Kotgangschaukel am Frontlader ausgerüstet ist, wird nämlich entmistet (Abb. 6). Voraussetzungen für den Einsatz des Schleppers zum Entmisten sind:



Abb. 6: Entmisten mit Frontlader, der mit breiter Kotgangschaukel ausgerüstet ist.

Gerade Achsen (keine toten Winkel), entsprechende Durchfahrten, Vermeidung von Stufen und ausreichend Bewegungsfreiheit zum Rangieren.

Für die Entmistung der gesamten Flächen (Mistgänge, Laufhof, Fahrhilos) sind mit dem Schlepper ca. 20 Minuten notwendig. Die gesamte Lauffläche wird in der Regel zweimal wöchentlich gereinigt. Die Mistgänge dagegen werden alle 1 bis 2 Tage gesäubert. Letzteres dauert etwa 7 Minuten.

Dieser stroharme Laufflächenmist kann nicht auf einer herkömmlichen Dungplatte gestapelt werden; denn er ist zunächst von ziemlich breiiger Konsistenz.

Daher muß die Miststätte eine seitliche Begrenzung aufweisen, die jedoch nicht ganz dicht sein darf. Sie besteht aus geschälten, aber nicht besäumten Rundholzstangen, die in stabile Nutpfosten eingeschoben werden. (Abb. 1) Zwischen diesen Filterstangen kann die Flüssigkeit, die bei der Lagerung des Mistes seitlich austritt, abfließen. Sie wird in einer um die Miststätte laufenden offenen Rinne aufgefangen und gelangt von hier durch Öffnungen in die Jauchegrube. Je GV wurden 4 m³ Dungstätte und 2 m³ Jauchegrube (2 m Stapelhöhe) vorgesehen.

In Verbindung mit dem Boxenlaufstall mit planbefestigten Flächen, minimalen Einstreumengen und einer Filterstangen-Dungstätte war es möglich, das kostengünstige Festmistverfahren beizubehalten.

3.3. Futterkette

Anstelle der bisher vorhandenen halbhohen Vierecksilos wurden zunächst 3 Fahrhilos mit je 100 m³ quer in die leerstehende Scheune gebaut. Ein Jahr später wurde im Anschluß an den Stall ein weiteres Fahrhilo von 160 m³ erstellt, das von der Mitte aus nach zwei Seiten Gefälle hat und daher von beiden Seiten, für Kühe und Jungvieh zugänglich ist.

Alle vier Flachsilos wurden aus Hohlblockschalungssteinen errichtet. Diese Bauweise eignet sich besonders gut zum Selbstbau. Dabei bedeutet Selbstbau nicht, daß nur betriebseigene Arbeitskräfte beteiligt sind. Wichtig ist, daß der Landwirt die Stellung des Bauunternehmers einnimmt. Durch diese unternehmerische Tätigkeit wird vor allem eine Verbilligung erreicht. Die Behälter auf diesem Betrieb erforderten insgesamt 28,40 DM je m³ einschließlich Seeger-Verschluß. Davon sind 7,40 DM je m³ Eigenleistungen, so daß nur 21,— DM je m³ an Barausgaben auftraten.

Ein Vorteil von Flachsilos besteht neben dem niedrigen Bauaufwand vor allem in der Möglichkeit, die Beschickung und die Entnahme mit verhältnismäßig einfachen, billigen und funktionssicheren Maschinen und Geräten vorzunehmen. Wiesen- und Klee gras wird meist mit dem Ladewagen geladen, Silomais mit dem Exaktfeldhäcksler. Die so beladenen Fuhren werden mit Kratzboden auf der Betonplatte vor den Silobehältern schnellentleert. Beim Einsatz des Ladewagens kann eine Arbeitskraft das Laden und den Transport übernehmen, bei Verwendung des Feldhäckslers sind in diesem Betrieb dazu zwei Personen notwendig.

Die zweite bzw. dritte Arbeitskraft besorgt auf dem Hof das Einlagern und Festwalzen mit Schlepper und Heckschiebesammler.

Beim Abdecken mit Seeger-Verschuß (bei Gras) bzw. mit Folie und Sandsäckchen (Silomais) sind zwei Arbeitskräfte etwa 1 — 1,5 Std. je Behälter beschäftigt.

Insgesamt dauert das Befüllen eines 100 m³ Behälters etwa 12 Std.

Die Entnahme der Silage erfolgt durch die Tiere selbst. Um dabei Futtermittelverluste zu vermeiden, muß ein stabiles zweckmäßig gebautes Freßgitter verwendet werden (Abb. 7).

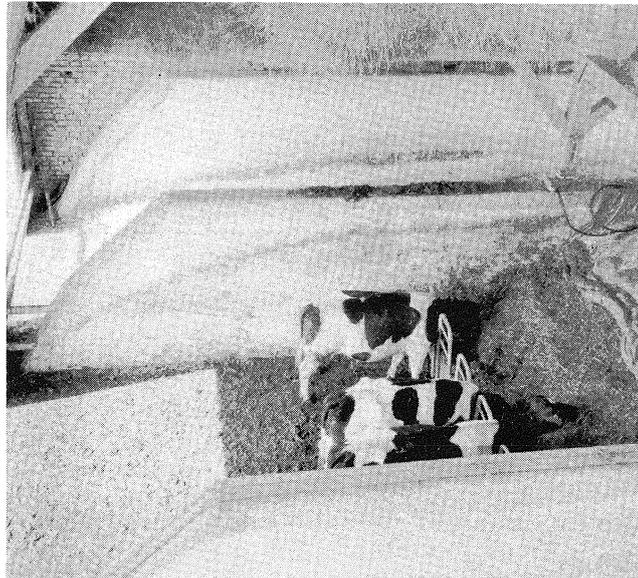


Abb. 7: Selbstfütterung im Fahrsilo.

Das abgebildete Freßgitter hat sich auf diesem und auch auf anderen Betrieben gut bewährt. Bei Jungvieh müssen die Abmessungen verändert werden.

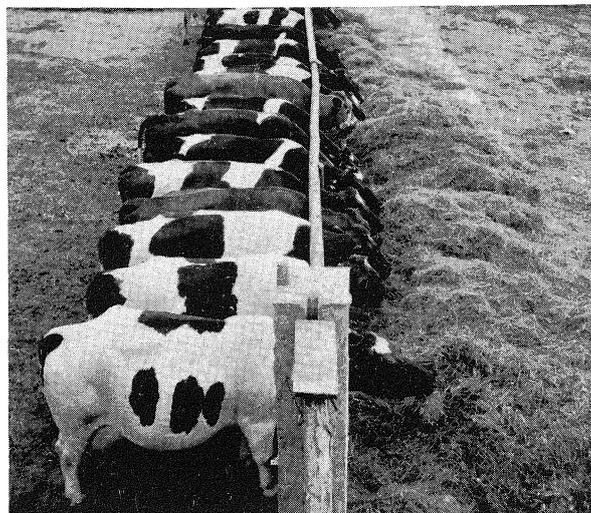


Abb. 8: Bei der Grünfütterung im Sommer müssen alle Tiere gleichzeitig fressen können.

Die **Heu- und Strohernte** wird ebenfalls mit dem Ladewagen durchgeführt. Das über dem Stall liegende Heu (für Jungvieh) und Stroh wird mit Gebläse eingelagert. Das für die Kühe vorgesehene Heu wird in der Scheune neben den Fahrsilos erdlastig gelagert. Als Einlagerungsgerät dient dabei der bereits vorhandene Schienengreifer. Es ist geplant, mit demselben Gerät das Heu auch wieder zu entnehmen und zur Heuvorratsraufe zu transportieren, und zwar in der Weise, daß das Heu von der Greiferzange über eine Rutsche in die Raufe gelangt.

Diese Raufe (Abb. 1) ist so konstruiert, daß die Tiere ähnlich wie beim Freßgitter im Flachsilo die Köpfe während des Fressens in enge Öffnungen stecken müssen. Dadurch werden sie weitgehend daran gehindert, Heu herauszuziehen und zu zerstreuen.

Denkbar einfach ist auch die Einrichtung für die Grünfütterung (Abb. 8), die im Sommer zusätzlich zum Weidegang notwendig ist. Da hierbei im Gegensatz zu Silage und Heu keine Vorratsfütterung möglich ist, muß soviel Freßplatz zur Verfügung stehen, daß alle Tiere gleichzeitig fressen können (ca. 70 — 80 cm je Tier). Die Lauffläche vor den Fahrsilos ist dafür geeignet. Hier wurde ein 2,50 m breiter Streifen anbetoniert. Zwischen Lauffläche und Freßplatte ist eine einfache Abtrennung angebracht (bis 0,50 m Höhe eine Bohle, in 1,20 m Höhe ein Nackenriegel). Das Grünfutter wird mit dem Ladewagen geladen und anschließend auf dieser Freßfläche abgespült und gleichzeitig verteilt.

Übersicht 3

Aufwendungen für bauliche und technische Einrichtungen im Zuge der Umstellung

	Insgesamt DM	DM je Kuh
1. Milchgewinnung:		
Rohrmelkanlage, mit Tauchkühler		
3 Melkzeuge, Wanne 500 l	6.365,—	206,—
Milchkammer mit Warmwasserboiler und sonstigen Einrichtungen	2.940,—	95,—
Melkstand-Grube	1.000,—	32,—
Melkstand-Rohrgestänge	1.400,—	45,—
Summe:	<u>11.705,—</u>	<u>378,—</u>
2. Stallmistkette:		
Stallumbau mit Liegeboxen	3.214,—	104,—
Lauffläche (224 m ² , je Kuh 7,2 m ²)	1.000,—	32,—
Miststätte (4 m ³ /Kuh u. Jauchegrube (2 m ³ /Kuh)	3.600,—	116,—
Schiebetore mit Pendeltüren	950,—	31,—
Kotgangschaufel	620,—	20,—
Summe:	<u>9.384,—</u>	<u>303,—</u>
3. Futterkette:		
3 Fahrsilos (300 m ³ , je Kuh 10 m ³)	8.284,—	267,—
Heuraufe	514,—	17,—
2 Freßgitter für Selbstfütterung	900,—	29,—
Summe:	<u>9.698,—</u>	<u>313,—</u>
Gesamtaufwand:	<u>30.787,—</u>	<u>994,—</u>
Eigenleistung (28 %)	6.157,—	199,—
Barausgaben	24.630,—	795,—

4. Aufwendungen für bauliche und technische Einrichtungen der Umstellung

Wie schon erwähnt, ist in der Regel Spezialisierung auf Futterbau-Milchviehhaltung mit Aufwendungen für bauliche und technische Einrichtungen der Umstellung verbunden. Aus diesem Grund dürfte es interessant sein zu erfahren, wie hoch der Kapitalbedarf in diesem Betrieb war. Der gesamte Aufwand für die erwähnten baulichen und technischen Einrichtungen der Milchviehhaltung, die zunächst für 31 Kühe ausreichen, wurde genau festgehalten und ist in Übersicht 3 wiedergegeben.

Insgesamt waren einschließlich Eigenleistung je Kuh nur 993,— DM, an Barausgaben je Kuh jedoch nur 794,— DM notwendig.

Diese erstaunlich geringe Summe konnte nur dadurch erreicht werden, daß

1. vorhandene Gebäude und Maschinen (Schlepper, Frontlader, Stallmiststreuer) weitgehend ausgenützt
2. nur Verfahren mit niedrigem Kapitalbedarf (Festmistkette, Flachsilos mit Selbstfütterung) ausgewählt und
3. viele Einrichtungen in Selbstbauweise erstellt wurden.

Abschließend soll noch kurz auf arbeitswirtschaftliche Fragen der Jungviehhaltung und des Getreidebaues eingegangen werden. Das Jungvieh wird z. T. noch wie bisher im Anbindestall gehalten. Es ist aber geplant, auch hier auf Laufstallhaltung mit Liegeboxen überzugehen. Der für das Jungvieh notwendige Siloraum ist bereits vorhanden.

Für die Getreideernte steht ein 9 Fuß Selbstfahrer-Mähdrescher bereit, der auf Grund der geringen Auslastungsmöglichkeit im eigenen Betrieb auch überbetrieblich eingesetzt wird. Dasselbe gilt für den Feldhäcksler.

5. Zusammenfassung

Der Betrieb Sebald ist ein Beispiel dafür, wie eine betriebs- und arbeitswirtschaftlich sinnvolle und zweckmäßige Umstellung mit geringen finanziellen Mitteln erreicht werden kann. Dieses Beispiel erscheint vor allem deswegen interessant, weil für eine Vielzahl bäuerlicher Betriebe nur mit Hilfe derartiger kapitalsparender Lösungen eine solche Umorganisation tragbar ist.

Abteilung III (Sondergebiete)
=====

F ö r d e r b ä n d e r u n d K e t t e n f ö r d e r e r
z u r M e c h a n i s i e r u n g d e r H o f a r b e i t

von H.-D. Zeisig und J. Kreitmeier, Weißenstephan
Landtechnik, Heft 10/1967

Die Hofarbeiten in der Landwirtschaft bestehen z.T. aus einer Vielzahl von Transportarbeiten. Um diese Transportarbeiten durchzuführen, müssen entsprechend geeignete Förder- einrichtungen eingesetzt werden. Zu diesen Fördereinrichtungen zählen neben den Gebläsen, den Greiferanlagen, den Elevatoren und den Förderschnecken auch die Förderbänder und Kettenförderer in den verschiedensten Ausführungen.

Der Vorteil der Förderbänder und Kettenförderer ist neben ihrer vielseitigen Verwendbarkeit die hohe Förderleistung bei ausgesprochen niedrigem Kraftbedarf, der ruhige Lauf, die hohe Betriebssicherheit, die geringe Störanfälligkeit und die Ortsbeweglichkeit. Als Nachteil dieser Geräte muß die durch die Bandlänge begrenzte Förderhöhe und Förderweite sowie der relativ hohe Platzbedarf genannt werden.

Je nach Fördergut - Kartoffeln, Siliergut, Getreide usw. - müssen diese Förderer teilweise unterschiedliche Ausführungen und Bandlängen haben, was dazu führt, daß ihre Ausrüstung nicht für jedes Fördergut optimal sein kann. Aufgrund der verschiedenartigen Anforderungen an diese Fördergeräte ergeben sich im wesentlichen drei Gruppen:

1. Universalförderbänder (Allzweckförderbänder)
2. Mehrzweckförderer
3. Spezialförderer.

Von diesen drei Gerätegruppen besitzen die Universalförderbänder und die Mehrzweckförderer den größten Anwendungsbereich. Zu Spezialförderern zählen neben den reinen Ballenförderern auch die Gurtbandförderer, die Senkrechtförderer für Kartoffeln oder für gehäckseltes Siliergut und die Förderbänder mit v-förmig aufvulkanisierten Rippen, die z.B. zur Förderung von losem Getreide oder Düngemitteln eingesetzt werden. Sie besitzen zwar für bestimmte landwirtschaftliche Betriebe auch eine gewisse Bedeutung, jedoch erscheint ihr Einsatz nur dann lohnend, wenn große Mengen der entsprechenden Güter gefördert werden müssen oder, wenn der Einsatz von Universalförderbändern oder Mehrzweckförderern aus irgend welchen Gründen nicht möglich ist. Im Folgenden wird daher nur auf die Einsatzbereiche und Anwendungsmöglichkeiten der Universalförderbänder und der Mehrzweckförderer eingegangen.

Am meisten ist das Universalförderband in der Praxis verbreitet, das auch teilweise als Allzweckband oder Farmer-Band bezeichnet wird (s.a. Bild 1). Diese Geräte eignen sich sehr gut für die Ein- und Auslagerung von Kartoffeln, Rüben, Futter- und Düngemitteln; ferner sind sie geeignet zur Förderung von Stallmist, Humus, Säcken, Baumaterialien

und, mit aufsteckbaren Zinken ausgerüstet, zur Förderung von Ballengut, Langgut und Häckselgut.

Die Ausrüstung dieser Geräte besteht aus dem normalerweise 400 - 500 mm breiten Fördergurt, der in Abständen von 500 - 1000 mm mit aufvulkanisierten Rippen versehen ist und in den meisten Fällen muldenförmig geführt wird, den häufig verstellbar ausgeführten Seitenteilen, die zusammen mit dem Fördergurt eine Mulde bilden und einem Fahrgestell mit Winde zur stufenlosen Einstellung des Neigungswinkels von etwa 10 - 45°. Zur Erleichterung der Beschickung sind diese Geräte mit einem Einschütttrichter versehen.

Für die Beschickung direkt vom Kratzboden aus sollte der Einschütttrichter mindestens so breit sein, daß er an jeder Seite des Wagens ca. 20 cm über die Wagenbreite herausragt. Diese breiten Einschütttrichter eignen sich besonders für die Annahme gut schütffähiger Güter, wie z.B. Kartoffeln, Rüben, oder auch Getreide. Für die Annahme von gehäckseltem oder langem Halmgut sind sie nur bedingt geeignet, da diese Güter nicht genügend rieselfähig sind, so daß sich z.B. selbst exaktgehäckselter Mais auf den relativ flachen Seitenwänden des Einschütttrichters aufbaut und zu Brückenbildungen führt, die eine stetige Förderung ohne wesentliche Handarbeit unmöglich machen.

Zur Anpassung an das Fördergut hat es sich als vorteilhaft erwiesen, daß die Seitenteile der Universalförderbänder verstellbar angeordnet sind; z.B. bei der Förderung von Kartoffeln kann die Förderleistung bei einem Neigungswinkel über ca. 30° durch engeres Stellen der Seitenteile erhöht werden (das Gut rollt nicht so schnell zurück), wogegen zur Förderung von sperrigen Gütern, wie z.B. Getreidesäcken, die Seitenteile ganz nach außen geschwenkt werden sollten, um so eine möglichst breite Fördermulde zu erhalten.

Der Antrieb der Universalförderbänder sollte serienmäßig mit Zwei-Stufen-Motoren ausgerüstet sein, die eine Bandgeschwindigkeit von etwa 0.5 und 1 m/sec ermöglichen. Dadurch wird eine gewisse Dosierung bei Schüttgütern erreicht, wenn nachfolgende Transport- oder Reinigungsgeräte beschickt werden sollen und darüber hinaus läßt sich gerade Stückgut, wie z.B. Getreidesäcke oder auch Ballengut, mit der kleinen Bandgeschwindigkeit von etwa 0.5 m/sec bei großem Neigungswinkel besser fördern.

Die Förderleistung der Universalförderbänder ist sehr hoch und kann gerade bei Schüttgütern, wie z.B. Kartoffeln, Rüben, Dünge- oder Futtermitteln in den meisten Fällen nur bei mechanischer Beschickung über den Kratzboden oder die Abzugsmatte voll ausgenutzt werden. Sie wird selbstverständlich von der Breite des Förderbandes, von seiner Neigung und von der Art des Fördergutes beeinflusst und zwar fällt im allgemeinen die Förderleistung, je steiler das Band steht. Diesen Einfluß zeigt auch das in Tabelle 1 angegebene Beispiel:

Tabelle 1

Fördergut	Art der Beschickung	Wagenladung	Abladezeit	Förderleistung	Bandneigung	Leist.-aufnahme
		dz	min	dz/h	Grad	kW
Zucker- rüben	Kratzboden u. Zubring.- Band	30.0	4.5	400	20	1.00
		32.0	5.4	355	30	1.15
Kar- toffeln	Abzugsmatte	28	7.5	224 ^{x)}	16	0.90

^{x)} keine Maximalleistung

Universalförderbänder werden in Bandlängen von ca. 3 - 14 m geliefert, wobei derartige Förderer mit Bandlängen über 7 - 8 m vorwiegend zur Befüllung von Silos oder zur Beschickung von Heu- und Strohbergeräumen eingesetzt werden. Es ist ohne weiteres einzusehen, daß diese Geräte mit großen Bandlängen kaum noch als Universalförderbänder zu bezeichnen sind, da sie sich nicht mehr ohne weiteres in Gebäuden, wie z.B. Kartoffellagerräumen einsetzen lassen. Außerdem haben diese Bänder dann auch ein entsprechend hohes Gewicht, so daß sie nicht mehr leicht vom Fahrgestell abgenommen werden können, um sie zur Auslagerung von Kartoffeln oder Rüben aus Kellern in Fensterluken einzuführen. Für diese Zwecke kommen nur Förderbänder mit einer Bandlänge von maximal ca. 6 - 7 m in Frage. Die erreichbaren Förderhöhen sind bei diesen Bandlängen auch entsprechend niedrig und betragen bei einem Neigungswinkel von 45° maximal ca. 4.25 - 4.9 m. Alle über dieses Richtmaß hinausgehenden Bandlängen bedeuten eine teilweise erhebliche Einschränkung der universellen Verwendbarkeit.

Sollen größere Förderhöhen erreicht werden, was besonders bei der Befüllung von Silos oder von Heu- oder Strohbergeräumen der Fall ist, erscheint es zweckmäßiger, Mehrzweckförderer einzusetzen.

Zu den Mehrzweckförderern gehören die Band- und Kettenförderer mit Bandlängen von ca. 7 - 15 m. Diese Fördergeräte sind vorwiegend gedacht zum Fördern von allen halm- und blattartigen Erntegütern. Der maximale Neigungswinkel der bisher angebotenen Geräte dieser Gruppe beträgt ca. 55°, somit können mit einem 15 m Gerät maximale Förderhöhen von 12.3 m erreicht werden, was bei der Befüllung von Silos einer maximalen Silohöhe von etwa 11 m entspricht.

Die Fördergeräte dieser Gruppe mit Gummiband haben sehr viel Ähnlichkeit mit den Universalförderbändern. Die Aufsteck- bzw. Aufschraubzinken zur Halmgutförderung werden serienmäßig mitgeliefert. Nach Abnahme der Zinken können die Fördergeräte notfalls auch zur Förderung von Stückgut eingesetzt werden. Kettenförderer sind dagegen ausschließlich für die halm- und blattartigen Erntegüter vorgesehen. Aufgrund ihrer breiten Fördermulde erreichen diese Fördergeräte sehr hohe Förderleistungen.

Der Abstand der Zinken (beim Band) oder der Mitnehmer (beim Kettenförderer) sollte zur Erreichung einer ausreichenden Förderleistung nicht größer als 1 m sein. Dies ist vor allem bei der Förderung von Häckselgut in das Silo von Bedeutung. Kettenförderer, die bis vor einigen Jahren vorwiegend zur Förderung von Ballengut eingesetzt wurden, werden noch häufig mit einem Mitnehmerabstand von 2 m angeboten. Die sich mit diesem Mitnehmerabstand ergebende Leistung ist zu gering.

In Tabelle 2 sind die Förderleistungen für einige typische Güter, die mit diesem Mehrzweckförderer gefördert werden, angegeben.

Tabelle 2

Fördergut	Art der Beschickung	Wagenladung	Ablaufzeit	Förderleistung	Bandneigung	Leist.-aufnahme
		dz	min	dz/h	Grad	kW
Niederdr. Preßball.	2 Mann von Hand	7.8	7.8	63	45	1.16
Hochdr.-Preßball.	2 Mann von Hand	13-15	10-12	76	45	1.5
Maissilage	Kratzbod.in Einschütttr.	29-35	7-9	230	50	1.9

Die in der obigen Tabelle angegebene Leistung bei Maissilage stellt keine Maximalleistung dar, da die maximale Auslastung dieser Geräte in den meisten Fällen nur bei vollmechanischer Beschickung zu erzielen ist. Bei der Förderung z.B. von Maissilage vom Kratzboden direkt in den Einschütttrichter des Bandes wird die Förderleistung begrenzt durch die Leistungsfähigkeit der Arbeitskraft, die die Brückenbildung in dem Einschütttrichter verhindern muß. Wie bereits bei den Universalförderbändern erwähnt, eignet sich der breite Einschütttrichter nur bedingt für die Annahme von Lang- oder Häckselgut. Günstiger ist in diesem Fall der Einsatz eines Zubringerbandes (s.a. Bild 2), das einmal die notwendige Zuteilarbeit wesentlich erleichtert (1-Mann-Arbeit), zum andern aber auch eine höhere Auslastung des Mehrzweckförderers bringt. Mit dieser Art der Beschickung lassen sich selbst bei Bandneigungen von 50 - 55° bei Siliergut, wie Maissilage, Leistungen von 250 - 300 dz/h erreichen; selbst dann, wenn die Mitnehmer nur einen Abstand von 1 m haben.

Als Zubringerband zum Mehrzweckförderer sollte statt eines Spezialgerätes ein Universal-Förderband mit aufsteck- bzw. aufschraubbaren Zinken gewählt werden, das sich das ganze Jahr über nutzbringend einsetzen läßt. Ein Nachteil der bisher gebräuchlichen Mehrzweckförderer ist die relativ große Standlänge, die bei einer Neigung von 45° etwa gleich der Förderhöhe ist. Aus diesem Grunde arbeiten neuere Entwicklungen auch mit Neigungsbereichen bis zu 75°. Damit wird neben der Verkürzung der Standlänge auch eine Vergrößerung der Förderhöhe erreicht (Bild 3). So beträgt z.B. die maximale Förderhöhe eines Gerätes mit 14 m Bandlänge bei einer

Bandneigung von 75° ca. 13.4 m (s.a. Bild 4), was einer maximalen Silohöhe von etwa 12.5 m entspricht. Die theoretische Standlänge beträgt in diesem Fall nur etwa 3.5 m. Zur Beschickung des gleichen Silos mit 12.5 m Höhe ist bei Verwendung eines Förderers, der nur einen Neigungswinkel von 45° erlaubt, ein Gerät mit einer Bandlänge von mindestens 18.5 m erforderlich. Die theoretische Standlänge würde in diesem Fall etwa 13 m betragen.

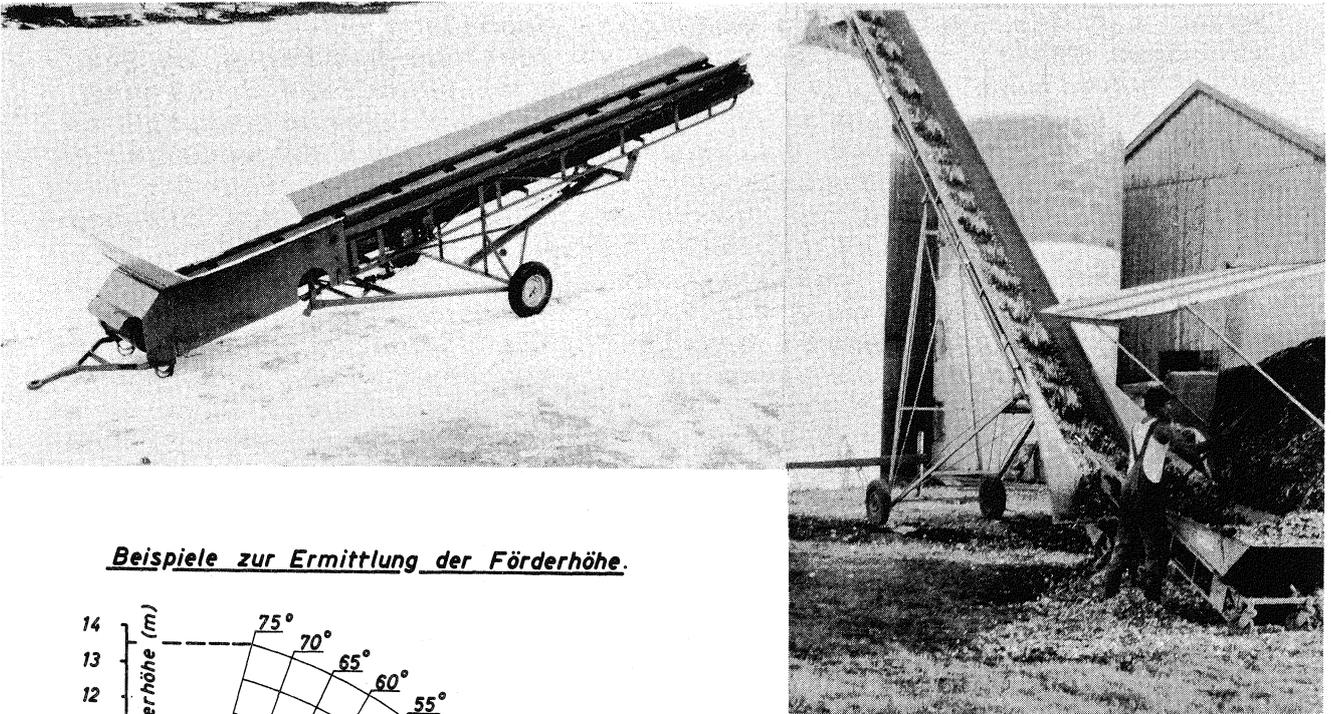
Selbstverständlich müssen die bei diesen hohen Bandneigungen arbeitenden Förderer auch entsprechend ausgerüstet sein, um hohe Förderleistungen zu erzielen. Der Abstand der Mitnehmer oder Aufsteckzinken darf auf keinen Fall größer als 1 m sein; empfehlenswert erscheint ein Abstand von etwa 50 cm. Die Abdeckung des Förderkanals, die hierbei auch eine Maßnahme zur Leistungssteigerung darstellt, muß auf jeden Fall leicht abnehmbar ausgebildet sein, da sonst das Gerät nicht mehr für die Ballenförderung einsetzbar ist. Je nach Silobauart und Einrichtung zur Entnahme der Silage muß das Siliergut in vielen Fällen in der Silomitte abgeworfen werden. Dies bedeutet, daß der Förderer am oberen Teil eine Abknickung bzw. eine Abwinkelung haben muß, oder daß ein weiteres Förderorgan eingesetzt wird, daß das Siliergut von der Abwurfstelle des Mehrzweckförderers zur Silomitte hin transportiert. Gerade diese zuletzt erwähnte Möglichkeit erscheint günstiger und betriebssicherer zu sein, da bei einer Abknickung des Förderers, zumal dann, wenn als Förderorgan ein Gummiband benutzt wird, an der Abknickungsstelle starke Beanspruchungen des Gurtes entstehen und außerdem besonders bei hohen Förderleistungen die Antriebsrollen bzw. Walzen zum Durchrutschen neigen.

Selbstverständlich ist bei Geräten dieser Art zur Erreichung einer genügenden Standsicherheit eine entsprechende Spurweite des Fahrgestells erforderlich. Die Frage der Bereifung ist, wie bei allen Mehrzweckgeräten, davon abhängig, in welchem Umfang die Geräte auch außerhalb des eigenen Betriebes eingesetzt werden.

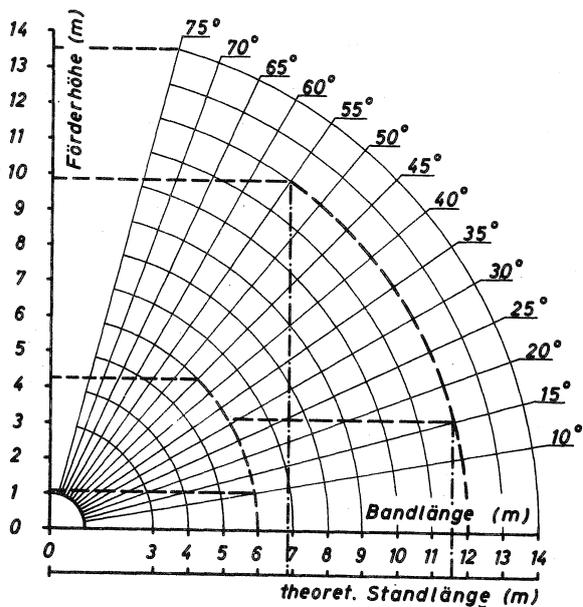
Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß es in den landwirtschaftlichen Betrieben vielseitige Verwendungsmöglichkeiten für Förderbänder gibt und daß diese Art von Fördergeräten aufgrund ihrer hohen Förderleistung, dem niedrigen Kraftbedarf und der geringen Störanfälligkeit schon eine große Verbreitung gefunden haben. Besonders durch die Bandlänge werden die Einsatzmöglichkeiten dieser Fördergeräte beschränkt, so daß als Universalförderbänder nur die Geräte zu bezeichnen sind, die eine Bandlänge von nicht mehr als 6 - max. 7 m aufweisen. Zur Silobefüllung und zur Beschickung von Heu- und Strohbergeräumen eignen sich besonders die Mehrzweckförderer. Zur Beschickung dieser Geräte sollten in verstärktem Maße Universalförderbänder in entsprechender Ausrüstung eingesetzt werden. Spezialzuteil- bzw. Zuführungsbänder haben sich für diese Arbeiten zwar auch bewährt, jedoch stellt ihr Einsatz sehr kostenaufwendige Lösungen dar. Die Beschickung der Mehrzweckförderer direkt vom Kratzboden aus in einen breiten Einschütttrichter kann selbst bei exaktgehäckselttem Siliergut wegen des dann noch notwendigen hohen Aufwandes an schwerer körperlicher Arbeit nicht als günstige Lösung angesehen werden.

Neuere Entwicklungen der Mehrzweckförderer, die bei Bandneigungen bis zu 75° arbeiten, bringen gegenüber der üblichen Ausführung wesentlich geringere Standlängen und größere Förderhöhen.

Spezialgeräte, wie z.B. Ballenförderer oder Senkrechtförderer zur Befüllung von Hochsilos oder zur Förderung von Kartoffeln, stellen in den meisten Fällen teure Lösungen dar und sollten nur dort eingesetzt werden, wo entweder große Mengen damit zu fördern sind oder aus räumlichen Gründen der Einsatz anderer Fördergeräte nicht möglich ist.



Beispiele zur Ermittlung der Förderhöhe.

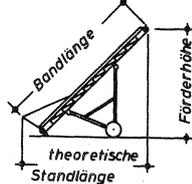


Universalband 6m

Neigungsbereich $10 - 45^\circ$
Förderhöhe $1 - 4,25\text{ m}$

Mehrzweckförderer 12m

Neigungsbereich $15 - 55^\circ$
Förderhöhe $3,15 - 9,80\text{ m}$
theoret. Standlg. $11,6 - 6,9\text{ m}$



24. 2. 67. 46.

Abb. 1: (oben links)
Universalförderband

Abb. 2: (oben rechts)
Mehrzweckförderer in
üblicher Ausführung
bei der Förderung von
gehäckseltem Silomais.

U n t e r s u c h u n g e n z u r H o p f e n t r o c k - n u n g

von H.-D. Zeisig und H. Hecht, Weihenstephan

Zusammenfassender Auszug aus Veröffentlichungen in der Hopfen-
rundschau, 18. Jahrg., Nr. 11 - 14, 1967

Mit der fortschreitenden Mechanisierung der Hopfenernte zeigten sich mehr und mehr Schwierigkeiten beim Trocknen des Hopfens. Diese Schwierigkeiten werden dadurch bedingt, daß durch den Einsatz von Pflückmaschinen in kürzerer Zeit größere Mengen an Grünhopfen anfallen. Zur Vermeidung von Qualitätseinbußen muß der Hopfen dann möglichst schnell getrocknet werden, was dazu führt, daß die vorhandenen Trocknungsanlagen in der Regel überlastet sind und somit keine einwandfreie Trocknung erzielt wird, die dann wiederum auch entsprechende Qualitätseinbußen zur Folge hat. Es ergab sich daher die Notwendigkeit, nach Wegen für eine Verbesserung des Trocknungsverfahrens zu suchen. Da die Industrie inzwischen kontinuierliche Hopfenbandtrockner auf den Markt gebracht hatte, lag es nahe, ihre Eignung systematisch zu untersuchen. Daher fanden bereits im Jahre 1963 auf Veranlassung von Prof. Hupfauer in Zusammenarbeit mit der belgischen Reichsanstalt für Landtechnik einige informative Vorversuche an einem derartigen Bandtrockner statt. Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ermöglichte dann in den Jahren 1965 und 1966 eigene umfangreiche Untersuchungen.

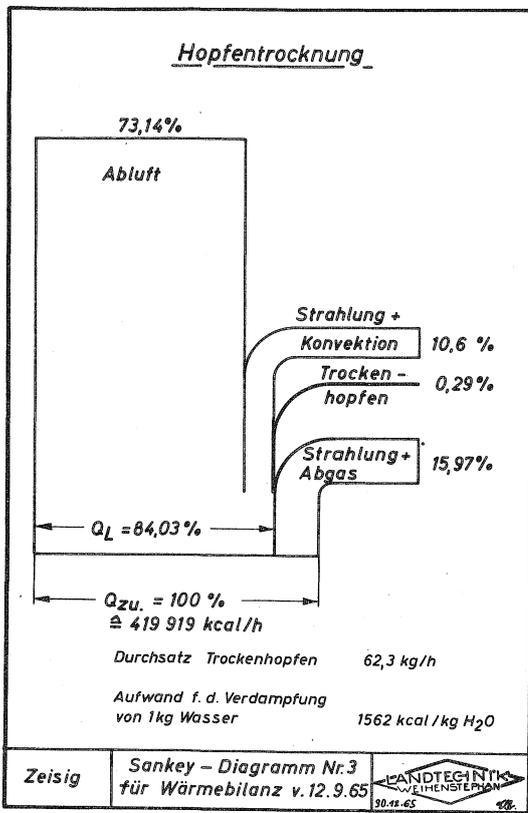
In der Hopfenernte 1965 wurde zunächst mit Untersuchungen an einem Bandtrockner begonnen. Diese Versuche gaben Aufschluß über das Betriebsverhalten des Trockners und Hinweise auf eine mögliche Leistungssteigerung und eine Verbesserung der Gleichmäßigkeit der Trocknung. In der Ernte 1966 wurden dann diese Untersuchungen fortgesetzt und gleichzeitig erweitert durch entsprechende Untersuchungen an 4 konventionellen Darren, wobei die Qualitätsuntersuchungen in Zusammenarbeit mit dem Hans-Pfülf-Institut für Hopfenforschung in Hüll durchgeführt wurden. Da es sich bereits in der Ernte 1965 herausgestellt hatte, daß in einer Großanlage der Einfluß von Temperatur und Luftgeschwindigkeit auf das Verhalten des Hopfens nicht eindeutig geklärt werden kann, wurde dieses Problem in einer weiteren Versuchsreihe mittels eines kleinen Versuchstrockners in der Ernte 1966 in Angriff genommen. Die bislang noch nicht vollständig vorliegenden Ergebnisse dieser zuletztgenannten Versuchsreihe lassen bedeutende Möglichkeiten bei zukünftigen Entwicklungen von Hopfentrocknungsanlagen erwarten.

Bei den Untersuchungen am Bandtrockner konnten keine die Qualität des Hopfens mindernde Einflüsse beobachtet werden. Aufgrund der Vergleichsversuche an den konventionellen Darren kann festgestellt werden, daß beim Bandtrockner der Hopfen gleichmäßiger getrocknet wird als bei den Darren, die teilweise erhebliche Feuchtegehaltsunterschiede im Trockenhopfen einer Charge aufwiesen, obwohl auch beim Bandtrockner gewisse Feuchtigkeitsunterschiede vorhanden sind, die um so größer werden, je höher die Schichthöhe auf den einzelnen Trockenbändern ist, je häufiger Betriebsunterbrechungen auftre-

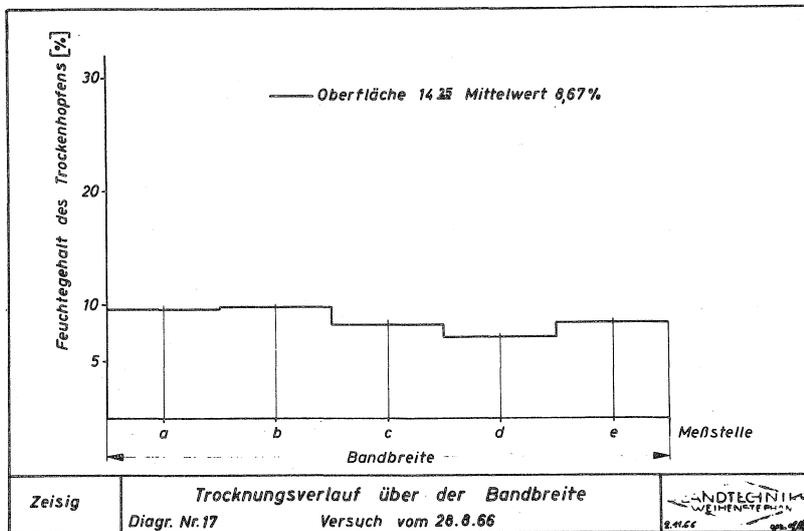
ten und je weniger weit der Hopfen heruntergetrocknet wird. Bei genügender Heruntertrocknung auf einen mittleren Feuchtegehalt von unter 10 % fallen diese Unterschiede kaum noch ins Gewicht, vor allem dann nicht, wenn die Schichthöhe so eingestellt wird, daß sie auf den oberen der drei Trockebänder 12 - 14 cm beträgt, analog einer Schichthöhe von 16 - 19 auf dem mittleren und 24 - 28 auf dem unteren Band. Obwohl Messungen über den Trocknungsverlauf, über Temperatur und relative Feuchte der die Hopfenschichten durchströmenden Trocknungsluft und Messungen über die Luftgeschwindigkeitsverteilung innerhalb des Bandtrockners durchgeführt wurden, konnten die Ursachen für die festgestellten Ungleichmäßigkeiten im Feuchtegehalt des Trockenhopfens nicht eindeutig geklärt werden.

Die durchgeführten Untersuchungen ergaben weiterhin, daß der Einfluß von regennassem bzw. taufeuchtem Hopfen auf den Durchsatz des Bandtrockners oder den Feuchtegehalt des Trockenhopfens kaum vorhanden ist, wenn die Hopfendolden voll ausgereift sind. Werden jedoch regennasse oder taufeuchte Partien getrocknet, die einen hohen Anteil an nicht ausgereiften Dolden besitzen, so steigt der Feuchtegehalt des Trockenhopfens. Diese Erscheinung führt dazu, daß der Durchsatz des Bandtrockners durch entsprechende Erhöhung der Durchlaufzeit verringert werden muß. Bei den Darrenuntersuchungen wurde dagegen festgestellt, daß die notwendige Verweilzeit des Hopfens in der Darre teilweise beträchtlich ansteigt, wenn regennasser oder taufeuchter Hopfen getrocknet wird, unabhängig davon, ob der Hopfen voll ausgereift ist, oder ob in einer Partie ein großer Anteil von nicht ausgereiften Dolden vorhanden ist. Dies hat zur Folge, daß die Durchsatzleistung der Darren entsprechend absinkt. Offensichtlich ist diese Erscheinung darin begründet, daß bei den Darren mit niedrigeren Heißluftgeschwindigkeiten und Temperaturen, besonders im Bereich des Grünhopfens, gearbeitet werden muß, als dies beim Bandtrockner der Fall ist. Eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit der Trocknungsluft in der Darre in der bisherigen Ausführung ist aufgrund ihrer Konstruktion jedoch nicht möglich, da bereits bei einem Luftdurchsatz von etwa $1000 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ die Flattergrenze des Trockenhopfens teilweise erreicht wird.

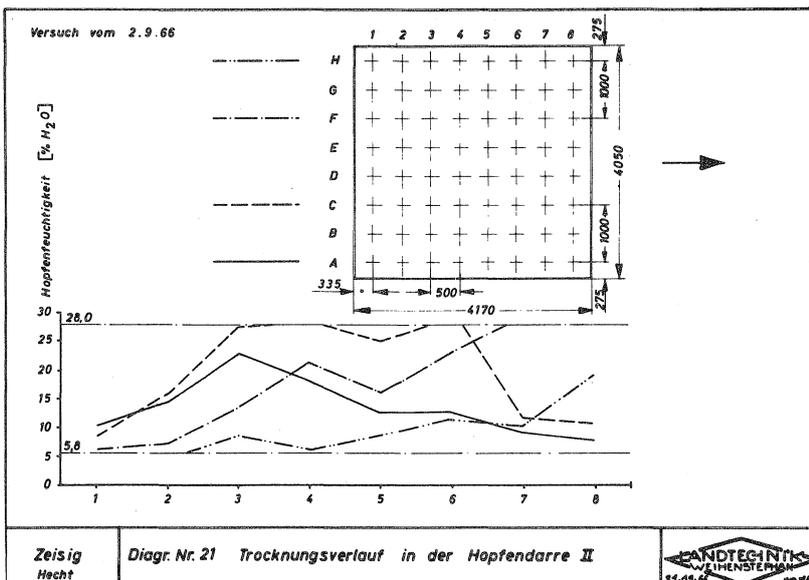
Die Trocknungskosten sind bei Hopfendarren und Bandtrocknern, bedingt durch die niedrige Heißlufttemperatur, relativ hoch. So betragen z.B. die Betriebskosten, d.h. die Kosten für Heizöl, Strom und Lohn in der Ernte 1966 bei den Darren im Durchschnitt ca. 0.15 DM/kg Trockenhopfen und beim Bandtrockner ca. 0.10 DM/kg Trockenhopfen; die festen Kosten, d.h. die Kosten für die Verzinsung, Amortisation usw. der Anlage werden entscheidend vom Ausnutzungsgrad beeinflusst. Da die jährliche Einsatzzeit einer Hopfentrocknungsanlage nur etwa 14 Tage beträgt, entstehen teilweise erhebliche Kosten, die dazu führen, daß bei den Darren die gesamten Trocknungskosten im Durchschnitt ca. 0.55 DM/kg Trockenhopfen betragen, während beim Bandtrockner, besonders bei kleineren Anlagen, die gesamten Trocknungskosten bis zu etwa 60 % über diesem Wert liegen können. Bei größeren Anlagen werden sehr schnell Kostengleichheit, bzw. niedrigere Trocknungskosten als bei den Darren erreicht.



Beispiel für eine Wärmebilanz



Beispiel für den Trocknungsverlauf beim Bandtrockner



Beispiel für den Trocknungsverlauf in einer Hopfendarre

Landtechnische Forschung

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT (KTL)
LANDMASCHINEN- UND ACKERSCHLEPPER-VEREINIGUNG (LAV) IM VDMA
MAX-EYTH-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER LANDTECHNIK (MEG)

Heft 2/1967

MÜNCHEN

17. JAHRGANG

Reinhold Herppich:

Dehnungsmeßanlage für genaue Leistungsmessungen an zapfwellenbetriebenen Landmaschinen mit Hilfe von Integratoren

Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, Weihenstephan

Angeregt durch ausländische Industrierversuche und Literaturangaben führte Prof. Dr. Dr. HUPFAUER schon 1953 als Leiter der Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen in Weihenstephan mit seinem damaligen Mitarbeiter, HORST SCHULZ, Zapfwellen-Drehmomentmessungen mit selbstgebauten Drehmomentgebern an verschiedenen Landmaschinen durch, insbesondere an angehängten Mähdreschern. Diese Zapfwellen-Drehmomentgeber (Bild 1, links) beinhalten in ihrer Konstruktion bereits alle Bauelemente der heutigen Geber. Sie waren jedoch noch nicht so perfektioniert, wie die jetzt käuflichen Meßwellen, welche weitgehend denjenigen Bedingungen Rechnung tragen, die W. BAADER [1] 1957 für die landtechnische Forschung forderte.

Während die Diskussionen um die Erfassung des Meßwertes durch die moderne Aufnehmertechnik und die dazugehörige moderne Verstärkertechnik ruhiger wurden, also der Dehnungsmeßstreifen zum „Handwerkszeug“ geworden ist, begannen die Diskussionen [3; 4; 5; 7; 9] über die Verarbeitung der nun „sicher“ anfallenden Meßwerte. Es gibt heute schon eine ganze Reihe von Methoden der Meßwertverarbeitung,

insbesondere die recht interessanten von SÖHNE, MÖLLER und BRUER [10] und neuerdings EIMER [3], GLUTH und VOSS [5] und KROMER [8]. Bei diesen Auswertgeräten wird der Meßschieb motorisch unter einer Nachfahreinrichtung bewegt, so daß die Auswertperson nur Bewegungen in Ordinatenrichtung zu machen hat. Die Nachfahreinrichtung erzeugt dann ein elektrisches analoges Meßsignal, welches durch entsprechende Klassiergeräte erfaßt wird. Bei [10] wird dabei der Mittelwert des Meßschiebes und somit der Meßgröße durch einen mit der Abtastvorrichtung mitbewegten Integrator gefunden. Bei den Anlagen nach [3] und [5] wird der Mittelwert statistisch, also aus dem Klassierergebnis errechnet, Gaus'sche Verteilung vorausgesetzt. Mit diesen Anlagen kann auch durch Klassieren ein Belastungskollektiv ermittelt werden. Während nun das Belastungskollektiv jedoch hauptsächlich zu Festigkeitsanalysen und Festigkeitsberechnungen von Bauteilen herangezogen wird, dient der Mittelwert zur gegenseitigen Beurteilung von Landmaschinen oder von Teilen von Maschinensystemen, die für gleiche Aufgaben bestimmt sind, jedoch konstruktiv ganz andere Lösungen darstellen.

Aus diesem Grund müssen also über den Mittelwert oft sehr feine Unterschiede aufgedeckt werden. Nach [3] hängt bei den oben genannten Auswerteinrichtungen das Ergebnis sehr stark von der Auswertperson ab, so daß je nach Methode mit ± 1 bis 3 % bzw. ± 2 bis 6 % Fehler gerechnet werden muß. In vielen Fällen wird diese Genauigkeit völlig ausreichen. Zählt man jedoch zu diesem unkontrollierbaren Fehler noch den Fehler, der eigentlichen Meßanlage mit ca. ± 1 bis 2 %, so kann der absolute Fehler schon eine Größenordnung annehmen, die jede genauere Betrachtung einer Gegenüberstellung hinfällig macht.

Obwohl Zapfwellen-Leistungsmeßanlagen aus der Literatur bekannt sind [1; 2; 9], soll trotzdem die Dehnungsmeßanlage der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik beschrieben werden, da diese Anlage speziell dafür ausgerüstet ist, den Leistungsbedarf über den Mittelwert der Zapfwellenbeanspruchung sehr genau zu messen, ohne daß damit eine langwie-

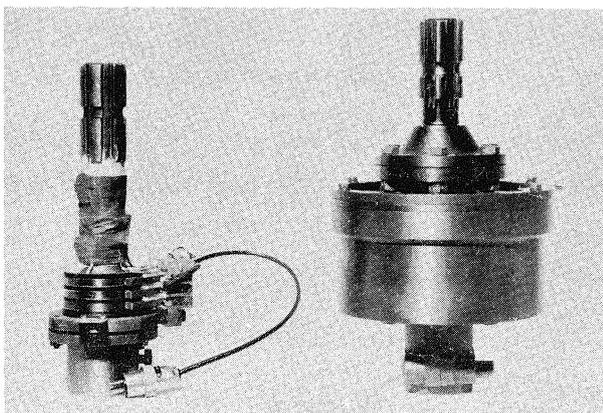


Bild 1: Zapfwellen-Drehmomentgeber. links: 1953 gebauter Geber, rechts: jetzt verwendeter Geber der Zahnradfabrik Friedrichshafen

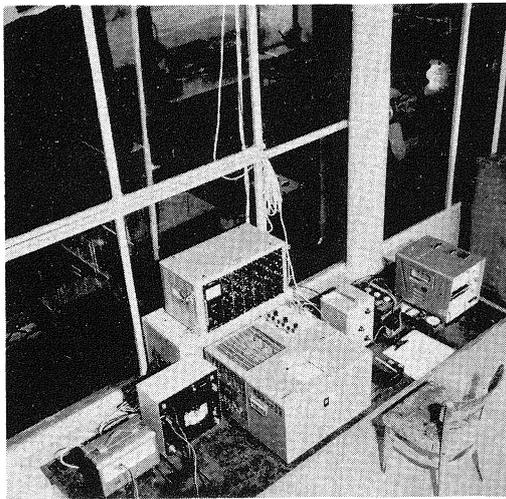


Bild 2: Im Labor stationär aufgebaute Meßanlage. Von links nach rechts folgende Geräte: Hilfspannungsgeber, Integrator, Oszilloscript, Tiefpaßfilter, Galvanometerschreiber; oben: 6-Kanalträgerfrequenzverstärker

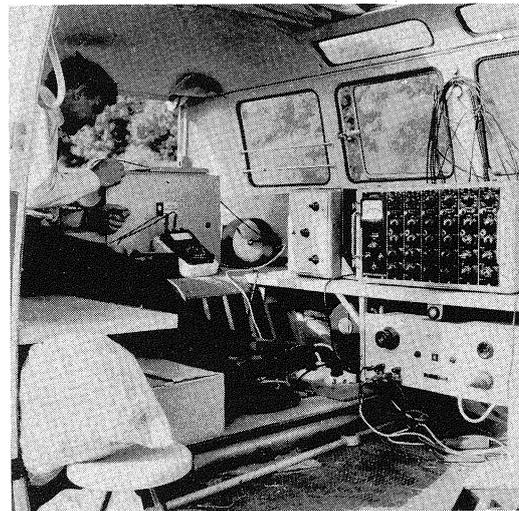


Bild 3: Blick in den Feldmeßwagen

rige manuelle Auswertung verbunden ist. Dies wird durch einen Integraphen ermöglicht, der schon während der Messung direkt mit dem Meßverstärker zusammen arbeitet. Dieser Integrator wurde aus Serien-Bauelementen der Industrie in der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik hergestellt.

1. Beschreibung der Anlage

Mit der Grundanlage können zur Zeit bis zu 9 Meßvorgänge gleichzeitig über Dehnungsmeßbrückenverstärker aufgezeichnet werden. Dabei wird je nach Meßvorhaben auf verschiedene Registriergeräte zurückgegriffen. Die Anlage kann stationär im Labor (Bild 2) und fahrbar (Bild 3) in einem Feldmeßwagen eingesetzt werden. Über den Feldmeßwagen mit seiner Energieversorgung wurde bereits an anderer Stelle [6] ausführlich berichtet. Im folgenden soll nun näher besprochen werden, wie sie speziell zur genauen Ermittlung des Leistungsbedarfes von schlepperzapfwellenbetriebenen Landmaschinen eingesetzt wird.

1.1. Prinzip der Leistungsbedarfsmessungen mit Integrator

Die gesamte Meßanlage ist in ihrem Prinzip in Bild 4 als Blockschaltung dargestellt. Dabei kommen dem Meßwertgeber (Bild 1, rechts) zwei Aufgaben zu:

1. Elektrische Signale für das Drehmoment zu liefern und
2. Elektrische Signale für die Drehzahl abzugeben.

Das Signal für das Drehmoment wird dabei durch eine Vollbrückenschaltung, bestehend aus Dehnungsmeßstreifen, hervorgerufen. Das Meßsignal für die Drehzahl wird in Form von Spannungsimpulsen in dem gleichen Meßwertgeber induktiv gewonnen. Die Dehnungsmeßstreifen stehen über die Meßleitung mit dem Trägerfrequenzverstärker in Verbindung, welcher seinerseits das analoge Meßsignal (falls erforderlich über ein Tiefpaßfilter) an ein zeitabhängiges Registriergerät weitergibt. Parallel zu dieser Registriereinrichtung wird ein auf das analoge Meßsignal des Verstärkers ansprechender Integrator betrieben. Der Integrator wird gleichzeitig über eine Stoppuhr geschaltet, so daß immer zum digital angezeigten Meßwert-Integral ein bestimmter Zeitwert (oft auch gleichzeitig die Meßzeit) zur Bestimmung des Mittelwertes, der Vorfahrt, des Durchsatzes u. a. hinzutritt. Die Drehzahlimpulse werden ebenfalls über eine Meßleitung und einen elektronischen Drehzahlmesser einem Anzeigegerät zugeführt. Die Drehzahl kann künftig aus einem später angeführten Grund auch einem Drehzahlintegrator zugeführt werden.

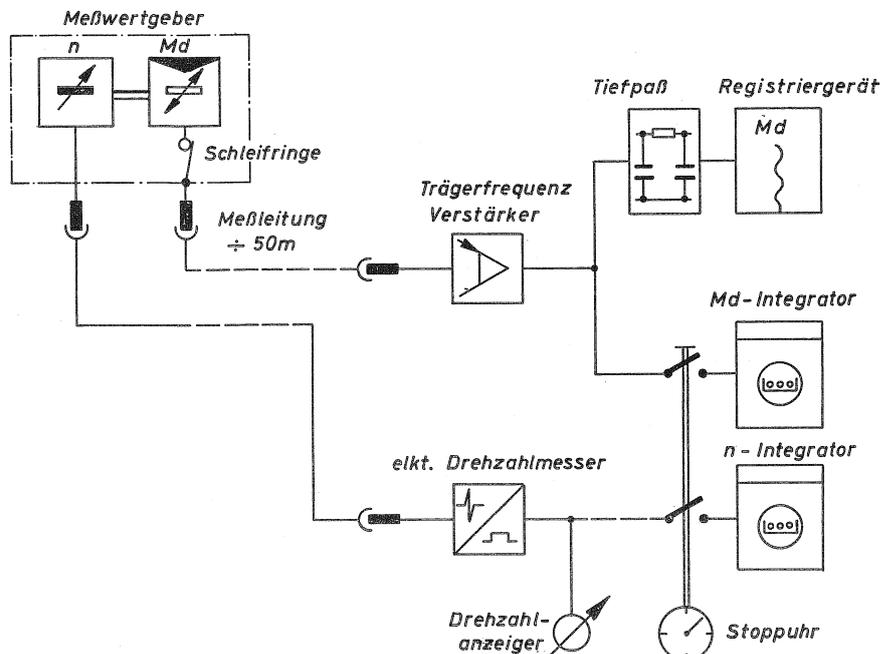


Bild 4: Blockschaltung der Leistungsbedarfsmessanlage

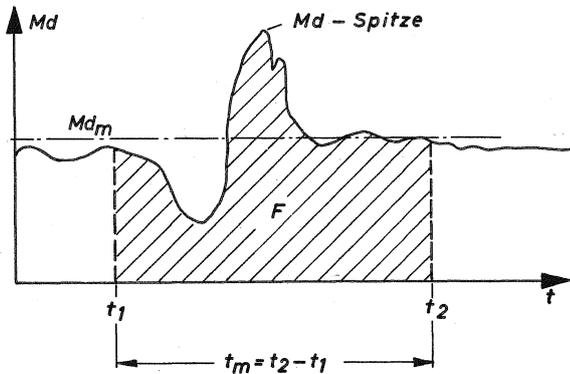


Bild 5: Die definierten Größen

1.2. Methodik der Leistungsmeßanlage

Die Meßanlage stellt also in dieser Gerätekombination folgende Angaben zur Verfügung:

1.2.1. Drehmomentverlauf in Abhängigkeit von der Zeit (Bild 5) durch das Registriergerät.

1.2.2. Das Integral oder die Fläche $F = \int_{t_1}^{t_2} M_d \cdot dt$ durch den Integrator.

1.2.3. Die Meßzeit t_m durch die Stoppuhr.

1.2.4. Die Drehzahl n durch das Anzeigeinstrument oder künftig durch den Drehzahlintegrator.

Diese Angaben lassen sich dann zu folgenden gewünschten Größen auf einfachste Weise auswerten:

1.2.5. Zum Drehmomentenmittelwert $M_{dm} = \frac{F}{t_m}$ [mkp]

1.2.6. Zum mittleren Leistungsbedarf $N_m = \frac{M_{dm} \cdot n}{716,2}$ [PS]

1.2.7. Zu den Angaben über Spitzenwerte.

1.2.8. Zur Bestimmung der Art der Belastung.

2. Beschreibung der Einzelgeräte

2.1. Meßwertgeber

Die Vollbrückenschaltung des Meßwertgebers wurde gewählt, um den Temperaturfehler des Meßkabels und des Meßwertgebers selbst, soweit als möglich, auszuschalten; denn bei Messungen auf freiem Felde ist oft mit schnellen

Temperaturänderungen und mit hohen Temperaturen, insbesondere des der Sonnenbestrahlung ausgesetzten Meßkabels, zu rechnen. Ferner ist der durch die Schleifringe verursachte Fehler bei Verwendung der Vollbrückenschaltung kleiner. Diese Punkte sind deshalb so wichtig, weil bei der Messung des mittleren Leistungsbedarfes oft über längere Zeit gemessen werden muß, um auch die mittlere technische Leistung der Landmaschine, auf die der Leistungsbedarf bezogen wird, genau zu messen. Aufgrund der verhältnismäßig langen Meßzeiten muß also alles getan werden, um Nullpunktwanderungen zu vermeiden. Der Meßbereich geht bei diesem Meßwertgeber bis 150 mkp. In Verbindung mit dem Trägerfrequenzverstärker ergibt sich dann ein so großer Meßbereich, daß auch noch kleinste Drehmomente gemessen werden können, in Bild 6 ist das Eichdiagramm des Meßwertgebers gezeigt. Bei Kenntnis des am Verstärker eingestellten Verstärkerfaktors kann damit sofort aus der Schreibbreite bzw. Amplitude des Registriergerätes auf das Drehmoment geschlossen werden. In den größten Verstärkerstufen (50 und 100) können noch einwandfrei kleine Drehmomente erfaßt werden. Meistens werden an den Meßwertgeber Gelenkwellen angeschlossen. Ist dies der Fall, so ist darauf zu achten, daß während der Messung keine Abwinkelungen über 5° auftreten, da sonst das Meßergebnis durch den Ungleichförmigkeitsgrad der Gelenkwelle, der leicht eine Übersteuerung des Verstärkers hervorruft, verfälscht werden kann. Außerdem wird die Meßwelle Biegebeanspruchungen ausgesetzt, die ebenfalls die Messung beeinflussen oder den Meßwertgeber sogar zerstören können.

Das Signal für die Drehzahl wird aus sehr steil ansteigenden Spannungsimpulsen dargestellt. Dies wird durch 4 kleine, mit der Meßwelle rotierende, permanente Magnete erreicht, die an einer feststehenden Spule vorbeilaufen. Die Magnete indizieren so pro Umdrehung 4 Impulse.

Der von der Zahnradfabrik Friedrichshafen gebaute Meßwertgeber hat sich bei einer Vielzahl von Messungen in den letzten 3 Jahren bestens bewährt.

2.2. Verstärker und Registriergeräte

Der Trägerfrequenzverstärker ist ein transistorisierter Verstärker und bietet besonders bei der Verwendung im Meßwagen den Vorteil eines geringen Stromverbrauches. Er hat einen Spannungsausgang und einen Stromausgang, so daß er gestattet, wahlweise stromempfindliche Galvanometerschreiber oder spannungsempfindliche Oszillographen bzw. Oszilloscope anzuschließen. Für die Leistungsbedarfsmessung wird hauptsächlich mit dem Oszilloscript gearbeitet. Dieses ergibt wirtschaftliche, sofort lichtechte Registrierstreifen. Zwischen Verstärker und dem Oszilloscript ist allgemein ein Tiefpaß-

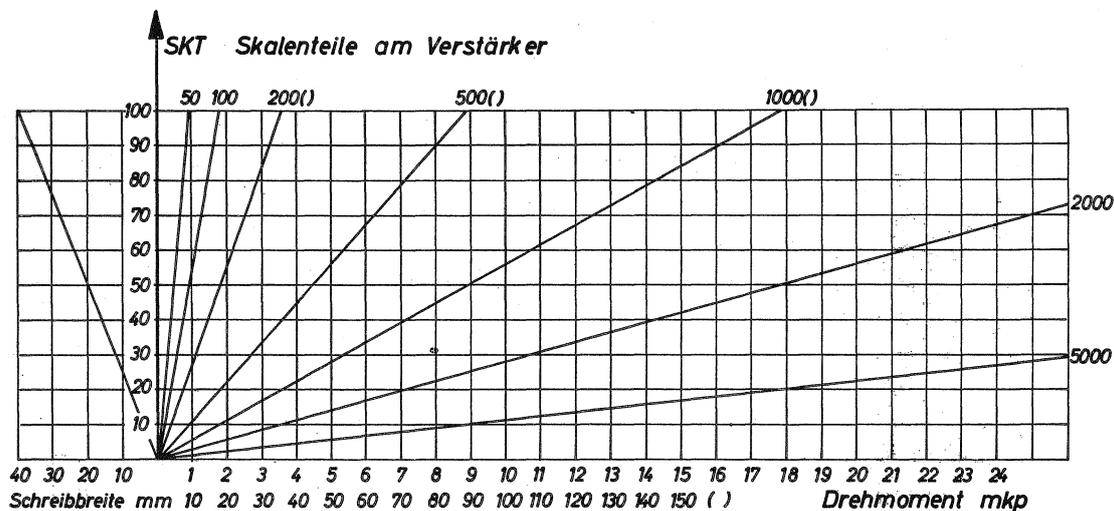


Bild 6: Eichdiagramm des Meßwertgebers

filter geschaltet. Dieser gestattet in Stufen von 120—4 Hz unerwünschte Schwingungen, herrührend von Gelenkwelle, Schleppermotor usw., zu unterdrücken. Dadurch wird es möglich, den eigentlichen Belastungsverlauf besser verfolgen bzw. leichter auswerten zu können.

2.3. Integrator

Während die oben beschriebenen Geräte bekannt sind und deshalb nur allgemein behandelt wurden, soll der Integrator näher besprochen werden. Dies ist durch die vielseitige Einsatzmöglichkeit des Integrators bei verschiedenen Meßaufgaben (nicht ausschließlich Leistungsbedarfsmessung) begründet.

2.3.1. Prinzip des Integrators

Das Kernstück des Integrators ist ein von der Firma Fernsteuergeräte Zachariä-Oelsch-Maier, Berlin, hergestellter integrierender Impulsgeber. Solche Impulsgeber setzen analog anfallende Gleichstrom- oder Gleichspannungswerte in eine proportionale Impulshäufigkeit um. Dies geschieht dadurch, daß ein durch den Meßstrom oder die Meßspannung betriebener Meßmotor eine Impulseinrichtung betätigt. Da die Drehzahl des Meßmotors streng proportional der Meßgröße folgt, ist auch die Impulshäufigkeit der Meßgröße proportional. Infolge der äußerst kleinen Leistungsaufnahme der Meßmotoren können sie direkt am Ausgang von Trägerfrequenzverstärkern angeschlossen werden. Sollte die Ausgangsleistung einmal nicht ausreichend sein, so stehen auch Meßmotoren mit eigenen Meßverstärkern zur Verfügung.

2.3.2. Typen von Impulsgebern

In Anpassung an die jeweilige Aufgabe stehen mehrere Typen von integrierenden Impulsgebern zur Verfügung:

Die Achse wirkt unmittelbar auf die Impulseinrichtung.

Der Motor wirkt über ein Untersetzungsgetriebe auf die Impulseinrichtung. Dabei werden 2 bzw. 3 Arten von Impulseinrichtungen je nach Meßvorhaben angeboten. Die Impulseinrichtung wirkt fotoelektrisch und schaltet über Transistoren einen hermetisch gekapselten Kontakt.

Bei ausreichender Untersetzung des Meßmotors wird dieser Kontakt unmittelbar mit einem permanenten Magnet geschaltet.

Ein weiterer fotoelektrisch arbeitender Typ für große Impulshäufigkeit liefert elektrische Impulse ohne Verwendung mechanischer Kontakte.

Die Wahl des integrierenden Impulsgebers hängt also gewissermaßen von der Meßaufgabe ab und erfolgt nach 2 Gesichtspunkten:

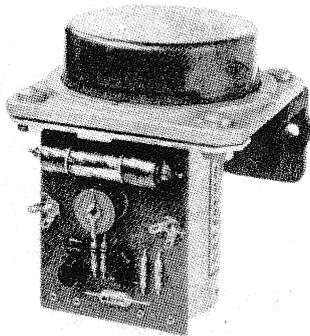


Bild 7: Ansicht des Meßmotors mit Impulseinrichtung

Tafel 1: Auszug aus der Auswahl von Meßmotoren

Meßbereich V	Stromaufnahme bei Nennspannung mA	Meßmotor M 35s Bv	Sollrehzahl bei Meßbereich- endwert U/min	Fehler max. % bezogen auf anliegenden Wert bei U_N	
				100 %	10 %
0 ... 1,75	1,5	225/a			
0 ... 3,5	0,9	450/a		ca.	ca.
0 ... 7	0,5	900/a	240	+ 0,15	- 1,5
0 ... 14	0,3	1800/a			
0 ... 24	0,2	3000/a			

Eingang

Der Meßbereich des analogen Eingangswertes (Strom oder Spannung) bestimmt die Schaltung und die Bauvorschrift (Bewicklung und Dämpfung) des Meßmotors. So stehen im Spannungsbereich ohne eigenen Meßverstärker z. B. die Typen der Tafel 1 zur Auswahl. Aus dieser Aufstellung läßt sich auch der geringe Stromverbrauch und die hohe Genauigkeit (+ 0,15 %) ablesen die bewirken, daß diese Meßmotoren für derartige Aufgaben eingesetzt werden können.

Ausgang

Die Impulshäufigkeit wird durch die zu erfüllende Aufgabe bestimmt. So kommt es bei der Integration bzw. der Mittelwertbildung auf die Meßzeit und die erforderliche Auflösung, d. h. die Zahl der Impulse während der Meßzeit an. Dabei steht ein Impulshäufigkeitsbereich fein gestaffelt von ca. 0,5 Impulsen pro Stunde bis 1000 Hz zur Auswahl, womit sich für die verschiedenen Meßvorhaben vernünftige Integrationen durchführen lassen, so daß eine hohe Genauigkeit gewährleistet ist.

2.4. Verschaltung des Integrators

Hier wurde ein integrierender Impulsgeber (Bild 7) der Type 225/a mit einem Spannungsbereich von 0—1,75 V verwendet. Die gesamte Wirkungsweise wird durch den Schaltplan Bild 8 klar. Der Eingang (E) des Integrators ist mit einem Spannungsteiler (S) an den Spannungsausgang eines Hottinger-Trägerfrequenzverstärker KWS/6 T—5, welcher ± 2 V bei Vollausschlag abgibt, angepaßt. Der Meßmotor (M) bewegt eine Steuerscheibe (Sch) zwischen einem Lämpchen (L) und einem Fotowiderstand (F). Durch einen Transistorverstärker werden die so entstandenen Lichtschwankungen über einen hermetisch gekapselten Kontakt in elektrische Impulse umgewandelt. Die hierfür notwendigen elektrischen Leistungen werden einem Netzgerät (N) entnommen. Die so gewonnenen Impulse werden über den Schaltkontakt (K)

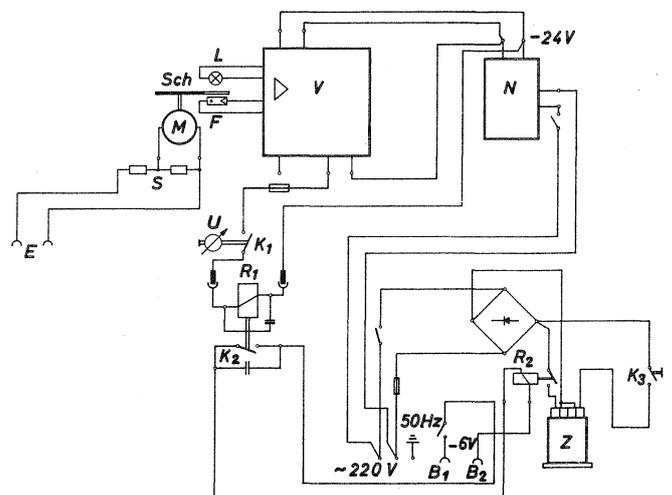


Bild 8: Schaltplan des Integrators

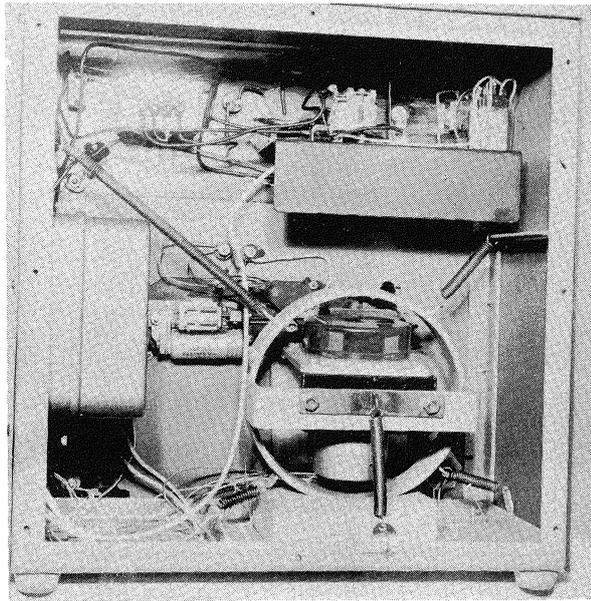


Bild 9: Blick in das Innere des Integrators

einer Stoppuhr (U) einem Relais (R 1) mit geringer Eigenleistung zugeführt. Der von R 1 bewegte Kontakt (K 2) ist nun stark genug, das für höhere Spannung ausgelegte Zählrelais (R 2) und somit den elektromechanischen Zähler (Z) zu steuern. Mit dem Kontakt (K 3) eines Tasters kann der Zähler auf 0 getastet werden. An den Buchsen B 1 und B 2 ist dabei eine Hilfsspannung erforderlich. Die technische Verwirklichung dieser Schaltung ist auf dem Bild 9, welches den Integrator von hinten geöffnet zeigt, zu sehen. Ein Integrator dieser Selbstbauweise ist trotz hoher Genauigkeit ein sehr preiswertes Gerät (z. Zt. ca. DM 1 000,—) und macht sich wegen der vereinfachten Auswertarbeit schnell bezahlt.

2.5. Eichung des Integrators

Die Gerätekonstante des Integrators wird durch eine einfache Eichung gefunden, d.h. es wird festgestellt, wieviel Impulse pro Minute für 10 %, 20 % bis 100 % Vollausschlag am Verstärker gefunden werden. Da ein völlig linearer Zusammenhang infolge der hohen Genauigkeit des Meßmotors besteht, kann auf eine Darstellung des Eichdiagramms verzichtet werden und es folgt mit

$$a = \text{Impulse/min} \quad (\text{I/min})$$

$$c = \text{Gerätekonstante}$$

SKT = Skalenteile am Instrument des Verstärkers

A = Gesamtimpulse bei einer Messung

t_m = Meßzeit (min)

$$a = c \cdot \text{SKT} \quad (\text{I/min}) \quad (1)$$

$$\text{und: } a = \frac{A}{t_m} \quad (\text{I/min}) \quad (2)$$

Den mittleren Skalenwert SKT_m erhält man dann durch (1) = (2)

$$\text{SKT}_m = \frac{A}{t_m \cdot c} \quad (3)$$

2.6. Temperaturfehler

Der Temperaturfehler aller integrierenden Impulsgeber ist positiv, d.h. mit steigender Temperatur erhöht sich bei gleichbleibendem Eingangswert die Drehgeschwindigkeit des als Integrator arbeitenden Meßmotors. Er beträgt bei Spannungsintegratoren zwischen + 0,1 und + 0,2 % pro 10°C. Zur Kompensation des Temperaturkoeffizienten stehen spezielle Kompensationsverfahren zur Verfügung, die eine

Verbesserung um den Faktor 2—4 in einem großen Temperaturbereich ermöglichen. Diese Maßnahmen werden jedoch nur in ganz besonderen Fällen notwendig werden.

2.7. Fehler im Anlaufbereich

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, ist bei Arbeiten unter 10 % der Nennspannung ein größerer Fehler vorhanden. Durch zusätzliche Schaltungsmaßnahmen kann dieser Fehler im Anlaufbereich weitgehend reduziert werden. Dies wird jedoch in den meisten Fällen, insbesondere bei der Verwendung an Trägerfrequenzverstärker nicht notwendig sein, da meistens doch mit weit über 10 % Ausschlag gerechnet werden kann [11].

2.8. Drehzahlmesser

Der Drehzahlmesser erfaßt die ihm zugeleiteten Spannungsimpulse und differenziert sie zu Nadelimpulsen. Die Nadelimpulse sind auf einen monostabilen Multivibrator geschaltet, welcher an seinem Ausgang drehzahlproportionale Einheitsimpulse zur Verfügung stellt. Die Einheitsimpulse bewirken dann an einem entsprechend empfindlichen Voltmeter eine Drehzahl-analoge Anzeige. Da beim Betrieb von bestimmten Landmaschinen trotz Schlepper-PS-Reserve Drehzahl Schwankungen auftreten, die die Leistungsbedarfsmessung erheblich verfälschen können, ist eine Integrierschaltung geplant und bereits in Arbeit, die die anfallenden Einheitsimpulse des Drehzahlmessers summiert, so daß wiederum mit Hilfe der Meßzeit die mittlere Drehzahl errechnet werden kann. Im Prinzip arbeitet dieser Drehzahlintegrator wie folgt:

Ein Schrittmotor, der bei Ansteuerung mit den Einheitsimpulsen bei jedem Impuls eine bestimmte Winkeldrehung durchführt, ist gekoppelt mit einem Rollenzählwerk. Werden also die Impulse für eine bestimmte Zeit gezählt, kann leicht die mittlere Drehzahl bestimmt werden. Schrittmotoren dieser Art mit der dazugehörigen Elektronik sind sehr preiswert und von der einschlägigen Industrie erhältlich.

3. Zusammenfassung

Nach einem kurzen Hinweis auf verschiedene Auswertanlagen wird eine Dehnungsmeßanlage beschrieben, die sowohl fahrbar in einem Feldmeßwagen oder stationär auf einem Prüfstand eingesetzt werden kann. Die Verwendung dieser Anlage zur genauen Leistungsbedarfsmessung wird näher erläutert, wobei eine Integrationsmethode vorgeschlagen und ausführlich behandelt wird, die für viele Zwecke ohne langwierige manuelle Auswertarbeit sehr genaue Meßergebnisse liefert.

Schrifttum

- [1] BAADER, W.: „Ein Beitrag zur Methodik der Messung des Zapfwellendrehmomentes und der Zugkraft an Landmaschinen“ LTF (1957), H. 6, S. 156—158
- [2] DOLLING, C.: „Der Leistungsbedarf von Mähdreschern“ Dissertation: Fakultät für Maschinenwesen der TH Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig
- [3] EIMER, M.: „Eine mechanisch-elektronische Auswertanlage zum zweiparametrischen Klassieren von Belastungsaufzeichnungen, Teil II“, LTF 16 (1966), H. 4, S. 139—143
- [4] FAHR, W.: „Wirtschaftliche Bedeutung und Möglichkeit einer verkürzten Erprobungszeit bei Landmaschinen“ LTF 13 (1963) H. 6, S. 180—183
- [5] GLUTH, M. VOSS, H.: „Vergleichende Betrachtungen zum Leistungsbedarf von Feldhäckslern“ LTF 16 (1966), H. 5, S. 172—177
- [6] HERPPICH, R.: „Meßwagen unter besonderer Berücksichtigung der Stromversorgung“ LTF 15 (1965), H. 3, S. 84—87
- [7] KAHR, M.: „Die Auslegung von Landmaschinenbauteilen nach Lastkollektiven“ LTF 13 (1963), H. 6, S. 171—179
- [8] KROMER, K.-H.: Unveröffentlichtes Manuskript Weihenstephan 1965
- [9] SCHRÖTER, K., GEISTHOFF, H.: „Drehmomenten- und Längskraftmessungen an Gelenkwellen im Feldbetrieb“ LTF 11 (1961), H. 2, S. 33—36
- [10] SÖHNE, W., MÖLLER, R., BRUER, R.: „Geräte und Meßeinrichtung zur Durchführung und Auswertung von Pflugversuchen“ LTF 12 (1962), H. 2, S. 44—47
- [11] Alle Angaben über den integrierenden Impulsgeber wurden einer Druckschrift der Firma Fernsteuergeräte ZACHARIÄ-OELSCH-MAIER in Berlin 47, entnommen

Meßwagen unter besonderer Berücksichtigung der Stromversorgung

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Weihenstephan

Leiter: Prof. Dr.-Ing. Dr. agr. M. Hupfauer

Leider können nicht alle Versuche und Messungen im Labor durchgeführt werden. Besonders dann nicht, wenn es sich um bewegte, das heißt fahrende Maschinen und Geräte handelt, an denen Messungen durchgeführt werden sollen. Um solche Messungen rationell an großräumig bewegten Objekten durchführen zu können, werden Meßgeräte in einem Meßwagen untergebracht und mit Energie versorgt. Da mit einem festen Stromanschluß nicht gerechnet werden kann, muß eine entsprechende Stromquelle mitgeführt werden. Diese richtet sich nach den Anschlußspannungen und -leistungen der erforderlichen Meßgeräte. Je nach den Anschlußwerten gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, um die Geräte netzunabhängig mit Strom zu versorgen.

Im folgenden sind die verschiedenen Möglichkeiten zusammengestellt. Anhand eines zu einem Universal-Meßwagen umgebauten Kleinbusses wird gezeigt, wie man selbst einen solchen Meßwagen zusammenstellen kann.

1. Stromquellen

In den meisten Fällen ist die Spannung für die Meßgeräte verschieden von der Spannung der normalen Fahrzeug-Gleichstromversorgung. Die Leistung ist begrenzt und beträgt bei einem Kleinbus, wie er oft als Meßwagen benutzt wird, etwa 150—200 W bei Spannungen von 6 beziehungsweise 12 V. Manche Meßgeräte können direkt an das normale Fahrzeugnetz angeschlossen werden, beispielsweise transistorisierte Meßverstärker, wie sie in der Dehnungsmeßstreifentechnik verwendet werden. Ein Meßverstärker dieser Art benötigt etwa 25—50 W für sechs Meßstellen. Wird jedoch der Gesamtleistungsbedarf der Meßgeräte so groß, daß das normale Fahrzeugnetz überfordert wird, so muß auf zusätzliche Stromquellen zurückgegriffen werden. Vielfach benötigen die Meßgeräte normale Netzspannung, also 220 V Wechselstrom bei 50 Hz. Werden Gleichstromquellen benutzt, dann muß erst noch in den entsprechenden Wechselstrom umgeformt werden. Über die Möglichkeiten des Umformens soll später ein Überblick gegeben werden. Als Stromquellen für den Meßwagen kommen in Frage: Batterien (Blei-Akkumulatoren), Zusatzlichtmaschinen mit Batterien im Pufferbetrieb oder selbständige, mitgeführte Benzin- oder Dieselaggregate.

1.1. Batterien (Blei-Akkumulatoren)

Bei Verwendung von Akkumulatoren als Stromquellen ist die Einsatzzeit der Meßgeräte von der Kapazität abhängig. Die Kapazität von Akkumulatoren wird in Ah angegeben, bezogen auf eine 20stündige Entladung bei 27° C Elektrolyt-Temperatur. Sie ist abhängig von der Strombelastung und wird bei Zunahme des Stromes rasch kleiner. Das Diagramm in Bild 1 gibt näherungsweise den Zusammenhang von Kapazität und Entladedauer für Bleisammler, wie sie als normale Starterbatterien

verwendet werden, für eine Temperatur um 20° C wieder. Die Entladedauer einer Starterbatterie errechnet sich bei Verwendung von Bild 1 wie folgt:

$$X = \frac{I}{C_{20}}$$

wobei gilt:

$$\begin{aligned} C_{20} &= \text{Ah-Wert des Bleiakкумуляtors,} \\ I &= \text{Strom zur Versorgung der Meßgeräte [A],} \\ X &= \text{Belastungsfaktor,} \end{aligned}$$

Ist der Belastungsfaktor X bestimmt, kann mittels des Diagramms in Bild 1 sofort die Entladedauer abgelesen werden. Es kann aber auch umgekehrt bei geforderter Meßzeit (= Entladedauer) und bekanntem Versorgungsstrom die erforderliche Kapazität bestimmt werden. Diese Rechnung gilt selbstverständlich nur annäherungsweise, da die Kapazität von Akkumulatoren von vielen Faktoren, wie Temperatur, Bauweise und Alter, beeinflußt wird. Die Entladung wird als beendet betrachtet, wenn die Zellenspannung auf 1,75 V gesunken ist; tiefer sollte auch nicht entladen werden, um Schäden zu vermeiden. Die Diagramme wurden aus Firmenangaben zusammengestellt und durch eigene Versuche teilweise überprüft.

Beispiel: Ein 24-Volt-Umformer mit 500 VA Ausgangsleistung nimmt primär 38 A aus zwei in Reihe geschalteten Akkumulatoren mit je 136 Ah und 12 V auf. Wie lange können die Meßgeräte mit Strom versorgt werden?

$$X = \frac{38}{136} = 0,279 \quad \text{Meßzeit} = 1,6 \text{ h.}$$

Aus dem Zahlenbeispiel erkennt man, daß für viele Zwecke wirtschaftlich eine ausreichende Stromversorgung erreicht wird. Während des Entladens geht die Klemmenspannung am Akkumulator zurück. Der Akkumulator kann also für die Messung nur so weit entladen werden, wie der Spannungsrückgang keinen Einfluß auf die nachgeschaltete Meßeinrichtung hat. Um den Spannungsrückgang, der maximal etwa 13% beträgt, in seinem Verlauf abschätzen zu können, sei auf das Diagramm in Bild 2 hingewiesen. Durch stufenweises Zuschalten von einer oder mehreren Zellen je nach Spannung kann in vielen Fällen eine genügend genaue Spannungskorrektur für die Vollentladung erreicht werden, ohne die Spannungs- und Frequenztoleranz (über die Umformer) der Meßgeräte zu überschreiten. Es gibt auch Umformer, die das Absinken der Spannung automatisch (Transistorumformer) oder durch Nachstellung von Hand (Läuferumformer) kompensieren.

Wichtig bei dieser Methode ist selbstverständlich, daß die Messung immer mit frisch geladenen Akkumulatoren begonnen wird. Parallelschaltung von n-Akkus ergibt eine n-fache Kapazität, sollte jedoch wegen der unsicheren Stromverteilung vermieden

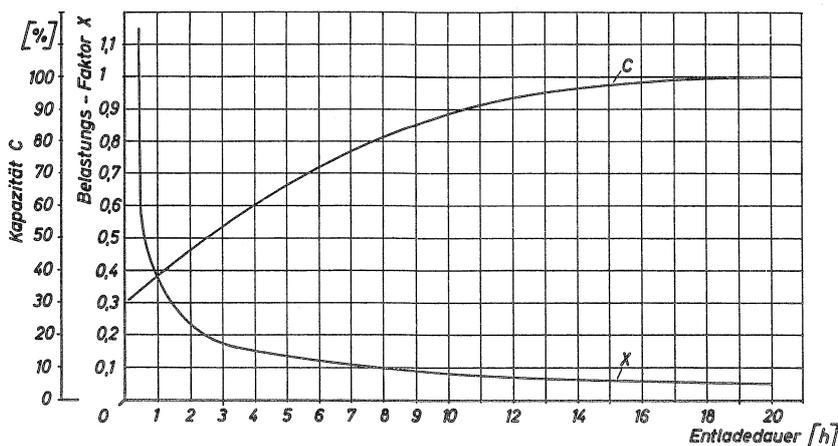


Bild 1: Abhängigkeit der Kapazität und des Belastungsfaktors von der Entladedauer bei Temperaturen um 20° C; $C = 100\% \approx C_{20}$

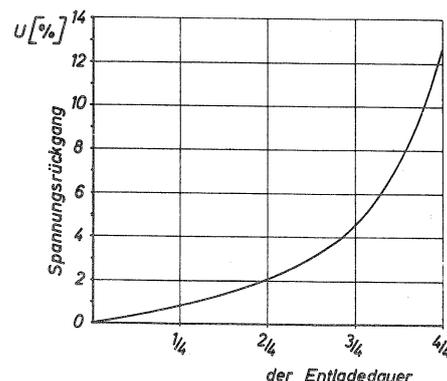


Bild 2: Spannungsrückgang während der Entladung bei Belastungsfaktoren X von etwa 0,05 bis 0,4

werden. Es ist also besser, gleich Akkus mit entsprechender Kapazität zu verwenden. Zum Erreichen einer bestimmten Spannung ist das Hintereinanderschalten von Akkus angebracht.

1.2. Zusatzlichtmaschinen mit Batterien im Pufferbetrieb

Eine zweite Möglichkeit, den Meßwagen mit Strom zu versorgen, ist der Einbau einer zusätzlichen Lichtmaschine entsprechender Leistung und Spannung. Da der Fahrzeugmotor nicht mit konstanter Drehzahl läuft, kann aus Gründen der Frequenzstabilität kein Wechselstromgenerator angetrieben werden. Deshalb kommt nur eine Gleichstrom-Lichtmaschine in Frage, bei der durch Drehzahlunterschiede hervorgerufene Spannungsänderungen von einem Regelsystem ausgeglichen werden. Solche Lichtmaschinen mit Regelsystemen für konstante Spannungen bei großen Drehzahländerungen werden von der einschlägigen Industrie für die verschiedensten Spannungen, Leistungen und Drehzahlbereiche geliefert. Diese sind für Fahrzeugbetrieb entwickelt, so daß sie den mechanischen und thermischen Beanspruchungen jederzeit gewachsen sind. Solche Fahrzeuglichtmaschinen werden unter anderem für folgende Spannungen und Nenn-Leistungen angeboten:

- 6 V von etwa 15 W bis etwa 300 W,
- 12 V von etwa 75 W bis etwa 1300 W,
- 24 V von etwa 90 W bis etwa 1300 W.

Eine 24-Volt-Lichtmaschine mit einer Nenn-Leistung von 1000 W hat einen Gehäusedurchmesser von etwa 180 mm bei einer Länge von rund 450 mm. Maschinen bis zu dieser Größenordnung sind bei entsprechendem Konstruktionsaufwand noch unterzubringen (s. auch Bild 7). Solche Lichtmaschinen sind nach Angaben der Hersteller meist 50% überlastbar.

Zu allen Lichtmaschinen gibt es abgestimmte Regelsysteme. Die Regelsysteme übernehmen selbsttätig die Spannungsregelung sowie das Zu- und Abschalten der Pufferbatterien. Die Pufferbatterien werden je nach Motordrehzahl geladen oder müssen bei langsamer Drehzahl die Stromversorgung übernehmen. Es wird empfohlen, ausschließlich Regler mit Knickkennlinie zu verwenden. Diese bringen eine gute Spannungs Konstanz in Verbindung mit der Lichtmaschine und schützen die Lichtmaschine selbsttätig vor Überlastung (Bild 3), da bei Erreichen des Höchststromes die Pufferbatterie automatisch mit zur Stromversorgung in entsprechendem Maße herangezogen wird. Die Regelung der Spannung wird durch Steuerung des Feldstromes in Abhängigkeit von der Spannung erreicht. Die Regelsysteme sind als Bauelemente zu den Lichtmaschinen erhältlich, so daß man selbst nur mehr für fachgerechte Verschaltung zu sorgen hat, die im Prinzip in Bild 4 veranschaulicht wird. Die Kapazität des Pufferakkumulators wird so ausgelegt, daß der Spannungsabfall U_a [V] des Akkumulators am Innenwiderstand infolge des Stromes einen Höchstwert von 5% nicht übersteigt. Der Innenwiderstand R_B ist der Anzahl Z der in Reihe geschalteten Zellen direkt und der Batteriergröße C_{20} umgekehrt proportional. Außerdem ist R_B von Alter und Bauweise der Batterie abhängig. Für Bleibatterien rechnet man:

$$R_B = \frac{Z}{10 \cdot C_{20}} \cdot \frac{Z}{5 \cdot C_{20}} \quad [\Omega].$$

Für maximalen Lichtmaschinenstrom I_{max} folgt:

$$U_a = R_B \cdot I_{max}.$$

Beide Gleichungen ergeben zusammen die Kapazität der Pufferbatterie:

$$C_{20} = \frac{Z \cdot I_{max}}{5 \cdot U_a} \quad [\text{Ah}].$$

Im allgemeinen haben 5% Spannungsänderung einen geringen Einfluß auf die nachgeschalteten Geräte. Dies trifft besonders dann zu, wenn die Leistung über stabilisierte Umformer gebracht wird oder die Geräte selbst stabilisiert sind. Meist ist es so, daß der Pufferakku die Stromversorgung immer nur für wenige Sekunden (Anfahren, Wenden usw.) übernehmen muß, so daß dadurch die Messung selbst in keiner Weise beeinflusst wird.

1.3. Selbständige, mitgeführte Benzin- oder Diesellaggregate

Eine weitere Art der Stromversorgung besteht darin, daß ein Benzin- oder Diesellaggregat auf dem Dach des Meßwagens oder in einem kleinen Anhänger mitgeführt wird. Ein solches Aggregat

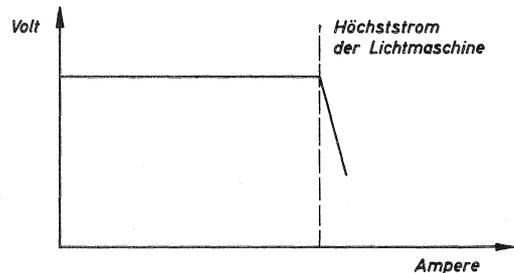


Bild 3: Knickkennlinie eines Lichtmaschinenreglers (aus einer Druckschrift der Fa. Bosch)

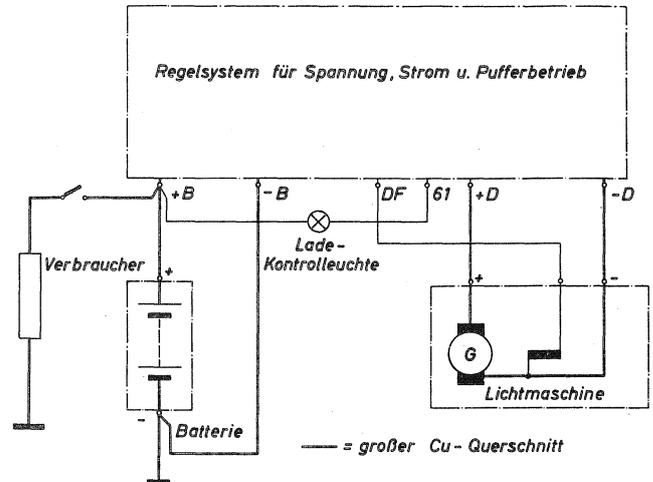


Bild 4: Prinzipschaltbild einer Lichtmaschinenanlage mit Regelsystem und Pufferbatterie

bringt eine zusätzliche Geräuschkulisie mit sich und erfordert eine gewisse Wartung. Wenn Anschlußleistungen weit über 1 kVA gefordert werden, ist es jedoch nicht zu umgehen. Gute Aggregate sind drehzahl- und spannungsgeregelt. Eine Belastungsänderung bringt eine geringfügige Frequenzänderung, die zwischen Leerlauf und Vollast etwa 5% beträgt. Die Laufunruhen bei konstanter Last sind kleiner und sollten, falls Meßverstärker und ähnliche Geräte angeschlossen werden, 1% nicht übersteigen.

2. Umformer

Werden Gleichstromquellen verwendet, muß meistens die ganze Leistung in die Form von Wechselstrom übergeführt werden. Dazu bedient man sich hauptsächlich folgender Umformer:

1. Zerhacker-Umformer,
2. Einanker- beziehungsweise Läufer-Umformer,
3. Transistor-Umformer.

2.1. Zerhacker-Umformer

Der Zerhacker ist ein mechanischer Umformer. Ein elektrisch-erregtes Federmassesystem zerhackt den Gleichstrom über Kontakte. Die Stromimpulse ergeben über einen Transformator den Wechselstrom mit der gewünschten Spannung. Diese Zerhacker werden hauptsächlich für Eingangsspannungen 6, 12 und 24 V hergestellt, bei Leistungen bis etwa 200 VA. Die Frequenzstabilität beträgt rund 1%. Die Ausgangsspannung sollte mit keinem größeren Klirrfaktor als etwa 15% behaftet sein, um keine zu großen Störspannungen in eventuell nachgeschalteten Registriergeräten einzuschleppen. Der Wirkungsgrad liegt bei diesen Geräten um 70%.

2.2 Einanker-Umformer

Der Einanker-Umformer ist ein Maschinenumformer. Er hat zwei getrennte Ankerwicklungen. Die eine Wicklung wird über einen Kollektor mit Gleichstrom gespeist und wirkt dann im magnetischen Feld treibend wie ein Motor. Die andere Wicklung endet in Schleifringen, an denen der Wechselstrom abgenommen wird, der im gleichen magnetischen Feld durch die Drehbewegung entsteht.

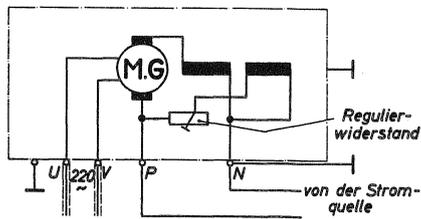


Bild 5: Schaltbild eines Einankerumformers
(aus Bosch-Konstruktionsunterlage M 4/302/6206)

Die Schaltung eines Einanker-Umformers geht aus Bild 5 hervor. Bei diesen Umformern sind Spannung, Frequenz und Wirkungsgrad von der Strombelastung I abhängig. Das Diagramm in Bild 6 zeigt das prinzipielle Verhalten eines Anker-Umformers. Die Kurven für U und f sind verhältnismäßig flach, so daß bei großen Laständerungen kleine Spannungsänderungen beziehungsweise Frequenzänderungen entstehen. Bei geringer Auslastung kann jedoch der Frequenzfehler für manche Meßgeräte schon unzulässig werden. Bei festeingestellten Einanker-Umformern ist also immer darauf zu achten, daß er mit der angegebenen Nennlast belastet wird, da nur so die Nennfrequenz abgegeben werden kann. Wenn der Umformer nicht voll ausgelastet ist, kann der Frequenzfehler mit eingeeicht werden, so daß er im Meßergebnis nicht in Erscheinung tritt. Bei konstanter Belastung bleibt die Frequenz sehr stabil ($<1\%$). Gegen Mehrpreis gibt es auch Einanker-Umformer mit Reguliervariometer, welches gestattet, von Hand die Frequenz für den jeweiligen Belastungszustand genau einzustellen. Mit solchen einstellbaren Umformern kann auch das Absinken von Batteriespannungen während der Entladung in bestimmten Grenzen ausgeglichen werden. Der Wirkungsgrad (s. Bild 6) ist nur bei Nennlast begrenzt gut und sinkt bei geringer Belastung schnell ab. Im allgemeinen kann gesagt werden, daß der Einanker-Umformer einen guten und robusten Netzersatz darstellt.

2.3. Transistor-Umformer

Die Halbleitertechnik ermöglicht heute die Fertigung von Wechselrichtern, deren Hauptmerkmal das Fehlen mechanisch bewegter Teile und ein guter bis sehr guter Wirkungsgrad ist. Diese Art von Wechselrichtern arbeitet verschleißfrei und seine kleinen Abmessungen sind gerade im mobilen Einsatz zu schätzen. Je nach Bedarf lassen sich mit solchen Wechselrichtern Gleichspannungen in rechteck- oder sinusförmige, geregelte oder ungeregelte Wechselspannungen umformen.

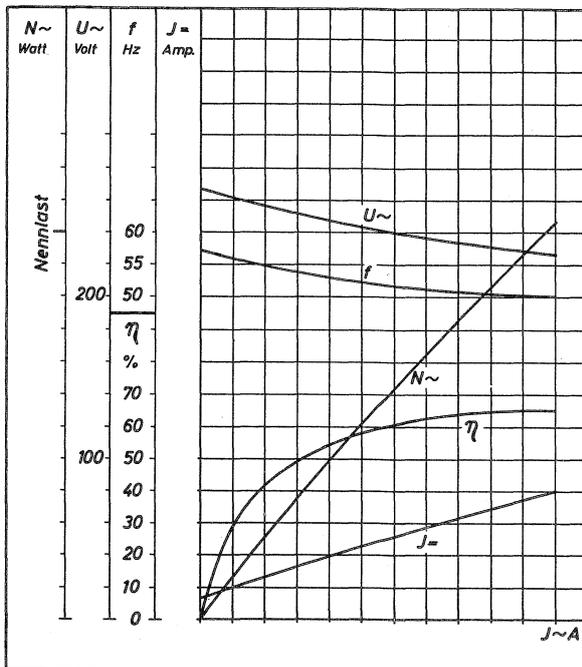


Bild 6: Verhalten der Einankerumformer bei verschiedenen Strombelastungen
(aus Bosch-Konstruktionsunterlage M 4/302/6206)

Wechselrichter mit rechteckförmiger Ausgangsspannung bilden für die meisten Bedarfsfälle einen vollkommenen Netzersatz. Die Umformung erfolgt hier im Schaltbetrieb der Transistoren. Dadurch ergibt sich ein sehr guter Wirkungsgrad. Er liegt bei Vollast bei etwa 80%. Für einige Anwendungsfälle kann sich die Rechteckspannung störend auswirken. Dies ist beispielsweise gegeben, wenn Verstärker mit hohem Verstärkungsgrad auf Hochfrequenzschreiber (über 250 Hz) arbeiten. Durch Filter lassen sich die Störscheinungen im allgemeinen auf ein zulässiges Maß reduzieren. Die Rechteckspannung ist mit einem Klirrfaktor von etwa 40% behaftet. Der Vorteil der Rechteckspannung liegt in der großen umgeformten Leistung bei geringem Schaltaufwand. Die Transistor-Wechselrichter sind bis zu großen Leistungen listenmäßig erhältlich (bis etwa 2000 VA). Transistor-Umformer mit sinusförmigem Ausgang haben einen geringeren Wirkungsgrad. Er beträgt etwa 50—60%. Der Klirrfaktor ist etwa 3%, so daß auch empfindliche Verbraucher ohne weiteres angeschlossen werden können.

Transistor-Umformern gemeinsam ist die Empfindlichkeit gegen Überspannung und Induktionsspitzen. Diese können zum Durchschlagen der Transistoren führen. Wird also nicht direkt aus Batterien gespeist, ist ein Eingangsfilter notwendig. Ebenso empfindlich sind sie gegen Blindlastüberlastungen. In vielen Fällen muß deshalb kompensiert werden. Wird bei Rechteckspannung kompensiert, kann mit etwa der halben Kondensatorkapazität gerechnet werden, wie sie für die Sinusspannung erforderlich wäre. Also:

$$C = 0,5 C_{\sim}$$

Nach praktischen Erfahrungen genügt bei Meßgeräten (Trägerfrequenzverstärkern, Oszilloskopripen, UV-Galvanometerschreibern) jedoch, wenn diese unter Beobachtung der Stromaufnahme an einem geeigneten Amperemeter über einen Schiebewiderstand als Vorwiderstand angefahren werden. Ab einer Auslastung des Umformers von etwa 30% wird das Einschalten über einen Strombegrenzungswiderstand nicht zu umgehen sein. Der große Vorteil der Transistor-Umformer liegt für die Meßgerätetromversorgung in der hohen Frequenzkonstanz. Bei einem Lastwechsel von 0—100% weicht die Frequenz nur $\pm 1\%$ vom Sollwert ab. Bei konstanter Last ergibt sich daraus eine vernachlässigbare Abweichung. Bei guten Umformern darf die Eingangsgleichspannung $\pm 15\%$ schwanken, ohne daß daraus eine Frequenzänderung resultiert. Der Spannungsrückgang von Akkumulatoren, wie er in Bild 2 aufgezeigt wird, ruft daher in der Qualität der Ausgangsspannung keinen Fehler hervor. Der Transistor-Umformer stellt somit bei richtiger Bedienung einen sehr guten Netzersatz dar und ist dann als robust zu bezeichnen.

3. Beispiel eines Meßwagens

Der Meßwagen wurde von der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik, Freising-Weihenstephan, eingerichtet. Er ist jetzt seit über einem Jahr im Einsatz und ist wie folgt zusammengestellt:

Im Motorraum (Bild 7) ist eine zusätzliche Lichtmaschine mit einer Nennleistung von 1000 W auf einer eigens angefertigten Halterung angebracht. Ein Keilriemen, welcher über eine Schnellspannvorrichtung läuft, treibt die Lichtmaschine vom Fahrzeugmotor aus an. Am Fahrzeugmotor wurde zu diesem Zweck eine doppelte Keilriemenscheibe angebracht. Die Schnellspannvorrichtung ermöglicht es, beim Einsatz den Keilriemen erst kurz vor der Messung aufzulegen, so daß die Lichtmaschine bei normaler Straßenfahrt nicht unnötig mitlaufen muß.

Das zur Lichtmaschine gehörende Regel-, Verteil- und Überwachungssystem ist in einem Leitstand zusammengefaßt. Der Leitstand ist auf Bild 8 von vorn und im Bild 9 als Einbauelement von hinten geöffnet zu sehen. Im zuletzt genannten Bild liegt oben im Vordergrund der eigentliche Lichtmaschinenregler. Die von der Lichtmaschine erzeugte, geregelte und gepufferte Gleichspannung von 24 V wird über einen 1000 VA Transistorumformer mit konstanter Netzfrequenz von 50 Hz auf 220 V Rechteckspannung umgeformt. Zum Umformen kann auch wahlweise ein Läuferumformer von 500 VA benutzt werden, der 220 V als sinusförmigen Wechselstrom abgibt und somit auch rechteckspannungsempfindliche Verbraucher angeschlossen werden können. Die beiden Umformer, die Pufferakkumulatoren mit 136 Ah,

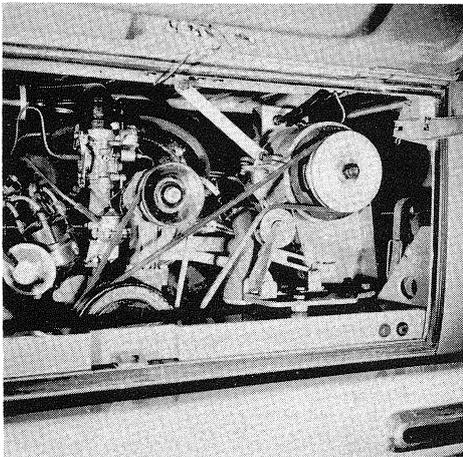


Bild 7 (oben links): Motorraum mit Zusatzlichtmaschine (rechts)
An der Kurbelwelle ist die doppelte Keilriemenscheibe und rechts daneben die Keilriemenschnellspannvorrichtung zu sehen

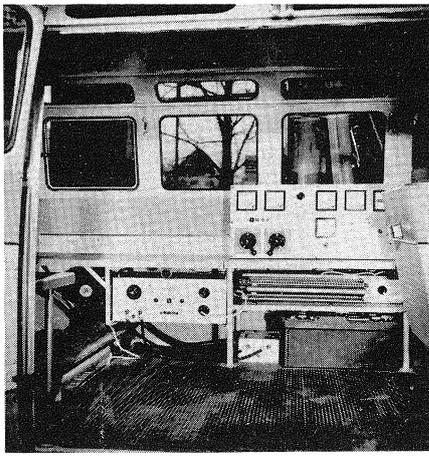


Bild 8 (oben Mitte): Blick in den Meßwagen
Oben rechts ist der Leitstand mit Instrumenten. Unter ihm befindet sich der Schiebewiderstand, die Pufferbatterien und ein EingangsfILTER für den Transistorumformer. Der Einankerumformer ist links und der Transistorumformer etwa in Bildmitte zu sehen

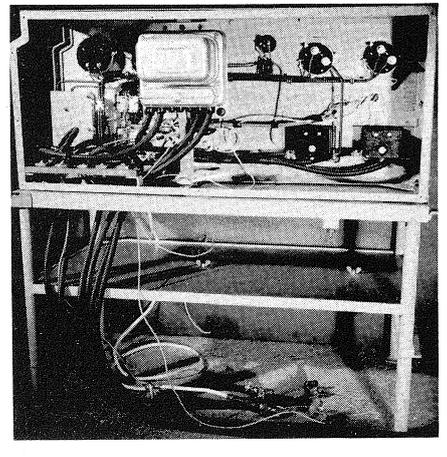


Bild 9 (oben rechts): Leitstand als Element ausgebaut und von hinten geöffnet

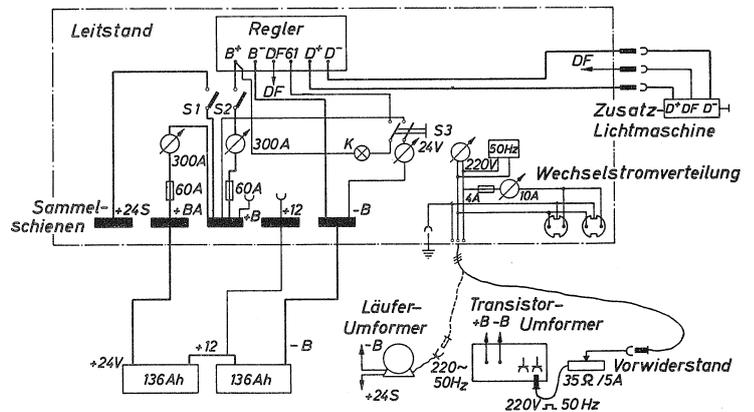


Bild 10 (rechts): Verschaltung der gesamten Stromversorgungsanlage im Meßwagen

ein Schieberwiderstand zum langsamen Belasten des Transistorumformers sowie ein EingangsfILTER für den Transistorumformer sind auf Bild 8 zu sehen. Wie der Leitstand und die Geräte miteinander verschaltet sind, um eine sehr einfach zu bedienende Anlage zu erhalten, geht aus der Schaltzeichnung in Bild 10 hervor. Mit dem Schalter S1 wird der hohe Primärstrom des Läuferumformers geschaltet. Der Schalter ist auf dem Bild 8 links am Leitstand zu sehen. Der Transistorumformer hat eine eingebaute Startautomatik und liegt deshalb immer fest am 24 Volt-netz. An den Instrumenten wird die Belastung und die Spannung von Batterie und Lichtmaschine überwacht. An dem Amperemeter in der Wechselstromverteilung mit Meßbereich 10 A wird der Belastungszustand der Umformer ermittelt. An ihm wird auch der Transistor-Umformer langsam über den Schiebewiderstand angefahren. Die Kontrolle K zeigt durch ihr Verlöschen, daß die Lichtmaschine die volle Spannung abgibt und die Pufferbatterie geladen wird. Zur Inbetriebnahme wird der Schalter S2 und S3 geschlossen. Die Spannungen 12 V und 24 V stehen am Leitstand zur Anzapfung an Buchsen bereit. Die Tischplatte (Bild 8) über den Umformern dient als Arbeitsplatz und zum Abstellen der eigentlichen Meßgeräte. Alle Einbauten sind als Einbauelemente ausgeführt und durch wenige Schnellverbindungen rüttelsicher festgelegt. Der Meßwagen kann damit nach wenigen Minuten auch als normaler Wagen dienen.

Zusammenfassung

Es werden Stromquellen mit ihren Eigenheiten und Grenzen besprochen und eine Möglichkeit gezeigt, allein mit Batterien eine gute, jedoch zeitmäßig beschränkte Meßgerätestromversorgung aufzubauen. Dabei wird auf den Zusammenhang von Meßzeit und Batteriekapazität so weit eingegangen, daß diese Größen bei der Planung abgeschätzt werden können. Ferner werden Umformer vorgestellt und in ihr Wesen ein Einblick gegeben, so daß man in der Lage ist, sie für den Einsatz richtig auszuwählen. Abschließend wird ein Beispiel eines Meßwagens gebracht, welcher maximal 1500 VA bei 220 V für den Betrieb von Meßgeräten bereithält.

Résumé

Reinhold Herppich: "Measuring Carriage with Special Consideration of the Power Supply".

Voltage sources with their peculiarities and limits have been discussed and a way is shown how to build up a good but timely limited power supply of the measuring tools by batteries only. The testing time in relation to the battery capacity is dealt with so that these quantities can be estimated at planning.

Moreover transformers are demonstrated and explained enabling one to choose them for the appropriate use. In conclusion a measuring carriage is exemplified storing at maximum 1500 volt-amperes with 220 V for the supply of measuring tools.

Reinhold Herppich: «Etude de voitures de mesure en tenant compte en particulier de l'alimentation en courant.»

L'auteur discute les sources de tension et leurs caractéristiques et limites et montre une possibilité permettant de réaliser une bonne alimentation en courant des appareils de mesure à l'aide de batteries, mais dont la durée est limitée. Il examine les temps de mesure pour savoir quelle capacité des batteries il faut prévoir lors de l'étude de l'ensemble de mesure. Il décrit en outre des transformateurs et leurs particularités afin de pouvoir choisir les plus appropriés à une utilisation déterminée. Il décrit enfin une voiture de mesure qui peut fournir 1500 VA à 220 V au maximum pour le fonctionnement des appareils de mesure.

Reinhold Herppich: «Vehículos de medición, su abastecimiento de corriente eléctrica.»

Se trata de las fuentes de energía eléctrica, sus condiciones especiales y sus límites, tratándose de la posibilidad de equipar los vehículos exclusivamente con acumuladores para el trabajo de los instrumentos que puede dar buenos resultados, si bien por tiempo limitado. Hablando de la capacidad de la batería y el tiempo de medición, se dice que no debe resultar difícil apreciar estos valores para los fines de la construcción. Se presentan también transformadores y se habla de sus características, para que pueda elegirse el modelo más conveniente para cada caso determinado. Para terminar se da como ejemplo un vehículo de medición que suministra 1500 VA de corriente de 220 V para el servicio de los instrumentos.

Einige neue Beispiele aus einer Sammlung von ca. 60 Blättern

1 Stufengetriebe mit Schaltgruppen
z.B. Wechselgetriebe mit $3 \times 4 = 12$ Gänge

Schalt-schema
12 Gänge

a) Doppeltes Vorgelege
hydraulisch betätigte Lamellen-Kupplung

b) Kettenwandler (Reimers)

Stahlkette hydr. Verstellung
Übersetzungsverhältnis v.:1 bis 1,45

2 Planetengetriebe

Schalten m. Lamellen-Kupplungen u. Bremsbändern
Außenkranz
Sonnenrad
Planetenräder
z.B. Ford „Select-O-Speed“, John-Deere „Power Shift“

3 Stufenloser hydrost. Fahrtrieb

Vollhydraulisches Getriebe mit Ölpumpe u. Ölmotor
z.B. Allgaier, Dowty, Bosch, Mally

Vorlesungsblätter: **Brenner**
Neuere **Schlepper-Getriebe**
m. stufenloser oder annähernd stufenloser Gangstufelung
LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN
Boxberger 18.11.65

1 Beetpflug (1-5 scharig)

Beetpflügen:
Zusammenpflügen
Auseinanderpflügen

Als Anhängerpflug, Aufsattelpflug u. für Dreipunktbau.
Gute Eignung für Regelhydraulik.

2 Winkeldrehpflug (1-3 scharig)

Kehrpflügen:
Drehwinkel 90°
Vorteilhaft b. kleineren Feldern

Nur für Dreipunktbau, zusätzliche Belastung des „Landrades“.
Besondere Eignung für Hanglagen. (60-200 kp)

3 Vollandpflug (2-6 scharig)

Kehrpflügen:
Drehwinkel 180°
Gute Eignung f. Regelhydr. „Falldrehung“

Als Anbau- u. Aufsattelpflug.
Gemeinsame Einstellung schwierig.

Vorlesungsblätter: **Brenner**
Wichtigste Pflugbauarten für den Schlepperanbau
LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN
Boxberger 11.11.66

1 Grubber (Kultivatoren)

Hebelgrubber
Rahmengrubber mit versch. Zinken- u. Werkzeugformen
Feingrubber: 1PS je Zinken bei 7 km/h u. 10-15 cm Tiefgang

Federzinken (Feingrubber) Federweg: 200mm
Arnszinken 10-50mm

2 Eggen

Wiesen- Acker- Löffel- Netzegge

a) Zinkeneggen: Starreggen, Gelenkeggen, Gliedereggen

b) Wälzeggen (Krümmer): Rundstern- (Notzzonegge), Flachstern-, Stachelwalze, Spatenrollege, Kombikrümler (Drahtwälzgege)*, Wendel-Stabwälzgege

c) Scheibeneggen: Einreihige, Doppel-, Offset- Scheibenegge
Tiefe: flach ~ 15cm, v = 5 km/h ~ 1PS/Scheibe
~ 450mm (~ 610mm)

3 Schleppen
Balken-, Kasten-, Reifen-, Rasier-, Kettenschleppen usw

4 Walzen*
Glattwalze, Rauwalze (Ringel-, Stern-, Cambridge-, Croskillwalzen), Packer
*(siehe Vorlesungsblatt Walzen)

Vorlesungsblätter: **Brenner**
Bodenbearbeitung: Einteilung der Nachbearbeitungsgeräte
LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN
Boxberger 13.12.66

1 Verfahren „Lochstern-Handeinlage“ ~ 35 AKh/ha

Lochstern, Legewanne, Legen, Zudecken, Häutler, Spurreißer, getackelter Boden

2 Halbautom. Legemaschinen ~ 25 AKh/ha
z.B. Rau, Cramer

Legewanne, Trüster, Legeteller, Zudeck-Scheiben, Zellenrad, Furchenscheibe, Druckrolle

3 Vollautom. Legemaschinen ~ 9 AKh/ha
z.B. Cramer, Stoll, Gruse, Trüster

Korb, Fehlstellen-ausgleich, Schöpf-Kette, Tost-Finger, Spur-Schar, Führungsrinne für Schlepperrad, Furchenscheibe, Spurschar

Vorlesungsblätter: **Brenner Estler**
Kartoffel Lege-Verfahren
LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN
Boxberger 23.1.66

<p>Untermesser-Mähwerk (Mörtl)</p>	<p>Doppelmesser-Mähwerk (Busatis)</p> <p>Zwei gegenläufig arbeitende Messer (Scherenschnitt)</p>
<p>Kreiselmäher (Bauart Fahr)</p>	<p>Scheibelmäher (Bauart Garnier)</p>
<p>Hydraulischer Mähwerksantrieb (z.B. Stockey + Schmitz, Rosspie)</p>	<p>Mech. Antrieb z. Hang- u. Böschungsmähen</p>
<p>erforderl. Pumpenleistung mind. 24 l/min</p>	<p>Schlegelmäher (Schematischer Schnitt)</p> <p>Antriebsleistung bei 1,8m Arbeitsbreite: 40 PS</p> <p>Arbeitsgeschwindigkeit 6 km/h</p>
<p>Vorlesungsblätter: Brenner</p>	<p>Neue Bauarten, Antriebe u. Anordnungen von Schlepper-Mähwerken</p> <p>LANDTECHNIK WEHNSTEFHAN 3.5.67</p>

<p>1 Ballenlinie</p> <p>30 - 50 PS</p>	<p>2 Häcksellinie</p> <p>35 - 65 - (80) PS</p> <p>Raumbgewicht: 90 - 120 kg/cbm (Anweilgut)</p>
<p>gute Wagen-Ausnutzung durch Verdichtung ff. für lange Weg-Strecken Stroh- und Heuerkauf</p>	<p>Arbeits-Kräfte-Bedarf Grüngut Arbeitskette</p> <p>nicht angewendet für Grüngut, Rübenblatt, Silomais</p>
<p>Silomais Einmannarbeit, Schüttgut gute Weiterverarbeitung</p>	<p>Siliergut Investition starkes Schlepper, Rübenblatt (Umhängebetrieb)</p> <p>nicht anwendbar in Trockenheu dafür Belüftungsheu</p>
<p>3 Langgutlinie</p> <p>(+ Schneidgut) 25 - 40 PS</p>	<p>Grünfütter + Heu, Stroh, Weilgut, Rübenblatt Einmannbetrieb, hohe Feldleistung, Einmasch-Bauweise.</p> <p>große Feld-Entfernungen Arbeitskette (z.B. Gebälshäcksler) Folge-Geräte</p> <p>Silomais</p>
<p>Vorlesungsblätter: Brenner</p>	<p>Ballen-, Häcksel- und Langgutlinie im Vergleich</p> <p>LANDTECHNIK WEHNSTEFHAN 28.6.1966</p>

<p>1 Kleinbetriebe ff. Süddeutschland um 1910</p>	<p>2 Großbetriebe ff. Norddeutschland und Europa um 1910</p>
<p>3 USA um 1910</p>	<p>4 Motor-Drescher-Bewegung ff. Süddeutschland ab 1925-1940</p>
<p>5 Endres-Hof 1920 - 1930</p>	<p>6 Ernte-Hof-Drusch um 1930</p>
<p>Bemerkungen: 1900 - 1935</p> <p>Vorlesungsblätter: Brenner</p> <p>Geschichte der Ernte- und Dreschtechnik</p> <p>Geteilte Verfahren 1. Teil</p> <p>LANDTECHNIK WEHNSTEFHAN</p>	

<p>7 Schlepper-Binder und Stahl-Drescher-Bewegung ab 1935 (Gummi-Wagen)</p>	<p>8 Häcksel-Hof-Bewegung 1935 - 1955</p>
<p>9 Mähdrescher um 1950</p>	<p>10 Schwad-Häcksel-Drusch um 1955</p>
<p>11 Weiterentwickelte Mähdrescher ab 1955</p>	<p>Bemerkungen: 1935 - 1966</p> <p>Vorlesungsblätter: Brenner</p> <p>Geschichte der Ernte- und Dreschtechnik</p> <p>Geteilte Verfahren - 2. Teil - und Direktverfahren-Mähdrusch</p> <p>LANDTECHNIK WEHNSTEFHAN</p>

Festmistverfahren

mech. Entmistung, Halsrahmen - Anbindung

Gleitketten - Anbindung
Schulterbügel

Spezial-Estrich Sperrschicht
Unterbeton Kies oder Schlacke

Flüssigmistverfahren

Gitterrost - Staukanal, Hängeketten - Anbindung (Gräbnerkette)

Fütterung: vom befahrh. Fütterisch aus
Tränkebecken

verstellbar: Ständlängenveränderung, versch. Gitterrost m. Horthalzbolzen 100/45 mm

Platten m. Dämmschicht, Märlbett, Sperrschicht (Isolierung), Unterbeton (Stampfbeton), Unterbau: Kies oder Schlacke

wasserdichter Putz m. Bitumenanstrich

Bullenstand

Gitterrost m. Treibmistkanal
Staustufe 15cm hoch

	Standlänge [m]		Bemerkungen:
	Festmist	Flüssigmist	
Milchvieh	1.10	1.65	
Jung- u. Mastvieh			
bis 200 kg	0.60	1.20	1.05
200 - 300 kg	0.70	1.30	1.15
300 - 400 kg	0.80	1.45	1.30
400 - 500 kg	0.90	1.55	1.40

Eichhorn Kurzstand - Anbindestall
Anbindevorrichtungen, Stallböden, Entmistung

LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN
6. 12. 65

1) Treibmistverfahren

Berechnung der Kanalliefe: Stauensenhöhe 15 cm, Dungeniveau (3cm/10mtr.) 60 cm, Sicherheitsabstand 10 cm, Kanalliefe 85 cm

Kanalbreiten von 0,8 - 2,5 m
Kein Gefälle in Längs- u. Querkantilen!
(vor Inbetriebnahme Kanäle bis Stauensen-Oberkante mit Wasser füllen.)

Anordnung der Kanäle bei verschiedenen Stallängen

a bis 20 m Länge
b bis 20 m + bis 20 m
c 10 - 20 m + 10 - 20 m
* Stufe mindestens 20 cm hoch

2) Speicherverfahren

Entnahme: a) durch außenliegenden Schacht, b) direkt aus der Grube (Herausnahme v. 2 - 3 Balken)

Kreisel-, Schnecken- oder Vakuum-pumpen
starke Geruchsentwicklung b. Aufrühren
Rührradius leistungsfähiger Pumpen bis 8 m
notwendiger Grubenraum: 1,2 m³ GV / Monat

Eichhorn Flüssigmistverfahren f. Vollspaltenbodenställe

LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN
Sauerl. 12. 4. 67

1) Ziegelmauerwerk

Vorzugsgrößen u. Bezeichnung	Maße in mm		
	Länge	Breite	Höhe
Dünformat DF	240	115	52
Normalformat NF	240	115	71
1 1/2 NF = 2 DF	240	115	113
2 1/2 NF = 3 DF	240	175	113

Mauerverbände mit Normalsteinen

Läuferverband (Wandstärke 11,5 cm)
Blockverband (Wandstärke 24 cm)
Kreuzverband (Wandstärke 38,5 cm)

2) Hohlblock - u. Schwerbetonbauweise

Hohlblock - Schalungsstein (z.B. Flachslöbau)
Vollschalg.
eisenarmerter Beton

3) Wandaufbauten (Fertigbauweise)

Außenputz oder Anstrich, Sandwichplatte m. Dämmung, Luftraum, Asbestzement - Platten 12mm z.B. „Euro-Fertig-Bau“
gespundete Holzbalken 10x10 cm, Standsäulen m. Nutung (Bangosselholz) z.B. „Schwedenstall“
ALCAN - Profilblech, Holzkonstr., Isolierung, Sparschalung, ALCAN - Jannerverklobblech

4) Wandaufbauten (Massivbauweise)

Zweischaliges Mauerwerk, hinterlüftet, (Welterschutz)
Putz, Leichtbetonplatten, Bitumenpappe, Isolierung, Ausleichenputz, Bruchsteinmauer
Putz, Ziegel NF, Isolierung, Stulpschalung, Außenputz

Zweischichten - Mauerwerk, (nachträgl. Wärmedämmung innen)
Fachwerkausmauerung

Eichhorn Baustoffe u. Bauelemente in der Landwirtschaft

LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN
Thorwath 19. 4. 67

A. Holzbinder

1) Nagel - Brettbinder
Binderabstand ~ 1m (abhängig von Spannweite)

2) Nagel - Bohlenbinder

3) Leimbinder

4) Fachwerkbinder

zu 1) Je nach Ausführungsart ist bei Zug- oder Druckbelastung die entsprechende Verstärkung durch Aufleistung (2x40/30mm) zu beachten.
zu 2) Ausführung wie 1), jedoch das Mittelgerippe aus 60mm starken Bohlen.
Vorteile: holzsparend, preisgünstig, einfache Deckenanbr.
Nachteile: kein nutzbarer Dachraum.

zu 3) Vorteile: große Spannweiten möglich, günstige Durchfahrtshöhe, große Steiligkeit.
Nachteile: kostenaufwendige Zwischendecken - Anbringung, gegen Stalleinflüsse empfindlich.
zu 4) Ausführung in Holz- oder Stahlkonstruktion möglich.

zu 5) Vorteile: Fertigbauteile, Serienherstg., kurze Bauzeiten.
Nachteile: Holzteile gegen Stalleinflüsse b. ungünstiger Be- u. Entlüftung nicht unempfindlich. Schutzanstriche erforderlich.

Binderabstand ca. 4 - 5 m
Binderabstand ca. 4 - 5 m
Binderabstand ca. 1,50 m
Binderabstand ca. 4 - 5 m

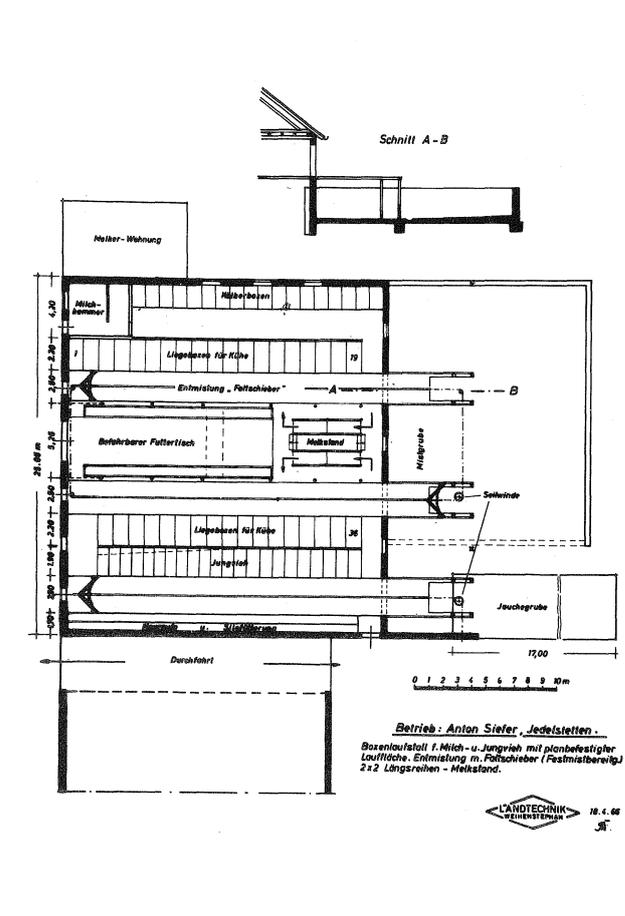
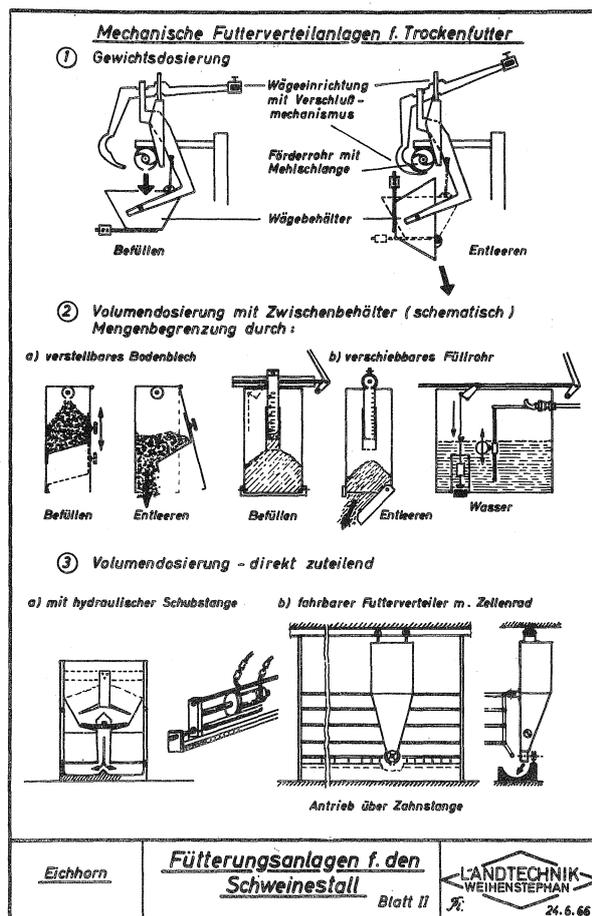
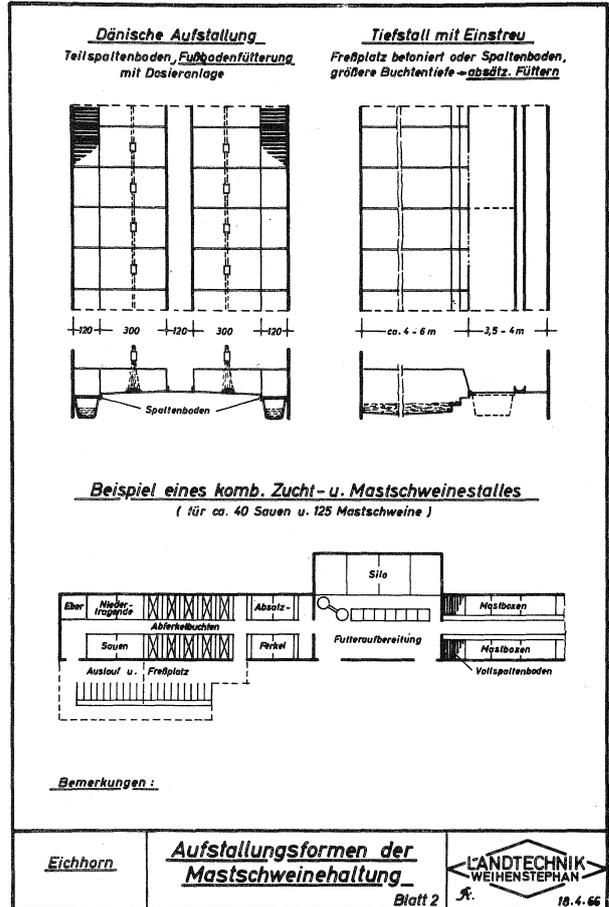
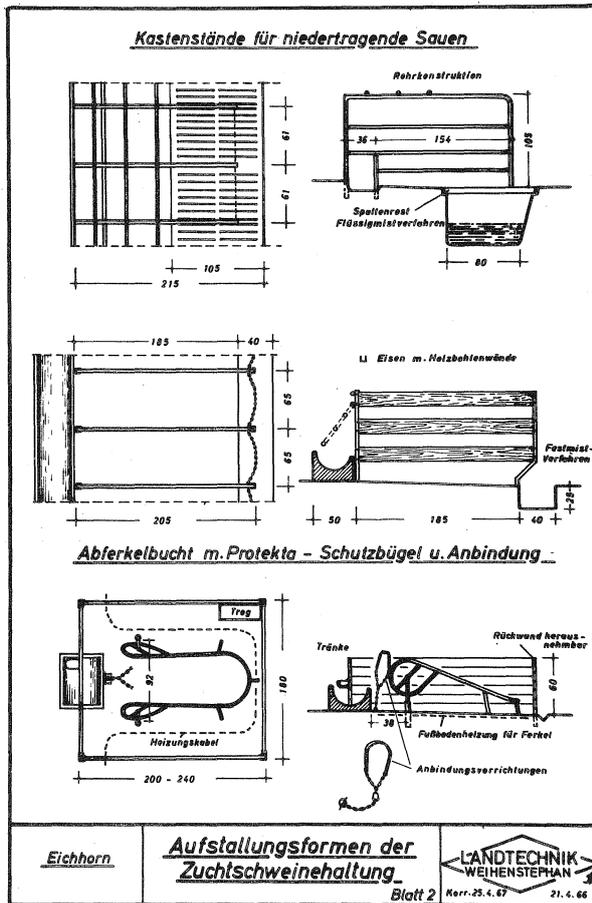
B. Betonbinder

Vorteile: lange Lebensdauer, große Spannweiten möglich.
Nachteile: aufwendige Hebewerkzeuge bei der Montage, Wärmebrücken, schwierige Dach- u. Deckenbefestigung.

Binderabstand 4 - 5 m

Eichhorn Freitragende Binderkonstruktionen im landw. Bauwesen

LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN
Hannush. 7. 4. 67



Bewegung eines Punktes der Klingenscheide

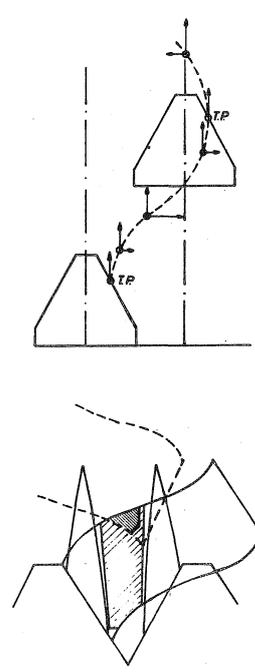
Aus gleichbleibender Vorwärtsbewegung und veränderlicher Seitwärtsbewegung zusammengesetzte Bewegungskurve eines Punktes der Klingenscheide
T.P. = Totpunktlagen

Beispiel: Mittelschnittbalken mit Totpunktlage zwischen den Fingern.

Die gewundenen Flächen stellen die von den Klingenscheiden überfahrenen Flächen dar.

Zwischen den Fingern liegen die Schnittflächen, in die das Schnittgut von den Fingern hineingedrängt wird.

Der Schnitt erfolgt beim Überfahren der Fingerkanten durch die Klingenscheiden.

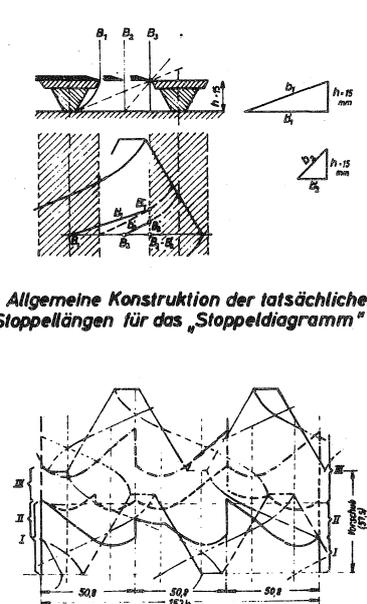


Vorlesungsblätter: <u>Hupfauer</u>	Landmaschinen Prüfungswesen <u>Schnitt-Diagramm</u>	
---------------------------------------	--	---

Allgemeine Konstruktion der tatsächlichen Stoppellängen für das „Stoppeldiagramm“

Querschnitt durch die Stoppeln in das Messerdiagramm eingetragen, sowie in die Bildebene umgeklappt.

(Nach Prof. Dr. Ing. W. E. Fischer-Schlemm)



Vorlesungsblätter: <u>Hupfauer</u>	Landmasch. Prüfungswesen <u>Stoppeldiagramm</u>	
---------------------------------------	--	---

Ermittlung der Zinkenspitzen-Geschwindigkeit

1.) Umfangsgeschwindigkeit auf dem Kreisbogen

$u = \frac{2\pi \cdot r \cdot n}{60} \text{ [m/s]}$

Beispiel: $r = 0,3 \text{ [m]}$
 $n = 110 \text{ [UMin]}$

$u = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 3,14 \cdot 110}{60} = 3,44 \text{ [m/s]}$

Masstab der Darstellung: $1 \text{ [cm]} = 1 \text{ [m/s]}$

2.) Zinkenspitzen Geschwindigkeit bezogen auf die Fahrtrichtung bei kreisbogenförmigen Zinkenspitzenbewegung.

U = Umfangsgeschwindigkeit
Projektionsachse

Aufriss des Zinkenspitzenkreises.

Masstab für Vorfahrt und Umfangsgeschwindigkeit:
 $1 \text{ [cm]} = 1 \text{ [m/s]}$

$v = \text{Vorfahrt (4 [m/s])} = 1,11 \text{ [m/s]}$

$u_{gr} = \text{Umfangsgeschw. projiziert in d. Grundriß}$

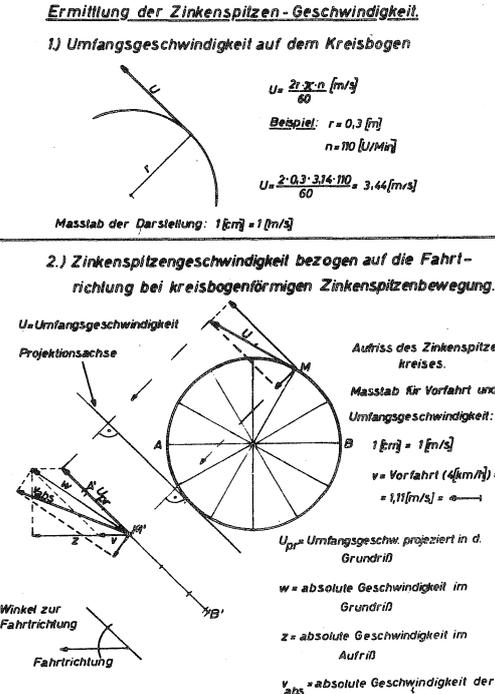
$w = \text{absolute Geschwindigkeit im Grundriß}$

$z = \text{absolute Geschwindigkeit im Aufriß}$

$v_{abs} = \text{absolute Geschwindigkeit der Zinkenspitze}$

Winkel zur Fahrtrichtung

Fahrtrichtung



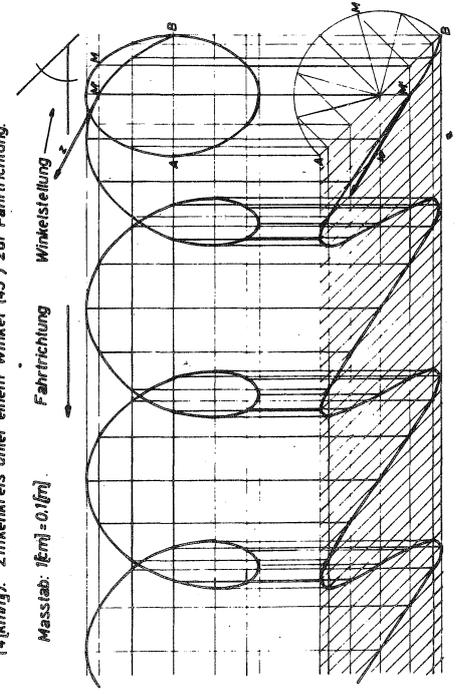
Vorlesungsblätter: <u>Hupfauer</u>	Landmaschinen Prüfungswesen <u>Prüfung von Heuwerbegeäten I</u>	
---------------------------------------	--	---

3.) Umfangsgeschwindigkeit und Kurvenweg unter Berücksichtigung der Vorfahrt (4 [m/s]). Zinkenspitze unter einem Winkel (45°) zur Fahrtrichtung.

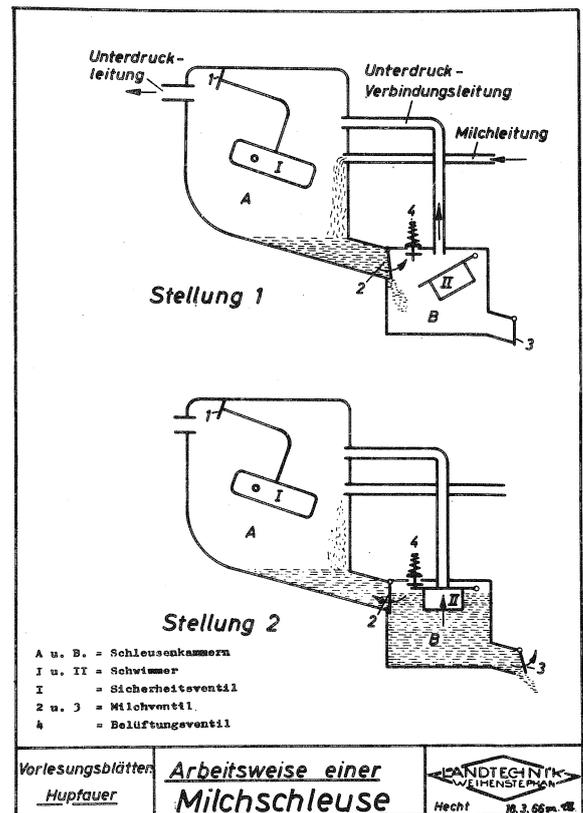
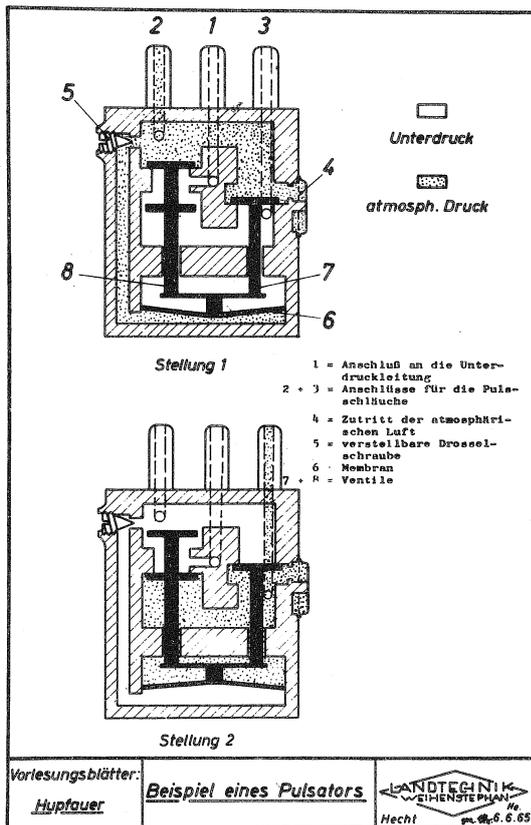
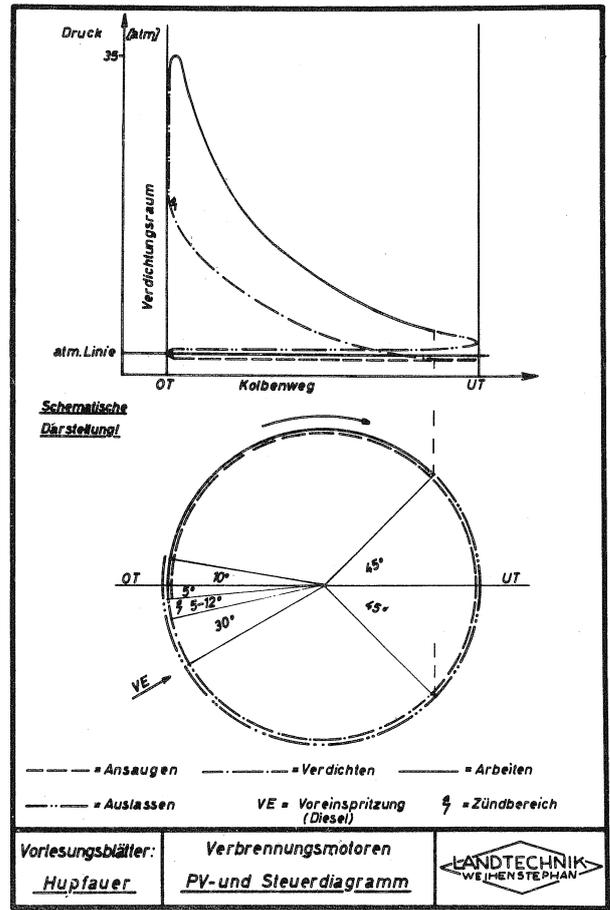
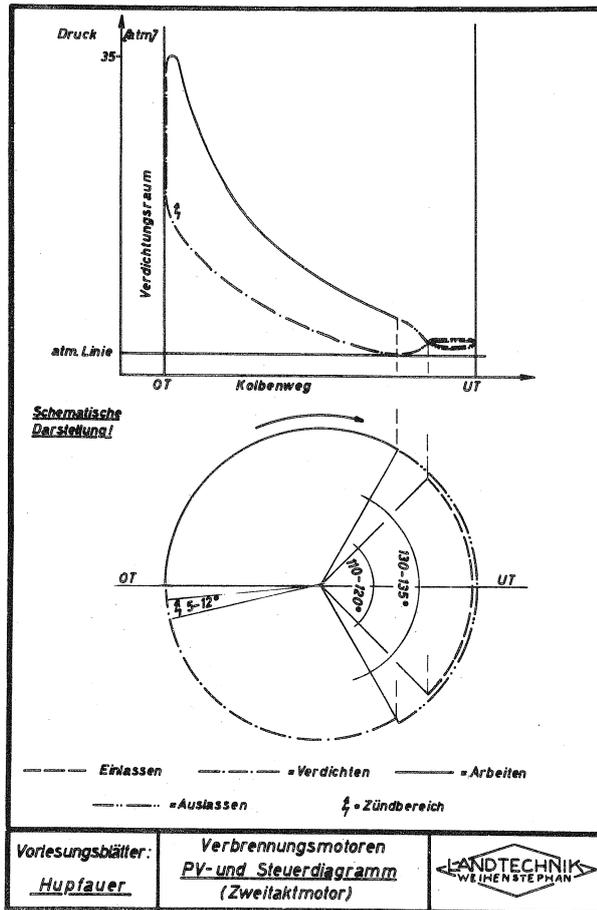
Masstab: $1 \text{ [cm]} = 0,1 \text{ [m]}$

Winkelstellung

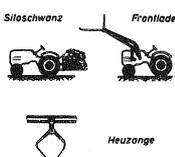
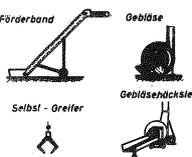
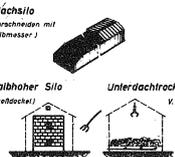
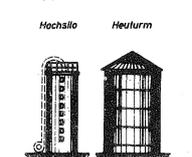
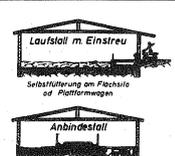
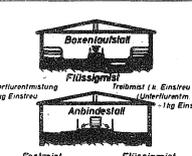
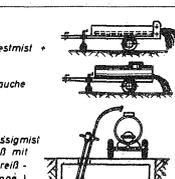
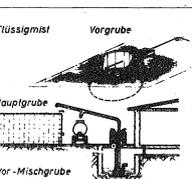
Fahrtrichtung



Vorlesungsblätter: <u>Hupfauer</u>	Landmaschinen Prüfungswesen <u>Prüfung von Heuwerbegeäten II</u>	
---------------------------------------	---	---



Beratungsblätter der Abtlg. I "Technische Entwicklung und Erprobung"

Funktionsbereiche	Langgutlinie	Häcksellinie
Einlagerung	 <p>Siloschwanz Frontlader</p> <p>Heuzange</p>	 <p>Förderband Gebläse</p> <p>Selbst-Greifer Gebälghäcksler*</p> <p>* gebrochene Langgut-Häckselkette</p>
Bergeraum	 <p>Flächensilo (vorachsend mit Schwesler)</p> <p>Halbhöher Silo (Preloster)</p> <p>Unterdachtröcknung v. Heu</p>	 <p>Hochsilo Heurum</p>
Aufstellung	 <p>Laufstall m. Einstreu</p> <p>Selbstfütterung am Flächensilo oder Plattformwagen</p> <p>Anbindestall</p> <p>Festmist Flüssigmist/Einstreu</p>	 <p>Borenlauftstall</p> <p>Flüssigmist</p> <p>Treilmist (k. Einstreu) (Güterläuferm. (Güterläuferm. (Einstreu) (kg Einstreu)</p> <p>Anbindestall</p> <p>Festmist Flüssigmist (Schüttstange od. Schneppschaukel)</p>
Entmistung	 <p>Festmist + Jauche</p> <p>Flüssigmist (FaM mit Zerreiß-Pumpe)</p>	 <p>Flüssigmist Vorgrube</p> <p>Hauptgrube</p> <p>Vor-Mischgrube</p>
Organisationsalternativen bei Lang- u. Häckselgut		

R/ st 26 2 67

	Pressen	Ladewagen	Feldhäcksler	
		Schneidvorrichtung ohne - mit	Reiß- H.	Exakt- H.
1. Handlichkeit des Erntegutes	■	□	□	□
2. Rieselfähigkeit u. Verteilmöglichkeit	□	□	□	□
3. Raumausnutzung	■	□	□	□
4. Silogebläse	+	□	□	□
5. Förderband	■	□	□	□
6. Greifer, Frontlader	■	■	□	□
7. Unten- u. Obenfräsen	+	□	□	□
8. Mech. Fütterung	+	□	□	□
9. Selbstfütterung (ohne Vorschneider)	□	□	□	□
10. Heurum	+	□	□	□
11. Tägl. Futterholen	+	■	■	□
12. Einstreu + Futterreste				
a) Flüssigmist	□	□	□	□
b) Festmist	■	■	■	■

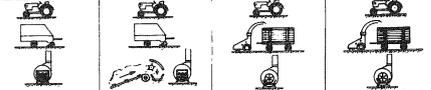
gut
 mittel
 bedingt
 schlecht

*) Tiefstall

Einfluß der Struktur des Erntegutes vom Ladegerät her auf den innerbetrieblichen Arbeitsablauf.

Sf 6 4 67

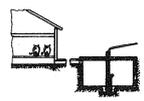
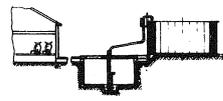
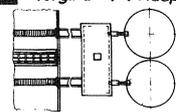
	Hochsilo Gärbehälterinhalt [m³]			
	80	140	220	400
	in 8 Arbeitsstunden wird 2/3 Füllung erreicht bei einer Bergeleistung von:			
angew. W. Gras 33% TM	20 t/h	4.1 t/h	6.5 t/h	12 t/h
Silo-Mais 25% TM	3.1 t/h	5.4 t/h	8.5 t/h	15 t/h
	Arbeitsverfahren ①		Arbeitsverfahren ② oder ③	
Arbeitsverfahren	①		②	
	③			
	1 40-PS-Schlepper 1 Trommelfeldhäcksler 1 Automatikwagen (4t) 1 Silobefüllgebläse (Durchtrieb)		1 65-80-PS-Schlepper 1 40-PS-Schlepper (Transport) 1 Seiben- bzw. Trommel-FH. 2 Automatikwagen (5t) 1 Silobefüllgebläse	
	1 Selbstfahrer - Feldhäcksler (Scheibenrad) 1 40-PS-Schlepper (Transport) 2 Kipper (5t) 1 Förderband m. Dosiertisch			
Zusammenhang zwischen Silogröße und Schlagkraft der Feldhäcksler - Arbeitsverfahren				

Technische Ausstattung der ausgewählten Verfahren				
	Verfahren I	Verfahren II	Verfahren III	Verfahren IV
Bergeleistung (t/h)	3.1	3.6	4.5	6.0
Bergeleistung an 2 Silertypen a) 5 Stunden				
a) (t) Anweilmenge	31	36	45	60
b) (ha) Futterfläche	1.8	2.2	2.7	3.6
c) (cbm) Siloraum	62	72	90	120
Maximale Bergeleistung bei 3 verfügbaren 3-Tagesperioden je Schnitt				
a) (ha) Futterfläche	5.4	6.6	8.1	10.8
b) (cbm) Siloraum	185	215	270	360
Kapitalbedarf	1 Ladewagen 6 500,- 1 Abl-häcksler (15 kW-E-Motor) 6 700,- Gesamt DM 13 200,-	1 Ladewagen 6 500,- 1 Dosiereinr. 4 000,- 1 Abl-häcksler (20 kW-E-Motor) 7 000,- Gesamt DM 17 500,-	Mehrpreis 40 PS-Schlepper 1 200,- 1 Feldhäcksler 6 000,- 1 Abl-gebläse (8 kW-E-Motor) 3 500,- 1 Autom.-wagen 8 000,- Gesamt DM 18 700,-	Mehrpreis 60 PS-Schlepper 5 000,- 1 Feldhäcksler 7 000,- 1 Abl-gebläse (15 kW-E-Motor) 3 800,- 1 Autom.-wagen 8 000,- Gesamt DM 23 800,-
Kosten für Bergeleistung von 100 dz	32 Aah a' 4,- 12,80 32 Schlepper-std a' 4,- 12,80 32 Ladewagen-std a' 10,- 32,- 32 Gebl-häcksler-std a' 5,- 16,- Gesamt: DM 73,60	28 Aah a' 4,- 11,20 28 Schlepper-std a' 4,- 11,20 28 Ladewagen-std a' 10,- 28,- 28 Dosiereinr.-std a' 5,30 14,80 28 Gebl-häcksler-std a' 5,30 14,80 Gesamt: DM 77,80	22 Aah a' 4,- 8,80 22 Schlepper-std a' 4,- 8,80 22 Feldhäcksler-std a' 12,- 26,40 22 Automatikwagen-std a' 10,- 22,- 22 Gebläse-std a' 3,50 7,70 Gesamt: DM 74,80	16 Aah a' 4,- 6,40 16 Schlepper-std a' 4,- 6,40 16 Feldhäcksler-std a' 14,- 22,40 16 Automatikwagen-std a' 10,- 16,- 16 Gebläse-std a' 3,80 6,10 Gesamt: DM 60,80

*) Nach Preisliste der Raiffeisen-Maschinenringe in Bayern, Stand 1965. Diese Preise unterstellen eine jährliche Maschinenausrüstung bis zur Abschreibungsschwelle. Mit den max. Bergeleistungen je Schnitt ist eine jährliche Ausnutzung von ca. 30 % angenommen.

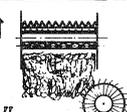
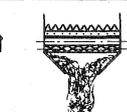
Bergeleistung u. Kapitalbedarf ausgewählter Ein-Mann-Verfahren m. Ladewagen u. Feldhäcksler bei der Ernte von Anweilgut (165 dz/ha bei 30% TM)

S. 2.137

GVE	Zeitraum für die Lagerung [Monat]			<input type="checkbox"/> Einzelbehälter  <input checked="" type="checkbox"/> Vor- und Hauptgrube  <input checked="" type="checkbox"/> Vorgr. u. 2(3) Hauptbeh. 
	2	4	6	
20	60	120	180	
40	120	240	360	
60	180	360	540	
100	300	600	900	

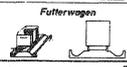
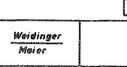
Grimm Langenegger Größe der Gesamtlagerbehälter [m³] in Bezug auf die längste Lagerzeit und Tierzahl bei einem tägl. Anfall von 50 l/GV, sowie günstige Lagerbehälter-Anordnung

LANDTECHNIK WEINSTEHPAN
R/st 2.3.67

Arbeitsverfahren	Erntegut	Arbeitsgänge und Trocknungsverlauf			Arbeits- u. Masch.-zeit-aufwand		Bewertung:		
		1. Tgg. [3 Std. nach d. Mäh.]	2. Tgg. [14**]	3. Tgg. [14**]	Akh/ha	Sh/ha	Arbeits-Masch.-aufwand	Bröckelverluste	Verunreinigungen i. Schwad
I. 	Akh Sh Luzerne TM% Wiesengr. TM%	mähen + zellen	wenden	wenden + schwad.	5,1	5,1	●	stark	stark
		2,4	0,9	1,8					
		2,4	0,9	1,8					
		2,6	4,0*	6,0*					
II. 	Akh Sh Luzerne TM% Wiesengr. TM%	mähen + quetschen	—	schwaden	2,2	2,2	◐		
		1,3	—	0,9					
		1,3	—	0,9					
		2,7	4,1	6,1					
III. 	Akh Sh Luzerne TM% Wiesengr. TM%	mähen + quetschen	—	—	1,3	1,3	◐	gering	keine
		1,3	—	—					
		1,3	—	—					
		2,6	3,7	5,2					

LANDTECHNIK WEINSTEHPAN Sch. 041.66
Schurig

Gegenüberstellung und Beurteilung von drei Arbeitsverfahren zur Bereitung von Anwelkgut.
*) Werte nicht durch Versuche bestätigt.

	1 Geeignet für vielseitige Futterration	2 Möglichkeit d. Futterdosierung an beliebigem Frischplätzen	3 Eignung für Anbindestall bezüglich Entmischung	4 Anbindestall bezüglich Lärmen/wichtig	5 Möglichkeit eines begehrten befahreren Futterwagens	6 Einsatz bei ungünstigen Silostandort	7 Frosticherheit bei schlechtem Witterungsschutz	8 Anforderungen an Häckselmänge	9 Störungs- u. Reparatur-anfälligkeit	10 Geschätzte Lebensdauer in Jahren
	■	■	■	■	■	■	□	hoch	gering	6-8*
	■	■	■	■	◐	■	□	hoch	gering	6-8*
	■	■	■	■	◐	■	□	hoch	gering	6-8
	■	■	■	■	■	■	□	hoch	gering	6-8*
	■	■	■	□	◐	■	■	hoch	gering	12-15
	◐	■	□	□	□	■	■	gering	hoch	10-12
	◐	■	□	□	◐	■	■	mittel	mittel	10-12
	◐	□	□	□	□	□	◐	mittel	mittel	10-12

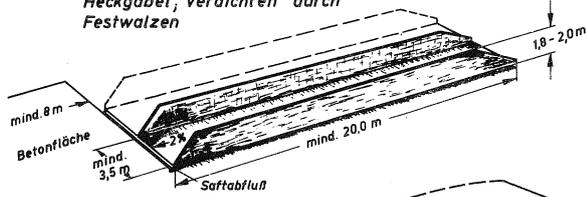
□ ja ◐ bedingt ■ nein * bei Hartstetlagerung längere Lebensdauer

Wiedinger Maier Zusammengefaßte Bewertung mech. Fütterungsanlagen **LANDTECHNIK WEINSTEHPAN** R/st 68

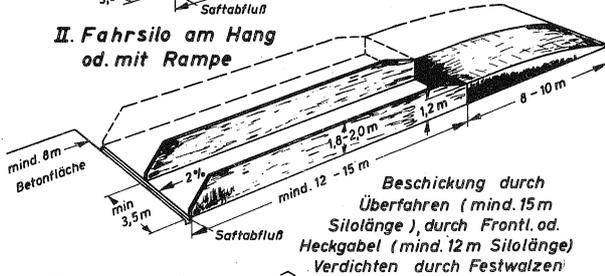
Abmessungen von Flachsilos

I. Fahrsilo in der Ebene

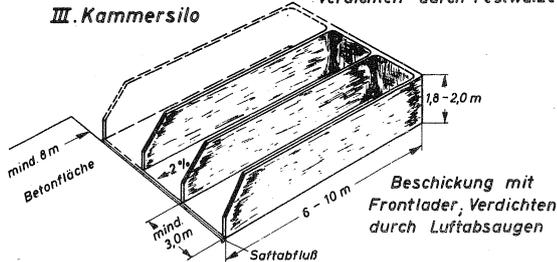
Beschickung mit Frontlader oder Heckgabel; Verdichten durch Festwalzen



II. Fahrsilo am Hang od. mit Rampe



III. Kammersilo



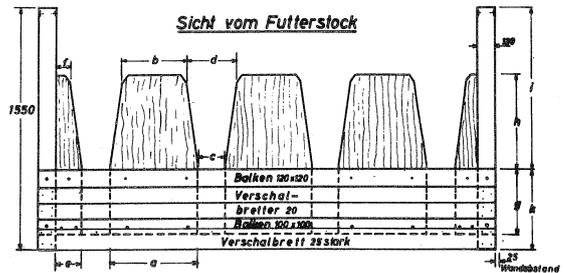
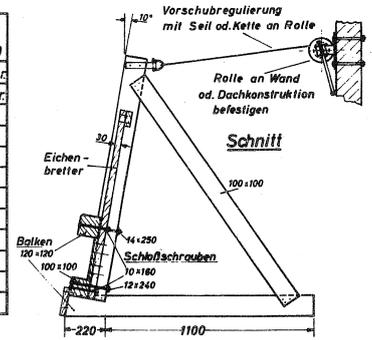
**Fressgitter für Rindvieh zur Selbstfütterung
im Flachsilo**

Holzkonstruktion
(Maße in mm)



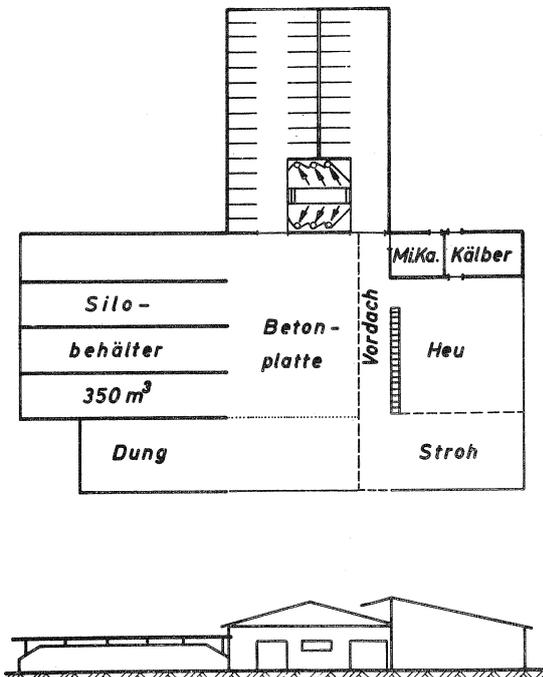
Maßtabelle für die verschiedenen Altersgruppen

	männl. 1/2-Jhr.	1-1 1/2 Jhr.	üb. 1 1/2 Jhr.
weibl. 1/2-1 1/2 Jhr.		1 1/2-2 1/2 Jhr.	üb. 2 1/2 Jhr.
a	350	450	550
b	210	310	410
c	140	170	200
d	280	310	340
e	65	120	170
f	0	50	100
g	280	360	440
h	600	600	600
i	1140	1110	1030
k	360	440	520



Boxenlaufstall Frontladerhof

35 Kühe ohne Jungvieh



**Günstige Liegeboxenformen
für Selbstbau**

Bauart A:

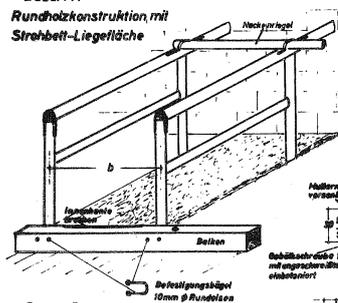


Tabelle 1: Maße für Milchkühe in cm

Bau- art	a	aa	b	c	cc	d	e	f
A	225	210	110	125	107	50	50	140
B	210	195	110	128	110	50	40	140
C	210	203	110	-	110	50	40	125

Bauart B:



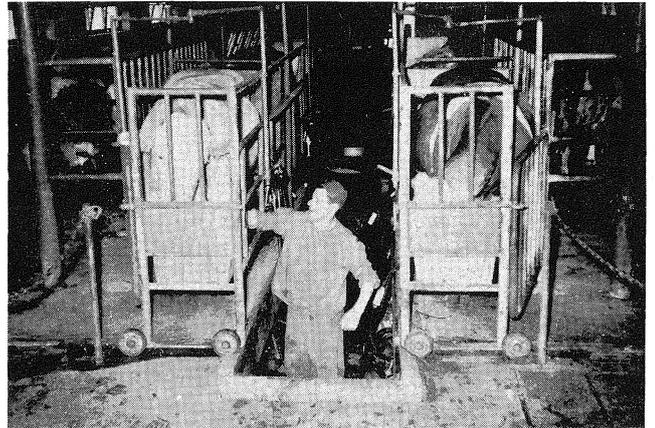
Bauart C:



Einige Beispiele von Maschinen und Geräten, die in der
Werkstatt der "Landtechnik Weihenstephan"
angefertigt oder umgebaut wurden



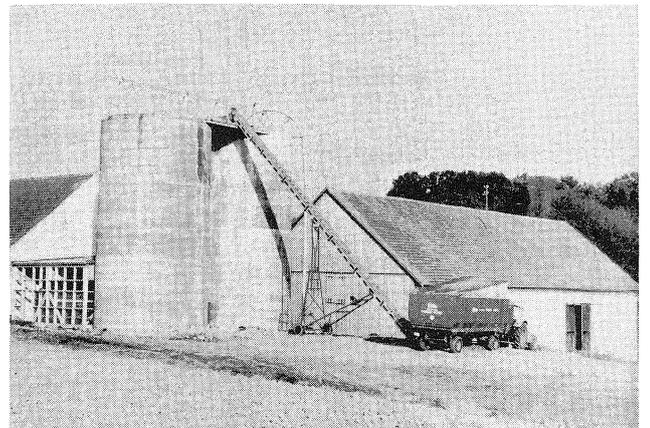
Anbautrommelfeldhäcksler



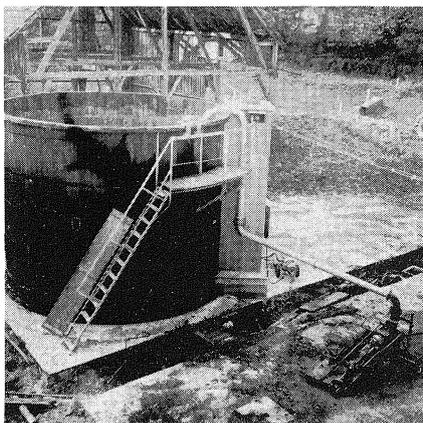
Verschiebbarer Melkstand



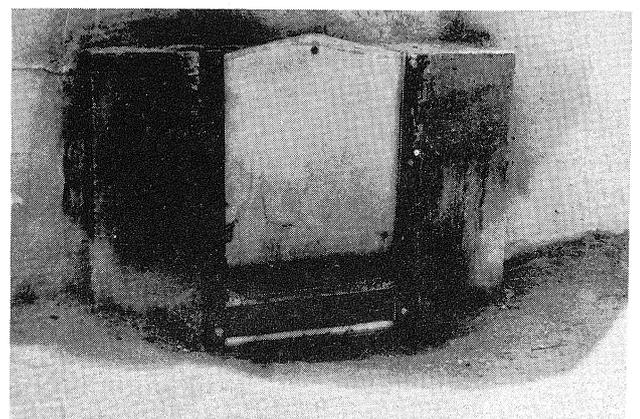
Messungen an Feldhäckslern



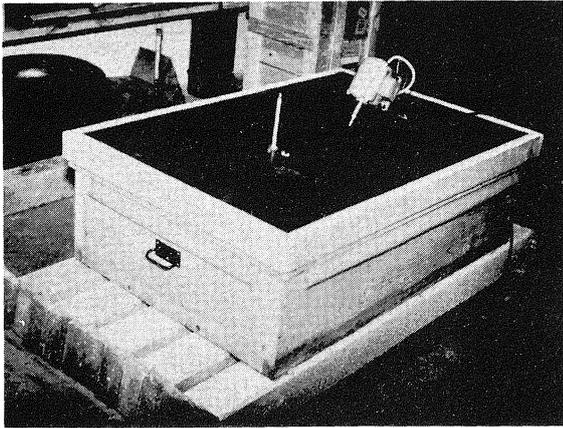
Stationärer Einbau eines Schrägförderers
an Hochsilos.



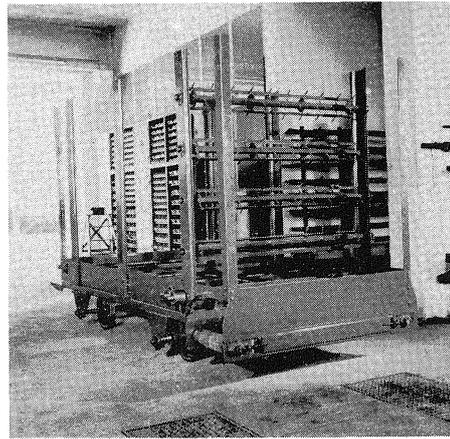
Gülleprüfstand



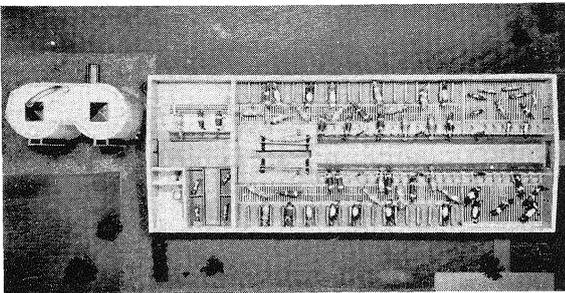
Schieber für Güllehochbehälter



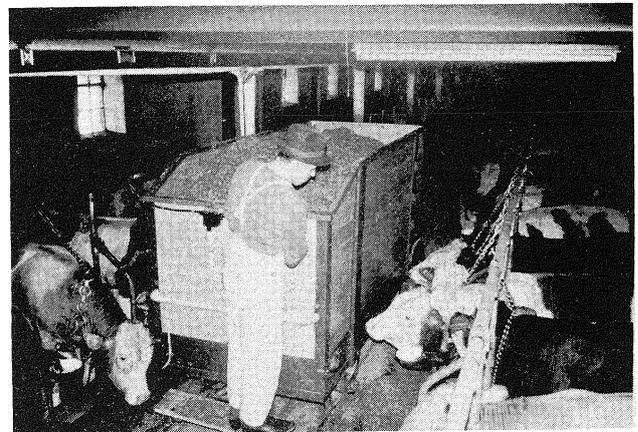
Wärmetechnisches Prüfgerät für Spaltenböden.



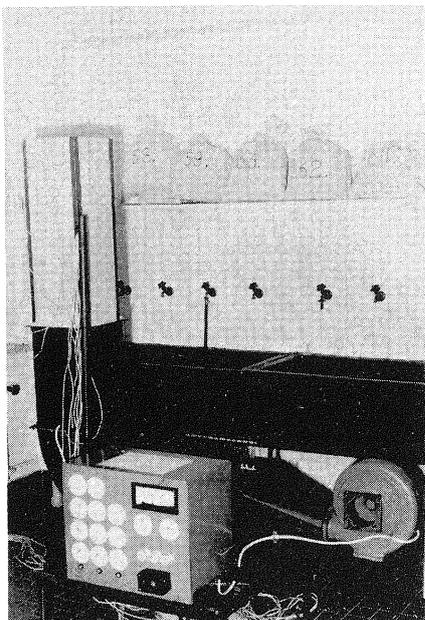
Montage des Fütterungswagens



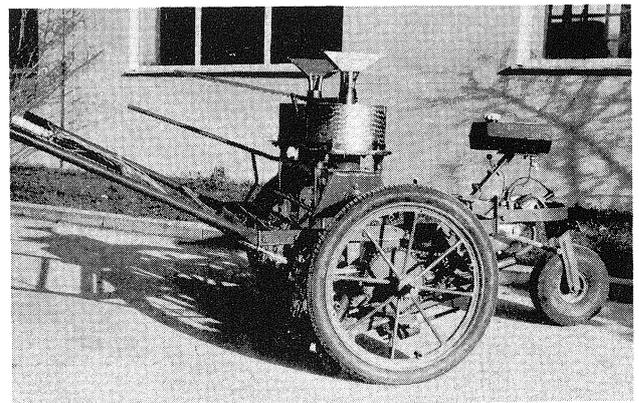
Modellbau



Fütterungswagen



Versuchstrocknungsanlage



Dippelsämaschine für Getreide

Inhalts-Kurzfassungen von Habil.-Schriften, Dissertationen
und Reiseberichten

Habil.-Schrift v. wiss. Rat Dr. H. Eichhorn

Arbeitswirtschaft, Technik und Gebäude
bei der Planung neuer Stallformen für
Milchvieh, dargestellt am Beispiel stroh-
sparender Boxenlaufställe

In den Ausführungen über die Planung neuer Stallformen für Milchvieh werden zunächst die verfahrensabhängigen Kosten untersucht und an Beispielen ihre Brauchbarkeit erläutert. Mit Hilfe der ermittelten Daten ist es möglich, jeweils die kostengünstigste Ausführung neuer Aufstallungen zu erkennen. In einem zweiten Teil wird über Versuche mit strohsparenden Boxenlaufställen berichtet. Zusammenfassend sind dazu folgende Ergebnisse mitzuteilen:

1. Die Errichtung neuer Stallgebäude ist abhängig von den Verfahren der Arbeitserledigung bei verschiedenen Haltungsformen der Tiere. Um diese Stallösungen vergleichen zu können, werden die Kosten der beim Milchvieh anfallenden Arbeitsgänge festgestellt. Sie beziehen sich auf die Hauptabschnitte der Stallarbeiten, die durch Melken, Entmisten, Einstreuen und Füttern gegeben sind.
2. Zur Kostenermittlung werden die wichtigsten Anbinde- und Laufställe herangezogen. Gegenstand der Analyse sind neben der Arbeitserledigung im Stall auch die Verfahren der Futter- und Strohbergung sowie der Dungausbringung. Davon ausgehend, erfolgt eine Unterteilung üblicher Kostenbereiche in unmittelbare und mittelbare Kosten. Die Berechnung der Verfahren erstreckt sich auch auf die dazugehörigen Gebäudeanteile und bedient sich hierzu differenzierter cbm-Kosten. Dadurch entstehen brauchbare Grundlagen für die Anwendung optimaler Kostenkombinationen in Laufställen.
3. Angeregt durch die Arbeiten mit strohlosen Laufställen in den USA, England und Norwegen wurde die Stallbauart mit Ruheboxen in verschiedenen Versuchsanlagen weiterentwickelt und auf ihre Eignung für Altgebäude sowie Neubauten untersucht. Neben der Gestaltung von Liegeplätzen und Laufflächen befaßten sich die Versuche vor allem mit der Unterflurentmistung. Sowohl Schleppschaufeln als auch Flüssigmistverfahren kamen zur Anwendung. Verschiedene Lösungen von Melkmethoden und Melkständen sind erprobt und insbesondere verschiebbare Melkstände für kleine und mittlere Kuhbestände gebaut worden.

KINEMATISCHE UND EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN AN SCHLEPPER-
FRONTLADERN

In der vorliegenden Arbeit sind die landwirtschaftlichen Forderungen an den Frontlader sowie die dynamischen Beanspruchungen des Schleppers beim Einsatz des Frontladers untersucht und zusammengefaßt.

1. Es werden Berechnungsgrundlagen für den Frontlader in Form von Nomogrammen angegeben. Aus diesen sind die erforderlichen Konstruktionsmaße der Schwingenlänge und der Anlenkung am Schlepper für das gewünschte Hebelverhältnis zu entnehmen. Aus Tabellen, deren Werte mit einem Elektronenrechner zusammengestellt wurden, lassen sich die restlichen Konstruktionsmaße ermitteln.
2. Abkippende und abschiebende Arbeitsgeräte wurden miteinander in ihrer Kinematik verglichen und die Vor- und Nachteile gegenübergestellt.
3. Die Verwendung abschiebender Arbeitswerkzeuge mit Parallelführung gestattet gegenüber den heutigen Konstruktionen wesentliche Frontladerverbesserungen. Durch den Fortfall der Verlusthöhe und den Gewinn einer zusätzlichen Ausladung in der Größe der Zinkenlänge kann die Schwinge kurz gehalten werden. Die Parallelführung ermöglicht größere Hubwinkel als 70 - 74 Grad. Dies kommt ebenfalls einer kürzeren Schwingenlänge bei gleichzeitiger Reduzierung der statischen Vorderachsbelastung bei const. Ladegewichten um ca. 30 % zugute.
4. Für Abkipp- und Abschiebegabel werden die erforderlichen Schwingenlängen, Anlenkhöhe sowie vorhandene Hubwinkel ermittelt und Bemessungshinweise gegeben.
5. Anhand von experimentellen Untersuchungen wird ein Weg gezeigt, um die außerordentlich hohen dynamischen Beanspruchungen des Schleppers beim Frontladereinsatz zu begrenzen, wobei gleichzeitig die Arbeitsqualität verbessert und der Fahrer geschont wird.
6. Da es sich hierbei um ein verkoppeltes Mehrmassensystem handelt, dessen rechnerische Behandlung nur mit Hilfe elektronischer Rechenanlagen möglich ist, wurde aufgrund der Versuchsergebnisse ein vereinfachtes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der für das Dämpfungsglied notwendigen Speichergröße angegeben.
7. Die Untersuchungen ergaben, daß ein solcher Druckspeicher aufgrund des großen Lastenbereichs von 1:5 allein nicht ausreichend ist, sondern zwei Druckspeicher mit verschiedener Vorspannung erforderlich sind, deren Vorspannungen sich wie 1:2 verhalten sollten. Die besten Ergebnisse wurden mit der Kombination von 0,5 l + 1 l Speichern erzielt. Gleichgroße Speicher (0.5 + 0.5) ergaben etwas ungünstigere Verhältnisse (ca. 5 - 10 % höhere Spitzendrücke im Bereich großer Lasten), sie sind aber unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte noch als befriedigend zu bezeichnen.
8. Jede Verwendung von Speichern muß mit dem Einsatz einer Drossel verbunden werden, um einen optimalen Dämpfungserfolg zu erzielen und die Speicher zu schonen.

Prüfstandsuntersuchungen an breiten Trommeln (Mundstücksbreite m = 700 mm) und Zeitdehneraufnahmen an denselben haben ergeben, daß:

1. mit breiten Trommeln keine einheitlich exakt erforderliche Häcksellänge, insbesondere bei Anwelkgut, erzielt wird,
2. bei derartigen Häckslern sich schwer ein gleichmäßiges Gutpolster vor der Trommel erreichen läßt, insbesondere wenn diese von PS-schwachen Schleppern angetrieben werden,
3. dort ein Hindurchschlüpfen von ungeschnittenen Halmen zwischen den Messern nicht zu vermeiden ist,
4. der auftretende hohe Anteil an Überlängen ein maschinelles Entladen der Wagen, ein kontinuierliches Beschicken der Lagerräume, eine mechanische Entnahme des Futters und eine mechanische Futterverteilung erschwert bzw. eine folgende Mechanisierung ausschließt;

Prüfstandsversuche und Feldversuche mit schmalen Trommeln (Mundstücksbreite m = 400 mm) zeigten dagegen folgendes Ergebnis:

5. schmale Trommelbauart ermöglicht eine Einhaltung der geforderten exakten Häcksellänge. Sie wurde als vorteilhaft erkannt und näher untersucht.
6. Diese Trommelbauart ist sowohl für den Bau von kleineren Häckslern (400 mm Breite, 520 mm Durchmesser) als auch für Groß-Feldhäcksler (Breite rund 600 mm, Durchmesser 750 mm) ein leistungsfähiges Bauelement.
7. Solche Schneidtrommeln erfordern infolge günstigerer Beanspruchungen einen bedeutend geringeren baulichen Aufwand, brauchen jedoch weder an Schnittgüte noch an Durchsatzleistungen gegenüber bekannten Scheibenrad-Feldhäckslern zurückzustehen und haben den Vorteil, daß die Messer leicht von außen zu schleifen sind.
8. Der Einfluß der Messerschärfe und des Messerabstandes zur Gegenschneide, der Wurfform, des Anschleifens sowie der Einfluß der Lage der Gegenschneide wurden durch Prüfstand-Versuche ermittelt.
9. Vergleiche auf elektronischer Basis von verschiedenen Messerformen, auf ein und derselben Trommel montiert, brachten vertiefte Einblicke.
10. Während Schärfe der Messer und Messerabstand von der Gegenschneide großen Einfluß haben (bis 300%), konnten nachteilige Wirkungen von außen geschliffenen Messern gegenüber innen geschliffenen Messern nicht festgestellt werden.
11. 2 Wurfmesserformen wurden als brauchbar erkannt und auf ihr Verhalten hin besonders untersucht.
12. Die Leistungsaufnahme ist vor allem durch leicht scharf zu haltende Messer und entsprechende Materialauswahl senkbar.
13. Durch Vermehrung der Messer, beispielsweise sechs auf acht oder zehn, ist die Schnittzahl unter gleichzeitiger Drehzahlsteigerung fast beliebig zu erhöhen, um so auch größten Anforderungen in Bezug auf Durchsatzleistung und Exaktschnitt zu entsprechen. Besonders hier ist die Trommelbauart der Scheibe überlegen.
14. Die Ergebnisse der Untersuchungen führten zum Bau eines verkleinerten Anbau-Querfluß-Trommel-Feldhäckslers, wodurch nachgewiesen werden konnte, daß auch bei kleinen Maschinen die Trommelbauart Gewichtseinsparungen bis ca. 40 % ermöglicht.

Dissertation von Dr. agr. Anton Grimm :

"Die Kosten der Grasanwelksilage bei verschiedenen Ernte-, Konservierungs- und Fütterungsverfahren."

Am Beispiel von Grasanwelksilage werden die gebräuchlichsten Verfahren der Silagebereitung von der Ernte bis zur Fütterung auf der Grundlage einer exakten Kostenrechnung miteinander verglichen. Im Vordergrund stehen dabei vor allem die Lösungen der Häcksel- und Langgutlinie in Verbindung mit Hoch- und Flachsilos. Als Flachsilos wurden nur massive und weitgehend luftdichte verbesserte Flachsilos berücksichtigt, deren Entwicklung und Verbreitung vor allem durch Arbeiten des Landtechnischen Vereins vorangetrieben wurde.

Die erforderlichen Kalkulationsdaten wie Arbeits- und Kapitalbedarf sowie Höhe der Silageraumgewichte und Konservierungsverluste basieren vorwiegend auf Untersuchungen der Landtechnik Weihenstephan. Zur Ermittlung der Konservierungsverluste wurden über mehrere Jahre exakte Vergleichsversuche zwischen Hoch- und Flachsilos bzw. zwischen Häcksel- und Langgut durchgeführt.

Nach einer neuentwickelten Methode wurden umfangreiche Silageraumgewichtsmessungen vorgenommen. Auf dieser Grundlage konnte mit Hilfe der Regressionsanalyse eine Formel zur Errechnung des Silageraumgewichts bei unterschiedlicher Siloform, -Größe und Anwelkstufe ermittelt werden.

Insgesamt hat sich ergeben, daß sich die einzelnen Verfahren der Silagebereitung bezüglich der Verluste, der Silageraumgewichte und des Arbeitsbedarfes nicht nennenswert unterscheiden. Hinsichtlich des Kapitalbedarfes bestehen dagegen erhebliche Differenzen, die sich auch sehr deutlich in den Kosten niederschlagen.

"Entwicklung und Stand der Körnermaisernte unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes von Mähdreschern"

Nach einem Überblick über die Mechanisierung der Körnermaisernte in den USA und den wesentlichen europäischen Maisanbauländern wird die Entwicklung der Technisierung der Ernteverfahren in Deutschland aufgezeigt. Hierbei haben in letzter Zeit in den Konsummais-Anbaugebieten vor allem die sog. "Direktverfahren" besondere Bedeutung erlangt, die unter Verwendung der in großen Stückzahlen vorhandenen Mähdrescher sofort fertig gedroschenes Korn liefern.

Neben einer speziellen, an die besonderen Anforderungen des Maisdrusches angepaßte Innenausrüstung der Mähdrescher werden Mais-Mähvorsätze (Verfahren "Mähdrusch") und Mais-Pflückvorsätze (Verfahren "Pflückdrusch") verwendet. Das erstgenannte Verfahren sieht die Verarbeitung der gesamten Maispflanzen vor, wobei das Stroh meist von Anbau-Strohhäckslern zerkleinert und breitwürfig auf das Feld verteilt wird. Im "Pflückdrusch"-Verfahren, welches nur die Kolben verarbeitet und die Maisstengel in einem 2. Arbeitsgang mit Schlegel-Feldhäckslern o.a. zerkleinert, kommen seit kurzem neue Pflückelemente, sog. Pflückschienen mit darunter liegenden Durchzieh-(Reiß)-Walzen zum Einsatz. Die Maiskolben kommen hierbei nicht mehr wie bislang mit den rotierenden Profil-Pflückwalzen in Berührung, dadurch läßt sich eine wesentliche Verringerung der Pflückverluste erzielen.

In der Flächen- und Druschleistung bestehen die gravierenden Unterschiede zwischen den Verfahren Mäh- und Pflückdrusch. Während im Mähdrusch z.B. 3-reihig arbeitende Maschinen eine durchschnittliche landw. Flächenleistung von 0,31 ha/h aufweisen, beträgt diese beim Pflückdrusch (ohne Strohzerkleinerung) 0,65 ha/h. Die Druschleistung verhält sich dementsprechend.

Hinsichtlich der Ernteverluste schneidet dagegen das "Mähdrusch"-Verfahren wesentlich günstiger ab als der "Pflückdrusch" mit konventionellen Pflückwalzen. Erste Versuche mit den neuen Pflückschienenaggregaten lassen eine weitere Verlustverringerung erwarten.

Da der feucht anfallende Mais nicht lagerfähig ist und sofort kontinuierlich verarbeitet werden muß, ist eine genaue Abstimmung der MD-Leistung und Verarbeitungskapazität der Konservierungsanlagen (Warmluft-Trocknung oder Silagebereitung) unbedingt erforderlich.

Dissertation von Dr. agr. A. Weidinger

"Technische und funktionelle Untersuchungen an ausgewählten mechanischen Fütterungsanlagen für Rinder"

Die Arbeit hatte folgende Fragestellung: Inwieweit ist das derzeitige, der Landwirtschaft allgemein zugängliche Angebot an mechanischen Fütterungsanlagen funktionssicher und für den praktischen Betrieb geeignet. Für die Untersuchungen wurden fünf Schnecken-, eine Schubstangen- und eine Ringkreisfütterungsanlage ausgewählt, wobei besonders die Verwendbarkeit im Anbindestall schwerpunktmäßig herausgestellt wurde. Zur Beurteilung der untersuchten Fütterungsanlagen wurden folgende Kriterien herangezogen.

1. Verteilgenauigkeit
2. Futterentmischung
3. Lärmentwicklung
4. Leistungsbedarf

Zu 1.:

Nur Ringkreis- und Schneckenanlagen, die den geschütteten Futterkegel als Boden des Förderkanals benutzen (geschlitzte Trog- und Rohrschnecken), erreichen eine Verteilgenauigkeit, die den Erfordernissen des Anbindestalles entspricht. Eine unterschiedliche Mengenzuteilung an mehrere Tiergruppen oder die beliebige Dosierung an den Einzelfreßplatz ist auch mit diesen Anlagen nicht möglich. Zum quantitativen Vergleich wurde die Verteilung im Gabelwurf herangezogen.

Zu 2.:

Mit Ausnahme der Ringkreisanlage wird von allen untersuchten Anlagen das Futter entmischt. Bei einer Rohrschneckenanlage von 39 m Länge und einer Mischung von Wiesengrassilage und 10 % Getreideschrot enthält das am Troganfang abgeworfene Futter z. B. um relativ 15 % mehr Stärkeeinheiten, um 17 % mehr verdauliches Rohprotein und um 22 % weniger Rohfaser als das am Trogende abgeworfene Futter.

Zu 3.:

Bei allen nicht auf Holz gelagerten Schneckenbauarten wurde eine Lärmentwicklung gemessen, die in geschlossenen Stallungen auch bei kurzzeitigem Betrieb zu Gehörschäden oder Leistungsminderung beim Stallpersonal führen kann (>95 Phon). Ringkreis- und Schubstangenanlagen laufen sehr leise (<65 Phon).

Zu 4.:

Mit Hilfe einer speziell für vorliegende Untersuchungen entwickelten automatischen Durchlaufwaage war es möglich, die geförderte Futtermenge kontinuierlich zu wiesen und synchron mit der Stromaufnahme des Antriebsmotors aufzuzeichnen und auszuwerten. Dadurch konnte eine Formel zur Ermittlung des Leistungsbedarfes von Fütterungsanlagen abgeleitet werden, die eine genauere Anpassung der Antriebsleistung an die zu erwartenden Leistungsspitzen zuläßt, als dies mit empirisch festgelegten Faustzahlen möglich war.

Als Konsequenz dieser Arbeit wurde ein halbmechanischer, selbstfahrender Futterverteiltwagen entwickelt, der den funktionellen Anforderungen des Anbindestalles nach bisherigen Ermittlungen und Erfahrungen besser zu entsprechen scheint als die untersuchten Anlagen.

"Vergleichende Untersuchungen über die Flüssigentmischung
in Rinderlaufställen"

Untersuchungen der Konsistenz des flüssigen Dunges ergaben, daß:

1. Viskositätsmeßmethoden, Dichte- und Trockensubstanz-Bestimmungen zur Charakterisierung von Flüssigung unzulänglich sind,
2. der technische Schwierigkeitsgrad von Flüssigung mit einem "Konsistenzfaktor kf" erfaßt werden kann,
3. die Beschaffenheit des Dunges abhängen kann von:
 - a) der Halmlänge, dem Wassergehalt und dem Verdaulichkeitsgrad des Futters,
 - b) dem Geschlecht, Alter, der Nutzungsrichtung und der Aufstallung der Tiere,
 - c) der Art, Menge und Halmlänge der beigemengten Einstreu- und Futterreste,
 - d) der Art und Menge mineralischer Beimengungen,
 - e) der Art der Dungbeseitigung aus dem Stall (ober- oder unterflur, Harnverdunstung),
 - f) Niederschlag und Verdunstung,
 - g) der mechanischen Bearbeitung und Zerkleinerung vor der Lagerung. Mit zunehmender Zerteilung der Feststoffe steigt deren Saug- und Quellvermögen, nivellieren sich die Unterschiede des spezifischen Gewichtes von Flüssigung und Feststoffen, fällt die Entmischungsgeschwindigkeit und die Schichtenstärke,
 - h) Entmischungsvorgängen im Lagerbehälter. Entmischungsgeschwindigkeit und Schichtenstärke werden durch Wasser- und unzerkleinerten Feststoffzusatz, große Behälterhöhen, dünne (= wässrige bis dünnsuppige) Gemische und ein bis vier Monate lang Rührintervalle erhöht,
 - i) biologischen Abbauerscheinungen im Behälter. Sauerstoffzufuhr aus der Luft kann in oben offenen Halbhochbehältern mit zerkleinertem, dicksuppigem bis dünnbreiigem Flüssigung einen bakteriellen Abbau der schichtenbildenden Feststoffpartikel und eine gleichzeitige "Aufheizung" des Behälterinhalts fördern.

Unter Anwendung des Konsistenzfaktors zeigten vergleichende Untersuchungen von Flüssigungsketten:

4. Kanal- und Dungkellersysteme sind funktions-, arbeitstechnisch und bezüglich des Investitions- und Arbeitsbedarfes mechanischen Verfahren unterlegen. Während bei hydrodynamischen und hydraulischen Verfahren die Funktionssicherheit mit steigendem Konsistenzfaktor fällt, arbeiten alle mechanischen Arbeitskettensysteme weitgehend konsistenzunabhängig.
5. Aus Funktions- und Kostengründen sollten unterirdische Behälter wegen der Frostgefahr für verdünnten, oberirdische Dungsilos nur für dicksuppigen bis dünnbreiigen Flüssigung ohne Wasserzusatz verwendet werden. In Verbindung mit Kanalentmischungssystemen kann bei niveaugleicher Anlage von Stallboden und Grubendecke die Kapazität von unterirdischen Behältern im Gegensatz zu oberirdischen Halbhochsilos im Durchschnitt nur bis zu ca. 80 % genutzt werden. Solche Gruben mit befahrbarer Decke sind wegen des Leerraumes (20 %), des Wasserzusatzes (10-25 %) und aus technischen Gründen teurer als oberirdische Rundbehälter für unverdünnten Dung.

6. Arbeitstechnische und -wirtschaftliche Gründe sprechen für eine Trennung von Förder- und Transportgerät, wobei unter Berücksichtigung von Bodenbefahrbarkeit und Schlepperstärke die größte Tankwagenkapazität immer die günstigste ist.
7. Ein Flüssigungungsverfahren mit mechanischer Entmistung, Schneid-Misch- Pumpe, Schleudertankwagen, getrennten Misch- und Halbhochbehältern ist bezüglich der Funktionssicherheit, Arbeitstechnik, des Investitions- und Arbeitsbedarfes herkömmlichen Verfahren mit Kanal- oder Dungkellerentmistung überlegen.

B e r i c h t
über einen Studienaufenthalt in den USA
Kurzfassung

Vom 20.4.-20.10.1965 hatte Dr. Manfred Schurig die Möglichkeit über das "Komitee für deutsch-amerikanische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Landbauwissenschaften" am Institut für Landtechnik der Universität Madison/Wisconsin zu arbeiten.

Durch den längeren Aufenthalt war es möglich, über eine ganze Vegetationsperiode Beobachtungen anzustellen und auch teilweise eigene Messungen durchzuführen, sowie Informationsfahrten zu unternehmen. - Der derzeitige Stand von Technik und Arbeitswirtschaft auf dem Gebiet der Silofutterernte, Lagerung, mechanischen Fütterung, standen im Mittelpunkt der Beobachtungen, unter besonderer Berücksichtigung der für die deutsche Landwirtschaft interessanten Aspekte. - Für den Zweck dieser Untersuchungen und Beobachtungen ist das Gebiet um die großen Seen in den USA mehr als alle anderen geeignet. Die Produktionsrichtung der meisten Betriebe dort ist identisch mit der hiesiger Betriebe im süddeutschen Raum.

Die immer stärker werdende Konzentration der amerikanischen Landwirtschaft, die sich besonders in den letzten Jahren vollzogen hat und weiter vollzieht, hat Einfluß auf die technische Ausstattung dieser Betriebe. Die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe verringert sich ständig, die durchschnittliche Betriebsgröße steigt.

Landwirtschaftliche Betriebe im Maisgürtel und anderen Ackerbauzonen stellen vermehrt die Milchproduktion ein und widmen sich dem Anbau von Feld-Verkaufsfrüchten oder betreiben Mast. Die Zahl der Milchkühe hat sich in den USA seit 1940 um 25 % verringert, die Zahl der Tiere, die für Mastzwecke gehalten werden, hat sich im gleichen Zeitraum verdreifacht. Die Milchleistung je Kuh steigerte sich seit 1940 - 1964 in den USA um 60 %.

Die wirtschaftliche Situation des durchschnittlichen Milchviehbetriebes ist nicht gerade günstig. Hilfskräfte sind so gut wie kaum anzutreffen. Für die Bezahlung einer Fremdarbeitsstunde muß der Farmer 28 l Milch verkaufen. Die ganze Arbeit liegt auf seinen und seiner Familie Schultern. Er ist gezwungen sich vollmechanisierter Arbeitskettens zu bedienen, um das gewaltige Arbeitspensum bewältigen zu können. Diese Verhältnisse führen zwangsläufig zu stärkeren Schleppern, leistungsfähigen Arbeitsmaschinen und größeren Silobehältern. Die Nachbarschaftshilfe spielt besonders bei der Silobefüllung eine entscheidende Rolle. Ohne sie wäre die Bewirtschaftung dieser Betriebe heute kaum denkbar.

Etwa je die Hälfte des zu bergenden Halmfutters wurde 1965 in Wisconsin in Form von Heu bzw. Silage gelagert.

Der vorliegende Bericht gibt Auskunft über die allgemeine Situation der uns interessierenden Milchviehbetriebe und beschäftigt sich mit der Technik und Arbeitswirtschaft bei der Silagebereitung.

Dr.M.Schurig

Verzeichnis der gehaltenen Vorträge

1964 - 1967

I. INSTITUT FÜR LANDTECHNIK

Prof. Dr. - Ing. Dr. h. c. W. G. Brenner

"Stand der Mechanisierung des Körnermaisbaues"
Vortrag anlässlich einer Tagung des Deutschen Maiskomitees
in Straubing am 21.10.64

"Gliederung, Aufbau und Aufgaben der Landtechnik Weihenstephan"
Tagung des Arbeitskreises "Forschung und Lehre am 1.11.65 in
Weihenstephan

"Die derzeitige Stellung des Ladewagens im Vergleich zu
anderen Halmgut-Bergeverfahren"
Ladewagentagung in Weihenstephan, 20.9.66

"Neue Erkenntnisse im Feldhäckslerbau"
Informationstagung der Fa. Motorenwerke Schlüter, Freising,
am 4.10.66 auf Gut Schlüterhof

"Die Geschichte der Ernte- und Dreschtechnik im 19. und 20. Jahr-
hundert
Kolloquium der Gruppe "Technik-Geschichte" des VDI am 20.10.66
in Stuttgart-Hohenheim

Hochschul-Dozent Dr. H. Eichhorn

In der Zeit von Anfang 1964 bis Mai 1967 wurden etwa 30 Vorträge
fachlichen Inhalts gehalten. Hervorzuheben sind insbesondere
folgende Referate:

"Funktionsgerechte neue Aufstallungsformen in der Rindvieh-
haltung"
vorgetragen in München auf der Landw. Woche des Bayerischen
Bauernverbandes am 19.2.1965

"Neuzeitliche Aufstallungsformen für Rindvieh"
gehalten in Karlsruhe auf dem Landarbeitstag der Deutschen
Landwirtschaftsgesellschaft am 13.5.1965

"Die fotografische Aufzeichnung des Verhaltens von Milchvieh
mit Hilfe von Reihenbildern"
vorgetragen in Lund (Schweden) auf dem CIGR-Kongreß

"Arbeitswirtschaftliche, betriebswirtschaftliche und technische
Vergleiche von Anbinde- und Laufställen für Rindvieh"
gehalten in Karlsruhe vor den Referenten der Landtechnik am
25.11.1966

Prof. Dr. - Ing. Dr. agr. M. Hupfauer

von den insgesamt 8 im In- und Ausland gehaltenen Fachvorträ-
gen sind die folgenden besonders zu nennen:

"Aufgaben und Ziele der Technischen Kommission des Europäischen Hopfenbaubüros"

XIII. Kongress des Europäischen Hopfenbaubüros, Sitzung der Techn. Kommission Lemberge/Gent, 13. August 1963, Belgische Reichsanstalt für Landtechnik

"Vergleichende Untersuchungen von Vakuumventilen und Pulsatoren"

Kongress: Problematik des maschinellen Milchentzuges Berlin, 29. April 1966, Kongresshalle

"Untersuchungen an Bandtrocknern für Hopfen"

XVI. Kongress des Europäischen Hopfenbaubüros, Sitzung der Technischen Kommission Prag, 12. August 1966, Hotel International

"Wiederaufbau und Weiterführung der Landwirtschaftlichen Abteilung des Deutschen Museums"

I. Internationale Konferenz der Landwirtschaftlichen Museen Schloß Liblice/CSR, 13. Oktober 1966

Dr. agr. M. Estler

"Körnermais-Saatmethoden und Körnermaisernte
KTL-Planungsausschuß, 28.6.66 Weihenstephan

"Körnermaishaus - gestern, heute morgen"

Körnermaisernte-Veranstaltung des Reg.-Präsidiums Nordbaden in Öhringen, 18.10.66

Dipl.-Ing. K.-H. Kromer

"Ergebnisse von Ladewagen-Untersuchungen aus technisch-konstruktiver Sicht"

Ladewagen-Tagung am 21./22.9.66 in Weihenstephan

II. BAYER. LANDESANSTALT FÜR LANDTECHNIK

Abt. I "Technische Entwicklung und Erprobung"

Im Berichtszeitraum wurden insgesamt ca. 25 Fachvorträge gehalten, von denen folgende besonders hervorzuheben sind:

Oberreg.-Baurat, Dr.-Ing. Klaus Grimm

"Kapitalintensive Verfahren der Futterbereitstellung und Rindviehfütterung"

ALB-Tagung, 24.3.1965, Freising

"Neuartige Geräte zur mechanischen Gärfutterverteilung"

Gärfutterausschuß der DLG, 21.11.1966, Oldenburg/Old.

"Aufgaben und Entwicklungsvorhaben der Bayer.Landesanstalt für Landtechnik in Weihenstephan"

Mitgliederversammlung des LTV in Bayern, 15.12.1966, Würzburg

"Stand der Mechanisierung der Futterbereitstellung, Fütterung und Entmistung"
Jahreshauptversammlung der Anguszüchter in Celle, 20.1.65

Landw.-Rat, Dr. Manfred Schurig

"Spezielle und allgemeine Probleme der deutschen Landwirtschaft und Landtechnik"
Institut für Landtechnik der Universität Madison, Wisc.,
21.7.1965 und 22.9.1965

"US-Landwirtschaft im mittleren Westen"
Bericht über einen 6-monatigen Studienaufenthalt - Landw.
Fakultät Weihenstephan, 20.12.1965

"Neue Werbegeräte bei der Halmfütterernte"
Planungsausschuß des KTL, 28.6.1966, Freising

"Geräte und Maschinen zur arbeitssparenden Bereitung von
Welkfutter"
Landtechnische Beraterseminar der LWK, Kiel, 24.5.1967,
Rendsburg

Landw.-Rat, Dr. Alois Weidinger

"Mechanisierung der Futterentnahme und -verteilung"
Ordinarien der Fachrichtung Landtechnik an den westdeutschen
Hochschulen, 30.6.1966, Frankfurt/Main

"Grenzen des Ladewageneinsatzes"
Ladewagentagung, 20.9.1966, Weihenstephan

"Ladewagengespräch"
Studienprogramm des Westdeutschen Rundfunks, Abtlg. Fern-
sehen, 15.11.1966, Köln (Teilnehmer Dr. Tölle, Dr. Schulz
u. A. Weidinger)

"Neuentwicklungen in der Innenwirtschaft"
Landfunk des Bayer. Rundfunks, München, 3.10.66

Abt. II "Anwendung" und LANDTECHNISCHER VEREIN

Dr. agr. H. L. Wenner

"Arbeitsverfahren der Futterbergung"
DLG-Tagung in Karlsruhe am 13.5.1965

"Technik und Arbeitswirtschaft in neuzeitlichen Rindvieh-
ställen"
Hochschultagung - Weihenstephan am 25.6.1965

"Lang- und Kurzgutkette im Futterbau"
Hochschultagung der Landw. Fakultät der Universität Bonn
am 6.10.1965 in Münster

- EICHHORN, H.: "Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet des Boxenlaufstalles"
C.I.G.R. 2. Section Nr. 24 (August 1964),
Seite 90 - 96
- " " : "Zur Ernte von Sonderkulturen mit dem Mäh-
drescher"
Deutsche Landt. Zeitschrift 16 (1965), Heft 5,
Seite 370 - 374
- " " : "Funktionsgerechte neue Aufstallungsformen
in der Rindviehhaltung"
Bayer. Landw. Jahrbuch 42 (1965) München,
Sonderheft 2, Seite 97 - 116
- " " : ALB-Musterblatt F.6.536 Rindviehstall - Boxen-
laufstall"
"Übersicht Mai 1965
- " " : "ALB-Musterblatt F.6.561 Rindviehstall-Liege-
boxen eingestreut"
Mai 1965
- " " : "ALB-Musterblatt F.6.562 Rindviehstall-Liege-
boxen einstreulos"
Mai 1965
- " " : "Neuzeitliche Aufstallungsformen für Rindvieh"
Arbeiten der DLG, Band 109 (1965), Seite 67 - 88
- " " : Wechselbeziehungen zwischen Landtechnik und
Gebäuden"
DLG-Mitteilungen 81 (1966), Heft 1, Seite 3 - 6
- " " : "Arbeitswirtschaft, Technik und Gebäude bei
der Planung neuer Stallformen für Milchvieh;
dargestellt am Beispiel strohsparender Boxen-
laufställe"
ALB-Schriftenreihe, Heft 26/1965
- " " : "Mähdrescher in Sonderkulturen"
Unser Hof 7 (1966), Heft 7, Seite 284 - 288
- " " : "Die fotografische Beobachtung des Einflusses
von Stallhaltungsformen auf die Tiergewohnhei-
ten"
Der Tierzüchter 18 (1966), Heft 24, Seite 834 -
837
- " " : "Zur Frage der Festmistbereitung in strohspar-
enden Laufställen"
Landwirtschaftliches Wochenblatt für Westfalen
und Lippe Nr. 5 (1967), Seite 20 - 22

- EICHHORN, H.: "Liegeboxen für Selbstbau"
ALB-Musterblatt F.3.11 (1966)
- " " : "Zucht- und Mastschweinehaltung in umge-
bauten Gebäuden"
Landwirtschaftl. Wochenblatt für Westfa-
len und Lippe, Nr. 14 (1967), Seite 24 - 27
- EICHHORN, H.,
KROMER, K.-H.: "Mähdrescher (Bauarten, Baugruppen, Arbeits-
hinweise)"
KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik F-GE 101,
September 1964
- EICHHORN, H.,
THORWARTH, Th.: "Neue Aufstallungsformen für Rindvieh in
alten Gebäuden"
Unser Hof 6 (1965), Heft 6, Seite 258-260, 1. Teil
" " 6 (1965), Heft 7, Seite 304-305, 2. Teil
" " 6 (1965), Heft 9, Seite 399-402, 3. Teil
- EICHHORN, H.,
HANNUSCH, D.: "Umbauten in Gehöften des bayerischen
Voralpenraumes"
Bauen auf dem Lande 17 (1966), Heft 8,
Seite 193 - 198
- EICHHORN, H.,
THORWARTH, Th.: "Neue Aufstallungen für Zucht- und Mast-
schweine"
Unser Hof 7 (1966), Heft 9, Seite 356 - 359
" " 7 (1966), Heft 10, Seite 402 - 406
" " 7 (1966), Heft 12, (wurde von Über-
sicht übernommen in Heft 1 (1966),
Seite 30 - 36
- EICHHORN, H.,
BOXBERGER, J.: "Mähdrescher-Ernteverfahren"
KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik F-GE 181
(Nr. 64), September 1966
- THORWARTH, Th.: "Mechanische Fütterungsanlagen für den
Schweinestall"
Übersicht, Heft 5, Mai 1966, Seite 364 - 368
- " " : "Was gibt es Neues bei den Futterautomaten
für Schweine?"
Übersicht, Heft 9, September 1966,
Seite 706 - 708
- " " : "Vom Mähdrescher zum Stall"
Übersicht, Heft 2, Februar 1967

- THORWARTH, Th.,
BOXBERGER, J.: "Auf der Suche nach zweckmäßigen Aufstallungs-
formen"
Übersicht, Heft 7, Juli 1965, Seite 502-506
Übersicht, Heft 8, Aug. 1965, Seite 564-570
- BOXBERGER, J.: "Wechselbeziehungen zwischen Schlepper und
Pflug"
Übersicht, 16. Jahrgang (1965), Heft 11,
Seite 830 - 832
- " " : "Zur Diskussion gestellt: Beetpflügen oder
Kehrpflügen"
Übersicht, 17. Jahrgang (1966), Heft 2,
Seite 122 - 124
- " " : "Neuzeitliche Schleppergetriebe"
Übersicht, 17. Jahrgang (1966), Heft 5,
Seite 356 - 362 und Heft 7, Seite 560 - 563
- " " : "Fahrgassen zum Düngen und Spritzen"
Flugblatt des Bayerischen Staatsministeriums
für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
in Zusammenarbeit mit der Bayer. Landes-
anstalt für Bodenkultur und Landessaat-
zuchtanstalt, 1. und 2. Auflage
- BOXBERGER, J.,
BRENNER, W.G.: "Neue technische Möglichkeiten der Stick-
stoffspätdüngung"
Mitteilungen der DLG, Heft 24/1965,
Seite 999 - 1000
- BOXBERGER, J.,
BRENNER, W.G.: "Wandlung im Stillen: Entwicklung von An-
bau-Schnell-Drillmaschinen"
Mitteilungen der DLG, Heft 40/1966,
Seite 1502 - 1506
- BOXBERGER, J.,
KROMER, K.-H.: "Beobachtungen und Erfahrungen mit Schnell-
kupplern"
Übersicht, 17. Jahrgang (1966), Heft 11,
Seite 870- 874
- BOXBERGER, J.,
KROMER, K.-H.: "Ist der Exakt-Feldhäcksler noch aktuell?"
Übersicht, 18. Jahrgang, Heft 6, (1967),
Seite 458 - 461

- HUPFAUER, M.: "Berichte über die Sitzungen der Technischen Kommission des Europäischen Hopfenbaukongresses"
12. Kongress, Warschau, Hopfenrundschau
13. Jg. (1962), Heft 18, Seite 270 - 271
13. Kongress, Brügge, Hopfenrundschau, 14. Jg., (1963), Heft 19, Seite 295 - 298
14. Kongress, Paris, Hopfenrundschau, 15. Jg., (1964), Heft 21, Seite 356 - 358
15. Kongress, Tettngang, Hopfenrundschau, 16. Jg. (1965), Heft 19, Seite 345 - 348
16. Kongress, Prag, Hopfenrundschau, 17. Jg., (1966), Heft 19, Seite 352 - 354, Heft 21, Seite 381 - 382
- " : "Aufgaben und Ziele der Technischen Kommission des Europäischen Hopfenbaubüros" - "Tasks and objects of the Technical Commission of the E.H.C.", - "Taches et objets de la Commission Technique E.E.H.", - "Doel en taken van de Technische Kommissie van het Europees Hopbureau"
- Mitteilungen der Technischen Kommission des XIIIten Kongresses des Europäischen Hopfenbaubüros, Lemberge/Gent, August 1963, Veröffentlicht durch: Belgische Reichsanstalt für Landtechnik, Lemberge/Gent, Belgien
- "Gieseler, Biographie des Geheimrats und Professors für Maschinenkunde an der Landwirtschaftlichen Akademie, Bonn-Poppelsdorf"
- Historische Kommission bei der Bayer. Akademie der Wissenschaften
- " : "Gedanken zur Mechanisierung im Hopfenbau" Hopfenrundschau, 15. Jg. (1964), Heft 5, Seite 63 - 64
- " : "Erfahrungsaustausch über Gerüstanlagen im Hopfenbau" Hopfenrundschau, 16. Jg. (1965), Heft 10, Seite 158 - 161
- " : "Vergleichende Untersuchungen von Vakuum-Ventilen und Pulsatoren" Vortragsmappe zum Kongress "Problematik des maschinellen Milchentzuges" Berlin, April 1966
- " : "Untersuchungen an Bandtrocknern für Hopfen" "Research on belt dryers for hops" "Etude sur les sechoirs a bandes pour houblon" Mitteilung der Technischen Kommission des XVIten Kongresses des Europäischen Hopfenbaubüros, Prag, August 1966, Veröffentlicht durch: Belgische Reichsanstalt für Landtechnik, Merelbeke (Lemberge)- Gent, Belgien

- HUPFAUER, M.: "Weihenstephan - Weg in die Zukunft"
Bayerland-Sonderausgabe: Freising-Stadt und Land, Verlag Münchener Buchgewerbehaus GmbH, März 1967, Seite 18 - 24
- " " : "Der europäische Hopfenbau und die Technik"
Europa-Ausgabe 2, Landmaschinen-Markt, April 1967, Seite 17 - 20
- " " : "Die Pulsregelung beim maschinellen Melken"
Landtechnik, 22. Jg. (1967), Heft 11, Seite 357 - 361
- " " : "Wiederaufbau und Weiterführung der Landwirtschaftlichen Abteilung des Deutschen Museums"
Acta Musaeorum Agriculturae, Prag 1967, Verlag Tschechoslowakische Akademie der Wissenschaften
- HUPFAUER, M.,
HECHT, H. : "Reinigungsmatten für Hopfenpflücktrommeln"
Hopfenrundschau, 17. Jahrg. (1966), Heft 12, Seite 206 - 209
- KROMER, K.-H.;
HERTEL, B. : "Überholen von Landmaschinen und Geräten unter besonderer Berücksichtigung der Exakt-Feldhäcksler"
Landmaschinen-Markt Nr. 25 (1964), Seite 1573 - 1574
- KROMER, K.-H.,
EICHHORN, H. : "Mähdrescher (Bauarten, Baugruppen, Arbeitshinweise)"
KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik F-GE 101 (1964)
- KROMER, K.-H.,
BOXBERGER, J.: "Entwicklung noch nicht abgeschlossen - Beobachtungen und Erfahrungen mit Schnellkupplern"
Übersicht 11, 17. Jg. (1966), Seite 870 - 874
- KROMER, K.-H., SCHULZ, H. und HERPPICH, R.:
"Untersuchungen über Funktion, Leistung und Leistungsbedarf von Förderorganen und Schneidwerken im Ladewagen"
"Der Ladewagen", KTL-Berichte über Landtechnik 105, Seite 156 - 173, Hellmut Neureuter Verlag, München-Wolfratshausen 1967
- KROMER, K.-H.;
BOXBERGER, J.: "Ist der Exakt-Feldhäcksler noch aktuell?"
Übersicht 6, Jg. 1967, Seite 458 - 461

- KROMER, K.-H.,
SCHULZ, H.: "Untersuchungen an Schneidwerken in Lade-
wagen"
Landtechn. Forschung 17 (1967), Heft 3
- ESTLER, M.: "Neue Arbeitsverfahren bei der Körnermais-
ernte"
DLZ, Jg. (1963), Heft 12, Seite 606 - 608
- " " : "Maisernte mit dem Mähdrescher"
Landtechnik, 19. Jg. (1964), Heft 13,
Seite 480 - 484
- " " : "Der Einsatz des Mähdreschers mit Maisschneid-
werken bei der Körnermaisernte in Deutschland"
Berichte des VI. Intern. Kongresses für Tech-
nik in der Landwirtschaft, Lausanne 1965,
Band III, Seite 788 - 801,

dgl. Landtechnik, 20. Jg. (1965), Heft 5,
Seite 154 - 160
- " " : "Erfahrungen mit dem maschinellen Legen von
Vorkeimkartoffeln"
Der Kartoffelbau
- " " : "Beim Maisanbau - Entwicklung noch im vollen
Fluß" (DLG-Bericht)
Landtechnik, 21. Jg. (1966), Heft 15,
Seite 533v- 538
- " " : "Entwicklung und Stand der Körnermaisernte
unter besonderer Berücksichtigung des Ein-
satzes von Mähdreschern"
KTL-Berichte über Landtechnik, Nr. 105, 1967
- ESTLER, M.,
RÜHMANN, H.: "Über den Einfluß der Geländehängigkeit auf
den Mähdrusch"
Landtechnik, 15. Jg. (1960), Heft 3, Seite 62 -
65

II. BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDTECHNIK

Abteilung I. "Technische Entwicklung und Erprobung"

- GRIMM, K.: "Mehrraumlaufstall - Mittelpunkt neuzeitlicher
Betriebsorganisation"
Mitteilungen der DLG, 79 (1974), Heft 7
- " " : "Kapitalintensive Verfahren der Rindvieh-
fütterung"
Landtechnik 19 (1964), Heft 9

- GRIMM, K.: "Stand der technischen Entwicklung beim Hochsilo"
Deutsche landtechnische Zeitschrift 16 (1965), Heft 3
- " " : "Hochmechanisierte Verfahren der Konservierung und Fütterung"
Bauen auf dem Lande 16 (1965), Heft 5
- " " : "Reinigung von Laufhöfen und Laufgängen bei der Rinderlaufstallhaltung"
Bauen auf dem Lande 16 (1965), Heft 6
- " " : "Schneid- und Wurfvorgänge in Trommelfeldhäckslern"
Berichte über Landtechnik (1965), Heft 86
- " " : "Stand der technischen Entwicklung bei der Feldhäckslerkette"
Landtechnik 21 (1966), Heft 21
- " " : "Technik im Behälterbau"
Landmaschinenfachbetrieb 18, (1966), Heft 24
- " " : "Der wunde Punkt: Das Abladen"
BP-Landberater, Sommer 1966
- GRIMM, K.,
SCHURIG, M.: "Feldhäckslerkette und Bodenbearbeitung mit starken Schleppern"
Die Landtechnische Zeitschrift 17 (1966), Heft 11
- GRIMM, K.,
WEIDINGER, A.: "Silomaisernte mit Großschleppern"
Deutsche Landtechnische Zeitschrift 15 (1964), Heft 11
- GRIMM, K.,
WEIDINGER, A.: "Arbeitsweise und Anwendungsbereich moderner Fütterungsanlagen im Lauf- und Anbindestall"
Deutsche Landtechnische Zeitschrift 16 (1965), Heft 1
- GRIMM, K.,
KLOEPPPEL, R.: "Fließmist II"
RKL-Schriftenreihe (1965) 4.2.0, Seite 189 - 323
- GRIMM, K., BRENNER, W.G., SCHURIG, M., WEIDINGER, A.:
"Siliertechnik, Siloformen, Futtermittelverteilanlagen"
Landtechnik 19 (1964), Heft 15

- SCHURIG, M.: "Vergleichende Untersuchungen über Technik und Arbeitswirtschaft bei der Befüllung und Entleerung von Gärfutterbehältern"
Berichte über Landtechnik (1964), Heft 80
- " " : "Formstein-Silos müssen besser geschützt werden"
Bauen auf dem Lande, 16 (1965), Heft 3
- " " : "Die Dosierung von Kraftfutter im Melkstand"
Landtechnik, 20 (1965), Heft 8
- " " : "Ein Melkstand für mittlere Kuhbestände"
Technik und Landwirtschaft 20 (1965), Heft 12
- " " : "Beobachtungen beim Einsatz einer fahrbaren Schrot- und Mischanlage"
Landtechnik 20 (1965), Heft 22
- " " : "Silo-Obenfräsen. Typentabelle"
KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik, V-RJ 221 (1965), Nr. 42
- " " : "Silo-Obenfräsen. Bauarten"
KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik, V-RJ 201 (1965), Nr. 43
- " " : "Ein Amerika-Bericht"
Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan (1966), Heft 4
- " " : "Futterbergung"
Landmaschinenfachbetrieb 18, (1966), Heft 12
- " " : "US-Farmer verstehen ihr Handwerk"
Die landtechnische Zeitschrift 18 (1967), Heft 9
- SCHURIG, M.,
WEIDINGER, A.: "Gemeinschaftsarbeit bei der Hochsilobefüllung"
Landmaschinenfachbetrieb 16 (1964), Heft 4
- SCHURIG, M.,
RÜHMANN, H.: "Die Dosierung von Kraftfutter im Melkstand"
Landtechnik 20 (1965), Heft 8
- SCHURIG, M.,
RÜHMANN, H.: "Vorteilhafte Melkstandheizung"
Technik und Landwirtschaft (1966), Heft 7
- SCHURIG, M.,
RÜHMANN, H.: "Fütterungstechnik im Melkstand"
Kraftfutter 50 (1967), Heft 4

SCHURIG, M.,
GRIMM, K. :

"Feldhäckslerkette und Bodenbearbeitung
mit starken Schleppern"
Die Landtechn. Zeitschrift 17 (1966),
Heft 11

SCHURIG, M., BRENNER, W.G., GRIMM, K. und WEIDINGER, A. :
"Siliertechnik, Siloformen, Futterverteil-
anlagen"
Landtechnik 19 (1964), Heft 15

WEIDINGER, A. : "Füttern von Silage aus dem Hochsilo"
Bauen auf dem Lande 16 (1965), Heft 6

" " : "Technik im Stall"
Mitarbeit am Manuskript der gleichnamigen
Sendung im Bayer. Rundfunk,
Die Landtechnische Zeitschrift 17 (1966),
Heft 12

" " : "Grenzen des Ladewageneinsatzes"
Berichte über Landtechnik (1967), Heft 105

" " : "Technische und funktionelle Untersuchungen
an ausgewählten mechanischen Fütterungsan-
lagen für Rinder"
Berichte über Landtechnik (1967), Heft 108
und Schriftenreihe der Landtechnik Weißen-
stephan (1967), Heft 7

" " : "Grenzen des Ladewagens"
Landtechnik 22 (1967), Heft 9

WEIDINGER, A.,
GRIMM, K. :

"Silomaisernte mit Großschleppern"
Deutsche Landtechn. Zeitschrift 15 (1964),
Heft 11

WEIDINGER, A.,
GRIMM, K. :

"Arbeitsweise und Anwendungsbereich moderner
Fütterungsanlagen im Lauf- und Anbindestall"
Deutsche landtechn. Zeitschrift 16 (1965),
Heft 1

WEIDINGER, A., BRENNER, W.G., GRIMM, K. und SCHURIG, M. :

"Siliertechnik, Siloformen, Futterverteil-
anlagen"
Landtechnik 19 (1964), Heft 15

Abteilung II "Anwendung" und Landtechnischer Verein

- WENNER, H.L.: "Technik und Arbeitswirtschaft im Futterrübenanbau"
Das wirtschaftseigene Futter (1964), Sonderheft 2, Seite 30 - 43
- " " : "Frontladereinsatz bei der Gärfutterbereitung"
Landw. Wochenblatt für Westfalen und Lippe, 121 (1964), Heft 22, Seite 40 - 41
- " " : "Arbeitswirtschaftliche und landtechnische Probleme der Silowirtschaft"
Praktische Landtechnik (1964), Heft 16
- " " : "Auch der Flachbehälter ist interessant"
Der Tierzüchter, 16 (1964), Heft 19, Seite 713 - 715
- " " : "Trocknung und Lagerhaltung von Getreide und Mais auf dem Hof"
DLZ 15 (1964), Sonderheft Dez., Seite 69 - 72 und DLZ 16 (1965), Heft 1, Seite 26 - 28
- " " : "Füttern von Silage aus dem Flachsilos"
Bauen auf dem Lande 16 (1965), Heft 6, Seite 144 - 149 und Landtechnik 20 (1965) Heft 17/18, Seite 604 - 610
- " " : "Technik und Arbeitswirtschaft in neuzeitlichen Rindviehställen"
Bayer. Landw. Jahrbuch 43 (1966), Sonderheft 1 Seite 58 - 85
- " " : "Lang- und Kurzgutkette im Futterbau"
Landwirtschaft - angewandte Wissenschaft, Vorträge der 19. Hochschultagung der Landw. Fakultät der Universität Bonn, Hilstrup 1965, Seite 113 - 147
- " " : "Neuartiger Flachsilos aus Betonfertigteilen"
Beton-Landbau 1 (1964), H. 4, Seite 55 - 57
- " " : "Der Frontlader - ein wichtiges Gerät des Schleppers"
AID - Broschüre Nr. 239, Bad Godesberg
- " " : "Flachsilos aus Hohlblock - Schalungssteinen"
Beton - Landbau 2 (1965), Heft 3, Seite 42 - 44
- WENNER, H.L.,
SCHULZ, H. : "Der Frontlader - Fernseh Drehbuch"
3. Fernsehprogramm 1966

- WENNER, H.L., SCHULZ, H., GRIMM, A.:
 "Kapitalsparende Umbaulösungen für Milchviehbetriebe"
 Bauen auf dem Lande 16 (1965), Heft 5,
 Seite 114 - 121
- WENNER, H.L., SCHULZ, H., GRIMM, A.:
 "Arbeitsverfahren der Futterernte"
 Arbeiten der DLG, Band 109, Frankfurt/Main,
 1965, Seite 31 - 56
- WENNER, H.L., SCHULZ, H., GRIMM, A.:
 "Kapitalsparende Milchviehhaltung im Laufstall"
 DLZ 16 (1965), Heft 10, Seite 658 - 662,
 Heft 11, Seite 730 - 736, Heft 12, Seite 810-812
- SCHULZ, H.:
 "Untersuchungen über die Lagerung geköpfter und ungeköpfter Futterrüben"
 Das wirtschaftseigene Futter 10 (1964)
 Sonderheft 2, Seite 44 - 57
- " " :
 "Futterrüben mit Blatt eingemietet"
 Landw. Wochenblatt für Westfalen und Lippe
 121 (1964), Heft 43, Seite 12 - 13
- " " :
 "Die Langgutkette in der Silofutterwirtschaft"
 Landw. Wochenblatt für Westfalen und Lippe
 121 (1964), Heft 5, Technische Beilage
- " " :
 "Ladegeräte auf dem Feld"
 Diaserie, Institut für Film, und Bild, Berlin
- " " :
 "Auch Fertigteil-Flachsilos können luftdicht sein"
 Unser Hof 6 (1965), Heft 3, Seite 120 - 121
- " " :
 "Füttern von Heu im Laufstall"
 Bauen auf dem Lande 16 (1965), Heft 6,
 Seite 138 - 141 und Landtechnik 20 (1965),
 Heft 17/18, Seite 600 - 602
- " " :
 "Füttern von Heu im Laufstall"
 (Bildbericht)
 Tierzüchter 17 (1965), Heft 17, Seite 614 - 616
- " " :
 "Abladen und Fördern von Ladewagengut"
 Landtechnik 20 (1966), Heft 7, Seite 192 - 198 und Heft 9, Seite 280 - 288

- SCHULZ, H.: "Technik und Bauausführung beim Flachsilo"
Landw. Wochenblatt für Westfalen und Lippe
123 (1966), Heft 17, Technische Beilage
- " " : "Technik, Einsatzmöglichkeiten und Arbeitsketten des Ladewagens"
Grundlagen der Landtechnik 17 (1967), Heft 1,
Seite 23 - 28
- " " : "Der Ladewagen, seine Technik, Einsatzmöglichkeiten und Arbeitsketten"
Landw. Wochenblatt für Westfalen und Lippe
124 (1967), Heft 6, Technische Beilage
- " " : "Abladen, Fördern, Konservieren und Füttern von Ladewagengut"
Landtechnik 22 (1967), Heft 9, Seite 264 - 268
- " " : "Ladewagen in der Klemme?"
Landmaschinen Rundschau 19 (1967), Heft 3,
Seite 68 - 71
- " " : "Tiefsilo und Flachsilos"
Traktor Aktuell (Zeitschrift der Steyr-Daimler-Puch-AG) (1967), Heft 2, Seite 18 - 21
- SCHULZ, H.,
WIBMÜLLER, K.: "Der Selbstbau von Fischgrätenmelkständen mit Klemmfixverbindern"
Landtechnik 20 (1965), Heft 17/18, Seite 612 - 624
- SCHULZ, H.,
WIBMÜLLER, K.: "Vorschneiden von Silage im Flachsilos"
Landtechnik 20 (1966), Heft 12, Seite 439 - 446
- SCHULZ, H.,
WIBMÜLLER, K.: "Zweckmäßige Geräte zum Vorschneiden von Silage"
Der fortschrittliche Landwirt 44 (1966)
Heft 24, Seite 375 - 378
- SCHULZ, H.,
WIBMÜLLER, K.: "Dächer für Flachsilos"
Unser Hof 7 (1966), Heft 6, Seite 248 - 253
- SCHULZ, H., HERPPICH, R., WAGNER, M.:
"Untersuchungen über den Leistungsbedarf von Ladewagen."
Landtechnische Forschung 16 (1966), Heft 2,
Seite 33 - 41
- SCHULZ, H.,
SCHÜRZINGER, H.: "Kunststoffpendeltüren für Laufställe"
Unser Hof 7 (1966), Heft 7, Seite 281 - 284

- SCHULZ, H.,
KRIEGER, R.: "Der Bau von Flachsilos aus Hohlblock-Schalungssteinen"
Beton - Landbau 3 (1966), Heft 5, Seite 84 - 91 und Heft 6, Seite 111 - 113
- SCHULZ, H.,
GRIMM, A. : "Der Flachsilo gewinnt auch in Bayern an Bedeutung"
Bayer.Landwirtsch. Wochenblatt 156 (1966), Heft 21, Seite 14 - 16, Heft 22, Seite 13 - 15, Heft 23, Seite 11 - 13
- SCHULZ, H.,
GRIMM, A.,
Ullrich, K.H.: "Stand und Entwicklung beim Ladewagen"
Landtechnik 20 (1966), Heft 21 (Sonderheft)
- SCHULZ, H., GRIMM, A., ULLRICH, K.H.:
"Der Ladewagen - Berichte über eine Tagung"
Berichte über Landtechnik, Heft 105, München - Wolfratshausen 1967
- SCHULZ, H.,
GRIMM, A. : "Flachsilos besser als ihr Ruf"
DLZ 18 (1967), Heft 5, Seite 278 - 279
- SCHULZ, H., GRIMM, A., SCHÜRZINGER, H.:
"Futterrübenanbau durch vollmechanische Ernte wieder interessanter"
Mitteilungen d. DLG 82 (1967), Heft 14, Seite 502 - 509
- SCHULZ, H., GRIMM, A., SCHÜRZINGER, H.:
"Einfluß neuer Verfahren auf die Erzeugungskosten der Futterrübe"
Mitteilungen der DLG 82 (1967), Heft 14, Seite 509 - 513
- SCHULZ, H.,
GRIMM, A. : "Dichter Folienverschluß für Hochsilos"
Bayer. Landw. Wochenblatt 157 (1967), Heft 18, Seite 14
- SCHULZ, H.,
GRIMM, A. : "Mit dem Greifer den Hof im Griff"
"Bayer. Landw. Wochenblatt 157 (1967), Heft 4, Seite 15 - 20
- SCHULZ, H.,
GRIMM, A. : "Betriebsumstellung im Eigenbau"
Bayer. Landw. Wochenblatt 157 (1967), Heft 12, Seite 20 - 24
- SCHULZ, H.,
GRIMM, A. : "Mit dem Frontlader billig mechanisiert"
Bayer. Landw. Wochenblatt 157 (1967), Heft 19, Seite 15 - 18

- SCHULZ, H., BRENNER W.G., GRIMM, A.:
 "Die Stellung des Ladewagens heute"
 Landtechnik 22 (1967), Heft 9, Seite 252 - 253
- GRIMM, A.:
 "Arbeitsverfahren der Heuernte"
 Bayer. Landw. Wochenblatt 156 (1966),
 Heft 17, Seite 28 - 30
- GRIMM, A.:
 "Einsatzmöglichkeiten und Leistungen des
 Ladewagens bei den verschiedenen Ladegü-
 tern"
 Landtechnik 22 (1967), Heft 9, Seite 264 - 268
- GRIMM, A.:
 "Die Kosten der Grasanwelksilage bei ver-
 schiedenen Ernte-, Konservierungs- und
 Fütterungsverfahren"
 Berichte über Landtechnik, Heft 106, Mün-
 chen - Wolfratshausen 1967
- ULLRICH, K.H.:
 "Erfahrungen aus einer Erhebung über den
 Einsatz des Ladewagens in der Praxis"
 Landtechnik 22 (1967), Heft 9, Seite 285 - 289
- ULLRICH, K.H.,
 WAGNER, M. :
 "Ladewagen in allen Variationen"
 Bayer. Landw. Wochenblatt 156 (1966),
 Heft 43, Seite 15, 16 und 22
- ULLRICH, K.H.,
 WAGNER, M. :
 "Bauarten und Technik des Ladewagens"
 Landmaschinen Rundschau 19 (1967), Heft 3,
 Seite 68 - 71
- SCHÜRZINGER, H.:
 "Der Ladewagen und zugehörige Folgegeräte
 auf der DLG-Ausstellung"
 Landmaschinen-Rundschau 18 (1966), Heft 7

Abteilung III "Sonderaufgaben" und Arbeitsgruppe "Prüfungswesen"

- ZEISIG, H.D.:
 "Die künstliche Trocknung von Grünfutter"
 Landmaschinen-Markt 1967, Heft 13
- " " :
 "Die Trocknung des Hopfens"
 Landmaschinen-Markt 1967, Heft 13
- " " und HECHT, H.:
 "Untersuchungen von Hopfentrocknungsanlagen"
 Hopfenrundschau 1967, Heft 11 - 14

- ZEISIG, H.D.,
KREITMEIER, J.: "Förderbänder und Kettenförderer zur
Mechanisierung der Hofarbeit"
Landtechnik 1967, Heft 10
- ZEISIG, H.D.: "Band- und Kettenförderer erleichtern die
Hofarbeiten"
Bayer. Landw. Wochenblatt 1967, Heft 18
- " " : "Mähwerke und ihr Einsatz in der Futter-
ernte"
Mitteilungen der DLG, 1967
- KREITMEIER, J.: "Der Dreipunkt-Hecklader"
Mitteilungen der DLG, 1965, Heft 48,
Seite 1850
- " " : "Futtermischen schnell und genau"
Bayer. Landw. Wochenblatt 1966, Nr. 44,
Seite 13
- " " : "Was soll bei der Anschaffung und dem
Einsatz von Kraftfuttermischern beach-
tet werden?"
DLZ 1967
- " " : "Schrägschichten im Silo vermeiden!"
Bayer. Landw. Wochenblatt 1967, Heft 17
- HECHT, H.,
HUPFAUER, M.: "Reinigungsmatten für Hopfenpflücktrom-
meln"
Hopfenrundschau 1966, Heft 12
- HECHT, H., HUPFAUER, M., RÜHMANN, H.:
"Melkanlagen - Bauarten"
KTL-Arbeitsblatt Nr. 45/1965
- HECHT, H.,
ZEISIG, H.D.: "Untersuchungen an Hopfentrocknungsan-
lagen"
Hopfenrundschau 1967, Heft 11 - 14
- MEINCKE, K.: "Moderne Futtermischer für den landwirt-
schaftlichen Betrieb"
Mitteilungen der DLG 1965, Heft 1, Seite 3
- " " : "Achslastverstärkung des Ackerschleppers
beim Zug zweiachsiger Wagen"
Landtechn. Forschung, 16. Jg. (1966), Heft 6,
Seite 223 - 228

MEINCKE, K.,
KREITMEIER, J.:

"Mechanische Stallentmistung"
Bayer. Landw. Wochenblatt, 1963,
Heft 43, Seite 20

Außerdem wurden von 1964 - 1967 unter Mitarbeit von K.Meincke, H.D.Zeising und J. Kreitmeier insgesamt 37 DLG-Maschinenprüfberichte aus den folgenden Gruppen zusammengestellt:

Gruppe 2	b	:	Transport- und Fördereinrichtungen für den Schlepperanbau	6	Berichte	
"	7	a	:	Mähwerke	3	Berichte
"	8	e	:	Saatgutbereiter	2	Berichte
"	9	g	:	Schrotmühlen und Trockenmischer	3	Berichte
"	9	k	:	Futterdämpfer	6	Berichte
"	10	a	:	Mechan. Höhenförderer	4	Berichte
"	10	b	:	Entmistungsanlagen	4	Berichte
"	10	e	:	Fördereinrichtungen für Silobeschickung und -Entleerung	3	Berichte
"	13	a	:	Wasserversorgung	4	Berichte
"	14	c	:	Meß- und Prüfeinrichtungen	2	Berichte

Arbeitsgruppe "Meßtechnik und Auswertung"

- HERPPICH, R.: "Universal-Wattmeter schnell und sicher verschalten"
Landtechn. Forschung, 14. Jg. (1964), Heft 5
- " " : "Meßwagen unter besonderer Berücksichtigung der Stromversorgung"
Landtechn. Forschung, 15. Jg. (1965), Heft 3, Seite 84 - 87
- " " : "Dehnungsmeßanlage für genaue Leistungsmessungen an zapfwellenbetriebenen Landmaschinen mit Hilfe von Integratoren"
Landtechn. Forschung, 17. Jg. (1967), Heft 2, Seite 48 - 53
- " " : "Meßtechnische Durchführung von Untersuchungen an Ladewagen"
In "Der Ladewagen", Berichte über Landtechnik, Nr. 105, 1967, Seite 150 - 156
- HERPPICH, R., SCHULZ, H. und WAGNER, M.:
"Untersuchungen über den Leistungsbedarf von Ladewagen"
Landtechn. Forschung, 16. Jg. (1966) Heft 2, Seite
- HERPPICH, R.,
MEINCKE, K. :
"Ein praktisches Zusatzgerät zum schnellen und sicheren Verschalten von Wattmetern"
Archiv für technisches Messen, Blatt V 3414 - 5/1966

"Vergleichende Untersuchungen über die Flüssigmischung
in Rinderlaufställen"

Untersuchungen der Konsistenz des flüssigen Dunges ergaben, daß:

1. Viskositätsmeßmethoden, Dichte- und Trockensubstanz-Bestimmungen zur Charakterisierung von Flüssigung unzulänglich sind,
2. der technische Schwierigkeitsgrad von Flüssigung mit einem "Konsistenzfaktor kf" erfaßt werden kann,
3. die Beschaffenheit des Dunges abhängen kann von:
 - a) der Halmlänge, dem Wassergehalt und dem Verdaulichkeitsgrad des Futters,
 - b) dem Geschlecht, Alter, der Nutzungsrichtung und der Aufstallung der Tiere,
 - c) der Art, Menge und Halmlänge der beigemengten Einstreu- und Futterreste,
 - d) der Art und Menge mineralischer Beimengungen,
 - e) der Art der Dungbeseitigung aus dem Stall (ober- oder unterflur, Harnverdunstung),
 - f) Niederschlag und Verdunstung,
 - g) der mechanischen Bearbeitung und Zerkleinerung vor der Lagerung. Mit zunehmender Zerteilung der Feststoffe steigt deren Saug- und Quellvermögen, nivellieren sich die Unterschiede des spezifischen Gewichtes von Flüssigung und Feststoffen, fällt die Entmischungsgeschwindigkeit und die Schichtenstärke,
 - h) Entmischungsvorgängen im Lagerbehälter. Entmischungsgeschwindigkeit und Schichtenstärke werden durch Wasser- und unzerkleinerten Feststoffzusatz, große Behälterhöhen, dünne (= wässrige bis dünnsuppige) Gemische und ein bis vier Monate lang Rührintervalle erhöht,
 - i) biologischen Abbauerscheinungen im Behälter. Sauerstoffzufuhr aus der Luft kann in oben offenen Halbhochbehältern mit zerkleinertem, dicksuppigem bis dünnbreiigem Flüssigung einen bakteriellen Abbau der schichtenbildenden Feststoffpartikel und eine gleichzeitige "Aufheizung" des Behälterinhalts fördern.

Unter Anwendung des Konsistenzfaktors zeigten vergleichende Untersuchungen von Flüssigungsketten:

4. Kanal- und Dungkellersysteme sind funktions-, arbeitstechnisch und bezüglich des Investitions- und Arbeitsbedarfes mechanischen Verfahren unterlegen. Während bei hydrodynamischen und hydraulischen Verfahren die Funktionssicherheit mit steigendem Konsistenzfaktor fällt, arbeiten alle mechanischen Arbeitskettensysteme weitgehend konsistenzunabhängig.
5. Aus Funktions- und Kostengründen sollten unterirdische Behälter wegen der Frostgefahr für verdünnten, oberirdische Dungsilos nur für dicksuppigen bis dünnbreiigen Flüssigung ohne Wasserzusatz verwendet werden. In Verbindung mit Kanalentmischungssystemen kann bei niveaugleicher Anlage von Stallboden und Grubendecke die Kapazität von unterirdischen Behältern im Gegensatz zu oberirdischen Halbhochsilos im Durchschnitt nur bis zu ca. 80 % genutzt werden. Solche Gruben mit befahrbarer Decke sind wegen des Leerraumes (20 %), des Wasserzusatzes (10-25 %) und aus technischen Gründen teurer als oberirdische Rundbehälter für unverdünnten Dung.

6. Arbeitstechnische und -wirtschaftliche Gründe sprechen für eine Trennung von Förder- und Transportgerät, wobei unter Berücksichtigung von Bodenbefahrbarkeit und Schlepperstärke die größte Tankwagenkapazität immer die günstigste ist.
7. Ein Flüssigungsverfahren mit mechanischer Entmistung, Schneid-Misch- Pumpe, Schleudertankwagen, getrennten Misch- und Halbhochbehältern ist bezüglich der Funktionssicherheit, Arbeitstechnik, des Investitions- und Arbeitsbedarfes herkömmlichen Verfahren mit Kanal- oder Dungkellerentmistung überlegen.

B e r i c h t
über einen Studienaufenthalt in den USA
Kurzfassung

Vom 20.4.-20.10.1965 hatte Dr. Manfred Schurig die Möglichkeit über das "Komitee für deutsch-amerikanische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Landbauwissenschaften" am Institut für Landtechnik der Universität Madison/Wisconsin zu arbeiten.

Durch den längeren Aufenthalt war es möglich, über eine ganze Vegetationsperiode Beobachtungen anzustellen und auch teilweise eigene Messungen durchzuführen, sowie Informationsfahrten zu unternehmen. - Der derzeitige Stand von Technik und Arbeitswirtschaft auf dem Gebiet der Silofutterernte, Lagerung, mechanischen Fütterung, standen im Mittelpunkt der Beobachtungen, unter besonderer Berücksichtigung der für die deutsche Landwirtschaft interessanten Aspekte. - Für den Zweck dieser Untersuchungen und Beobachtungen ist das Gebiet um die großen Seen in den USA mehr als alle anderen geeignet. Die Produktionsrichtung der meisten Betriebe dort ist identisch mit der hiesiger Betriebe im süddeutschen Raum.

Die immer stärker werdende Konzentration der amerikanischen Landwirtschaft, die sich besonders in den letzten Jahren vollzogen hat und weiter vollzieht, hat Einfluß auf die technische Ausstattung dieser Betriebe. Die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe verringert sich ständig, die durchschnittliche Betriebsgröße steigt.

Landwirtschaftliche Betriebe im Maisgürtel und anderen Ackerbauzonen stellen vermehrt die Milchproduktion ein und widmen sich dem Anbau von Feld-Verkaufsfrüchten oder betreiben Mast. Die Zahl der Milchkühe hat sich in den USA seit 1940 um 25 % verringert, die Zahl der Tiere, die für Mastzwecke gehalten werden, hat sich im gleichen Zeitraum verdreifacht. Die Milchleistung je Kuh steigerte sich seit 1940 - 1964 in den USA um 60 %.

Die wirtschaftliche Situation des durchschnittlichen Milchviehbetriebes ist nicht gerade günstig. Hilfskräfte sind so gut wie kaum anzutreffen. Für die Bezahlung einer Fremdarbeitsstunde muß der Farmer 28 l Milch verkaufen. Die ganze Arbeit liegt auf seinen und seiner Familie Schultern. Er ist gezwungen sich vollmechanisierter Arbeitskettens zu bedienen, um das gewaltige Arbeitspensum bewältigen zu können. Diese Verhältnisse führen zwangsläufig zu stärkeren Schlepfern, leistungsfähigen Arbeitsmaschinen und größeren Silobehältern. Die Nachbarschaftshilfe spielt besonders bei der Silobefüllung eine entscheidende Rolle. Ohne sie wäre die Bewirtschaftung dieser Betriebe heute kaum denkbar.

Etwa je die Hälfte des zu bergenden Halmfutters wurde 1965 in Wisconsin in Form von Heu bzw. Silage gelagert.

Der vorliegende Bericht gibt Auskunft über die allgemeine Situation der uns interessierenden Milchviehbetriebe und beschäftigt sich mit der Technik und Arbeitswirtschaft bei der Silagebereitung.

Dr.M.Schurig

Verzeichnis der gehaltenen Vorträge

1964 - 1967

I. INSTITUT FÜR LANDTECHNIK

Prof.Dr.-Ing.Dr.h.c.W.G.Brenner

"Stand der Mechanisierung des Körnermaisbaues"

Vortrag anlässlich einer Tagung des Deutschen Maiskomitees
in Straubing am 21.10.64

"Gliederung, Aufbau und Aufgaben der Landtechnik Weißenstephan"
Tagung des Arbeitskreises "Forschung und Lehre am 1.11.65 in
Weißenstephan

"Die derzeitige Stellung des Ladewagens im Vergleich zu
anderen Halmgut-Bergeverfahren"
Ladewagentagung in Weißenstephan, 20.9.66

"Neue Erkenntnisse im Feldhäckslerbau"
Informationstagung der Fa. Motorenwerke Schlüter, Freising,
am 4.10.66 auf Gut Schlüterhof

"Die Geschichte der Ernte- und Dreschtechnik im 19. und 20. Jahr-
hundert
Kolloquium der Gruppe "Technik-Geschichte" des VDI am 20.10.66
in Stuttgart-Hohenheim

Hochschul-Dozent Dr.H.Eichhorn

In der Zeit von Anfang 1964 bis Mai 1967 wurden etwa 30 Vorträge
fachlichen Inhalts gehalten. Hervorzuheben sind insbesondere
folgende Referate:

"Funktionsgerechte neue Aufstallungsformen in der Rindvieh-
haltung"
vorgetragen in München auf der Landw. Woche des Bayerischen
Bauernverbandes am 19.2.1965

"Neuzeitliche Aufstallungsformen für Rindvieh"
gehalten in Karlsruhe auf dem Landarbeitstag der Deutschen
Landwirtschaftsgesellschaft am 13.5.1965

"Die fotografische Aufzeichnung des Verhaltens von Milchvieh
mit Hilfe von Reihenbildern"
vorgetragen in Lund (Schweden) auf dem CIGR-Kongreß

"Arbeitswirtschaftliche, betriebswirtschaftliche und technische
Vergleiche von Anbinde- und Laufställen für Rindvieh"
gehalten in Karlsruhe vor den Referenten der Landtechnik am
25.11.1966

Prof.Dr.-Ing.Dr.agr.M.Hupfauer

von den insgesamt 8 im In- und Ausland gehaltenen Fachvorträ-
gen sind die folgenden besonders zu nennen:

"Aufgaben und Ziele der Technischen Kommission des Europäischen Hopfenbaubüros"

XIII. Kongress des Europäischen Hopfenbaubüros, Sitzung der Techn. Kommission Lemberge/Gent, 13. August 1963, Belgische Reichsanstalt für Landtechnik

"Vergleichende Untersuchungen von Vakuumventilen und Pulsatoren"

Kongress: Problematik des maschinellen Milchentzuges Berlin, 29. April 1966, Kongresshalle

"Untersuchungen an Bandtrocknern für Hopfen"

XVI. Kongress des Europäischen Hopfenbaubüros, Sitzung der Technischen Kommission Prag, 12. August 1966, Hotel International

"Wiederaufbau und Weiterführung der Landwirtschaftlichen Abteilung des Deutschen Museums"

I. Internationale Konferenz der Landwirtschaftlichen Museen Schloß Liblice/CSR, 13. Oktober 1966

Dr. agr. M. Estler

"Körnermais-Saatmethoden und Körnermaisernte
KTL-Planungsausschuß, 28.6.66 Weihenstephan

"Körnermaisernte - gestern, heute morgen"

Körnermaisernte-Veranstaltung des Reg.-Präsidiums Nordbaden in Öhringen, 18.10.66

Dipl.-Ing. K.-H. Kromer

"Ergebnisse von Ladewagen-Untersuchungen aus technisch-konstruktiver Sicht"

Ladewagen-Tagung am 21./22.9.66 in Weihenstephan

II. BAYER. LANDESANSTALT FÜR LANDTECHNIK

Abt. I "Technische Entwicklung und Erprobung"

Im Berichtszeitraum wurden insgesamt ca. 25 Fachvorträge gehalten, von denen folgende besonders hervorzuheben sind:

Oberreg.-Baurat, Dr.-Ing. Klaus Grimm

"Kapitalintensive Verfahren der Futterbereitstellung und Rindviehfütterung"

ALB-Tagung, 24.3.1965, Freising

"Neuartige Geräte zur mechanischen Gärfutterverteilung"

Gärfutterausschuß der DLG, 21.11.1966, Oldenburg/Old.

"Aufgaben und Entwicklungsvorhaben der Bayer.Landesanstalt für Landtechnik in Weihenstephan"

Mitgliederversammlung des LTV in Bayern, 15.12.1966, Würzburg

"Stand der Mechanisierung der Futterbereitstellung, Fütterung und Entmistung"
Jahreshauptversammlung der Anguszüchter in Celle, 20.1.65

Landw.-Rat, Dr. Manfred Schurig

"Spezielle und allgemeine Probleme der deutschen Landwirtschaft und Landtechnik"
Institut für Landtechnik der Universität Madison, Wisc.,
21.7.1965 und 22.9.1965

"US-Landwirtschaft im mittleren Westen"
Bericht über einen 6-monatigen Studienaufenthalt - Landw.
Fakultät Weihenstephan, 20.12.1965

"Neue Werbegeräte bei der Halmfütterernte"
Planungsausschuß des KTL, 28.6.1966, Freising

"Geräte und Maschinen zur arbeitssparenden Bereitung von
Welkfutter"
Landtechnische Beraterseminar der LWK, Kiel, 24.5.1967,
Rendsburg

Landw.-Rat, Dr. Alois Weidinger

"Mechanisierung der Futterentnahme und -verteilung"
Ordinarien der Fachrichtung Landtechnik an den westdeutschen
Hochschulen, 30.6.1966, Frankfurt/Main

"Grenzen des Ladewageneinsatzes"
Ladewagentagung, 20.9.1966, Weihenstephan

"Ladewagengespräch"
Studienprogramm des Westdeutschen Rundfunks, Abtlg. Fernsehen,
15.11.1966, Köln (Teilnehmer Dr. Tölle, Dr. Schulz
u. A. Weidinger)

"Neuentwicklungen in der Innenwirtschaft"
Landfunk des Bayer. Rundfunks, München, 3.10.66

Abt. II "Anwendung" und LANDTECHNISCHER VEREIN

Dr. agr. H. L. Wenner

"Arbeitsverfahren der Futterbergung"
DLG-Tagung in Karlsruhe am 13.5.1965

"Technik und Arbeitswirtschaft in neuzeitlichen Rindvieh-
ställen"
Hochschultagung - Weihenstephan am 25.6.1965

"Lang- und Kurzgutkette im Futterbau"
Hochschultagung der Landw. Fakultät der Universität Bonn
am 6.10.1965 in Münster

Landw.-Rat Dr.H.Schulz

"Einsatzmöglichkeiten und Arbeitskettten des Ladewagens"
VDI-Tagung, Fachgruppe Landtechnik in Stuttgart am 26.10.1966

"Der Ladewagen, eine Modetorheit?"
Deutsches Fernsehen, III. Programm in Köln am 15.11.1966

"Technische Hilfsmittel bei der Winterfütterung von Rindvieh"
6. deutscher Landarbeitstag der DLG in Oldenburg am 10.5.1967

Dr.agr.A.Grimm

"Spezialisierung in der Rinderhaltung als Voraussetzung für arbeitssparende Aufstallung"
Landtechnische Tagung der Landwirtschaftskammer von Kärnten in Klagenfurt am 18.12.1965

"Kosten der Mechanisierung bei der Milchviehhaltung"
Landtechnisch-arbeitswirtschaftliche Tagung der DLG am 2.2.1967 in Rendsburg

Landw.-Ass. K.H. Ullrich

"Erfahrungen einer Erhebung über den Ladewagen in der Praxis"
Ladewagentagung des Landtechnischen Vereins am 21.9.1966 in Freising

"Geeignete Mechanisierungsverfahren beim Silieren und Füttern von Zuckerrübenblatt"
Mitgliederversammlung des Landtechnischen Vereins und Tagung des Verbandes fränk. Zuckerrübenanbauer am 15.12.1966 in Würzburg

Ing.agr.Schürzinger

"Mechanisierung des Futterrübenanbaues"
Vortragstagung des Verbandes Deutscher Pflanzenzüchter und der Landwirtschaftskammer Oldenburg am 15.10.1965 in Cloppenburg

Verzeichnis der Veröffentlichungen

I. INSTITUT FÜR LANDTECHNIK

- BRENNER, W.G.: "Mechanisierung der Körnermaisernte"
DLG-Mitteilungen, 80.Jg. (1965), Heft 8,
Seite 279 - 281
- " " : "Der Ladewagen - erfreuliche Erscheinung
der Landtechnik"
Landtechnik, 21.Jg. (1966), Heft 22,
Seite 762 - 770
- " " : "Die derzeitige Stellung des Ladewagens
im Vergleich zu anderen Halmgut-Bergever-
fahren"
In "Der Ladewagen", KTL-Berichte über Land-
technik, Heft 105/1967, Seite 7 - 27
- BRENNER, W.G., GRIMM, K., SCHURIG, M. und WEIDINGER, A.:
"Siliertechnik, Siloformen, Futterverteil-
anlagen"
Landtechnik, 19.Jg. (1964), Seite 572 - 578
- BRENNER, W.G.,
BOXBERGER, J.: "Wandlung im Stillen: Entwicklung von An-
bau-Schnell-Drillmaschinen"
DLG-Mitteilungen, 81.Jg. (1966), Heft 40,
Seite 1502 - 1506
- BRENNER, W.G., SCHULZ, H. und GRIMM, A.:
"Die Stellung des Ladewagens - heute"
Landtechnik, 22.Jg. (1967), Heft 9, Seite 252-
253
- Abteilung "Landwirtschaftliches Bauwesen"
- EICHHORN, H.: "Zur Planung von Boxenlaufställen"
Bauen auf dem Lande 15 (1964), Heft 3,
Seite 45 - 52
- " " : "Typentabelle Mähdrescher"
KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik F-GE
121 März 1964
- " " : "Mähdrescher-Einsatz in Sonderkulturen"
Landtechnik 19 (1964), Heft 13, Seite 476-479
- " " : "Rinderlaufställe mit Liegeboxen"
Deutsche Landtechnische Zeitschrift 15 (1964),
Heft 9, Seite 592 - 597
- " " : "Verbesserte Schwadablage von Futterpflanzen-
sämereien"
Landtechnik 19 (1964), Heft 20, Seite 758 - 761

- EICHHORN, H.: "Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet des Boxenlaufstalles"
C.I.G.R. 2. Section Nr. 24 (August 1964),
Seite 90 - 96
- " " : "Zur Ernte von Sonderkulturen mit dem Mäh-
drescher"
Deutsche Landt. Zeitschrift 16 (1965), Heft 5,
Seite 370 - 374
- " " : "Funktionsgerechte neue Aufstallungsformen
in der Rindviehhaltung"
Bayer. Landw. Jahrbuch 42 (1965) München,
Sonderheft 2, Seite 97 - 116
- " " : ALB-Musterblatt F.6.536 Rindviehstall - Boxen-
laufstall"
"Übersicht Mai 1965
- " " : "ALB-Musterblatt F.6.561 Rindviehstall-Liege-
boxen eingestreut"
Mai 1965
- " " : "ALB-Musterblatt F.6.562 Rindviehstall-Liege-
boxen einstreulos"
Mai 1965
- " " : "Neuzeitliche Aufstallungsformen für Rindvieh"
Arbeiten der DLG, Band 109 (1965), Seite 67 - 88
- " " : Wechselbeziehungen zwischen Landtechnik und
Gebäuden"
DLG-Mitteilungen 81 (1966), Heft 1, Seite 3 - 6
- " " : "Arbeitswirtschaft, Technik und Gebäude bei
der Planung neuer Stallformen für Milchvieh;
dargestellt am Beispiel strohsparender Boxen-
laufställe"
ALB-Schriftenreihe, Heft 26/1965
- " " : "Mähdrescher in Sonderkulturen"
Unser Hof 7 (1966), Heft 7, Seite 284 - 288
- " " : "Die fotografische Beobachtung des Einflusses
von Stallhaltungsformen auf die Tiergewohnhei-
ten"
Der Tierzüchter 18 (1966), Heft 24, Seite 834 -
837
- " " : "Zur Frage der Festmistbereitung in strohspar-
enden Laufställen"
Landwirtschaftliches Wochenblatt für Westfalen
und Lippe Nr. 5 (1967), Seite 20 - 22

