



**Tätigkeitsbericht
1976**

Schriftenreihe
der
Landtechnik Weihenstephan

Herausgegeben von:
Institut für Landtechnik
Bayer.Landesanstalt für Landtechnik
Landtechnischer Verein in Bayern e.V.

805 Freising - Weihenstephan
.....

(Selbstverlag)

1976

Tätigkeitsbericht
der
LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN

1976

Inhaltsverzeichnis
=====

A Technik in der pflanzlichen Produktion

Untersuchungen des Bodengefüges mit Penetrometer und Rammsonde. - Stanzel, H., Knittel, H.	4
Fremdkörpersicherung beim Feldhäcksler. - Schurig, M., Stanzel, H., Kromer, K.-H.	15
Die Organisation der Körnermais-Erntekette. - Estler, M.	18
Technische Lösungen zur Gewinnung von Kolbenschrot und Korn-Spindel-Gemisch. - Estler, M.	22
Technik für die Maiskolbenschrotsilage. - Grimm, K.	26
Leistungsfähige Silobefüllgebläse, Wurffördergebläse. - Schurig, M.	39
Futterrüben arbeitssparend lagern und aufbereiten. - Pirkelmann, H.	44
Körnertrocknung - eine Aufgabe für den Lohnunternehmer. - Strehler, A.	47
Alles über Großballen. - Schulz, H., Perwanger, A., Mitterleitner, H.	50
Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Getreidestroh. - Strehler, A.	55
Möglichkeiten der Pflanzung und Aussaat im Freiland-Gemüsebau. - Kromer, K.-H.	66
Mechanische Ernte und Aufbereitung von Erdbeeren. - Kromer, K.-H., Labowsky, H.-J.	71

B Technik in der tierischen Produktion und Bautechnik

Fragen der Mechanisierung eines Rindviehbetriebes unter Berücksichtigung der Energie. - Wenner, H.L.	76
Der moderne Kurzstand - ein Beitrag zur tiergemäßen Haltung von Milchkühen. - Metzner, R.	82
Bau von Fließmistkanälen. - Boxberger, J., Koller, G., Mittrach, B., Langenegger, G., Harlander, A.	85
Die Pumpfähigkeit von Flüssigmist. - Langenegger, G., Zeisig, H.D.	89
Abgedichtete Erdbecken zur Lagerung von Flüssigmist. - Englert, G., Neuhauser, J.	92
Wann welches Melkverfahren? - Boxberger, J., Schön, H., Weber, W.	96
Tendenzen arbeitswirtschaftlicher Verbesserungen beim maschinellen Milchentzug. - Schön, H., Wenner, H.L.	100
Der Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge in der Praxis. - Schön, H.	105
Einfluß verschiedener Melkparameter auf die Milchabgabe. - Weber, W.	110
Einfluß von Vakuumschwankungen in Melkanlagen auf Pulsierung und Eutergesundheit. - Worstorff, H.	122
Techniken für die Silageentnahme. - Maier, L., Wagner, M.	124
Mechanisierung der Silagefütterung. - Pirkelmann, H.	129
Bauen mit Rundholz. - Schulz, H.	133
Kostengünstige Maschinen- und Lagerhallen. - Schulz, H.	137
Eigenschaftskennwerte von preisgünstigen Bau-Furnierplatten. - Englert, G.	141

Veröffentlichungen und Vorträge	145
Dissertationen, Diplomarbeiten und Habilitation	156
Mitarbeit in Fachgremien	157
Wissenschaftliche Mitarbeiter der Landtechnik Weißenstephan	158

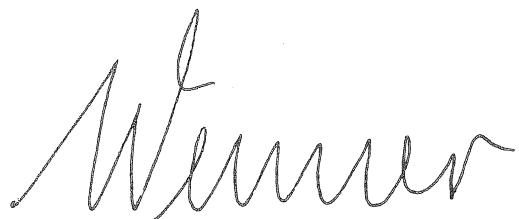
V o r w o r t

Der Tätigkeitsbericht der Landtechnik Weihestephan für das Jahr 1976 enthält eine Zusammenstellung wesentlicher Veröffentlichungen der wissenschaftlichen Mitarbeiter. Neben den traditionellen Arbeitsgebieten im Bereich der Technik der pflanzlichen Produktion lag der besondere Schwerpunkt der Arbeiten auf dem Gebiet der Technik in der tierischen Produktion einschließlich der dazugehörigen Bau-technik. Dieser Forschungsschwerpunkt wird geprägt durch die Arbeiten des Sonderforschungsbereiches 141 "Produktionstechniken der Rinderhaltung", den die Deutsche Forschungsgemeinschaft seit 1973 mit erheblichen Mitteln fördert, wofür besonders zu danken ist.

Aus einer großen Zahl von Veröffentlichungen und Vorträgen der einzelnen Mitarbeiter sind im Anhang die wesentlichen aufgeführt. Daraus geht hervor, daß die Landtechnik Weihestephan nach wie vor bestrebt ist, die neu gewonnenen Erkenntnisse der praktischen Landwirtschaft in einer verständlichen Form möglichst umgehend zugänglich zu machen. Dies erscheint um so vordringlicher, je tiefgreifender wissenschaftliche Untersuchungen und Methodiken angesetzt werden müssen, um aktuelle Fragestellungen zu lösen und den Erkenntnisstand zu mehren.

Ohne die engagierte Mitarbeit aller Beschäftigten der Landtechnik Weihestephan und die vorbildliche Zusammenarbeit wären Qualität und Umfang der in diesem Jahresbericht vorgelegten Ergebnisse nicht denkbar. Hierfür sowie für die zahlreichen Anregungen und die großzügige finanzielle Förderung durch die verschiedensten Institutionen sei ausdrücklich gedankt.

Freising - Weihestephan
im Dezember 1976.



Z. Acker- und Pflanzenbau (J. Agronomy & Crop. Science), 142, 181—193 (1976)
© 1976 Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
ISSN 0044-2151 / ASTM-Coden: ZAPFAR

*Lehrstuhl für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
und Institut für Landtechnik der Technischen Universität München
in Freising-Weihenstephan*

Untersuchungen des Bodengefüges mit Penetrometer und Rammsonde

Von

H. KNITTEL und H. STANZEL

Mit 5 Abbildungen und 2 Tabellen

Eingegangen am 21. August 1975

1. Bedeutung der Bodenwiderstandsmessung

Bodenwiderstandsmessungen werden oft zu vergleichenden Strukturuntersuchungen der Ackerkrume herangezogen, da sie relativ einfach und schnell einen groben Überblick über die physikalische Beschaffenheit des gesamten Krumenprofils geben. Speziell zur Erfassung unterschiedlicher Bearbeitungsmaßnahmen wurde die Bodenwiderstandsmessung angewandt von M. B. RUSSEL (1949), BOGUSLAWSKI und LENZ (1958), HERZOG und BOSSE (1969), STIBBE und ARIEL (1970), SOANE et al. (1970), MORENO et al. (1974) und KNITTEL (1975).

Erste Versuche mit einer Drucksonde (Penetrometer) haben bereits VON MEYENBURG (1923), HENIN (1931), CULPIN (1936) und RICHARDS (1941) ausgeführt. Das Arbeitsprinzip beruhte darauf, daß ein Stahlkegel gleichmäßig in den Boden getrieben wurde. Zugleich wurden die auftretenden Widerstände mechanisch mit einer Druckfeder gemessen und als Tiefenfunktion aufgezeichnet. LENZ (1957) hat in Anlehnung an FREI und KELLER (1953) die sogenannte Rammsonde weiter entwickelt, die durch die Energie einer Masse, die im freien Fall aus bestimmter Höhe auf die Sonde schlägt, in den Boden getrieben wurde. Da sich die Rammsonde im Vergleich zum Penetrometer als sehr arbeitsaufwendig erwiesen hat, wurde am Institut für Landtechnik, Weihenstephan, ein Penetrometer nach dem Prinzip der Drucksonde nach CULPIN (1936) konstruiert, das jedoch den Bodenwiderstand nicht mechanisch

sondern elektrisch mißt und registriert. In der vorliegenden Arbeit werden die beiden Verfahren der Widerstandsmessung verglichen und einige Feldmessungen vorgestellt.

2.1 Beschreibung des Penetrometers

Das Penetrometer besteht aus einem Rahmen mit einer Bodenplatte und einem Joch, in dem eine Spindel mit Trapezzgewinde gelagert ist (Abb. 1). Der Antrieb der Spindel erfolgt von Hand über Kurbel, Tellerrad und Ritzel. Über die Spindel läßt sich ein rollengeführtes Joch vertikal bewegen. Dieses Joch trägt den Kraftgeber und die Schubstange (\varnothing 10 mm), an deren Ende der Kegel (30°, \varnothing 12,8 mm) sitzt. Die Schubstange wird von drei reibungsarmen Rollen

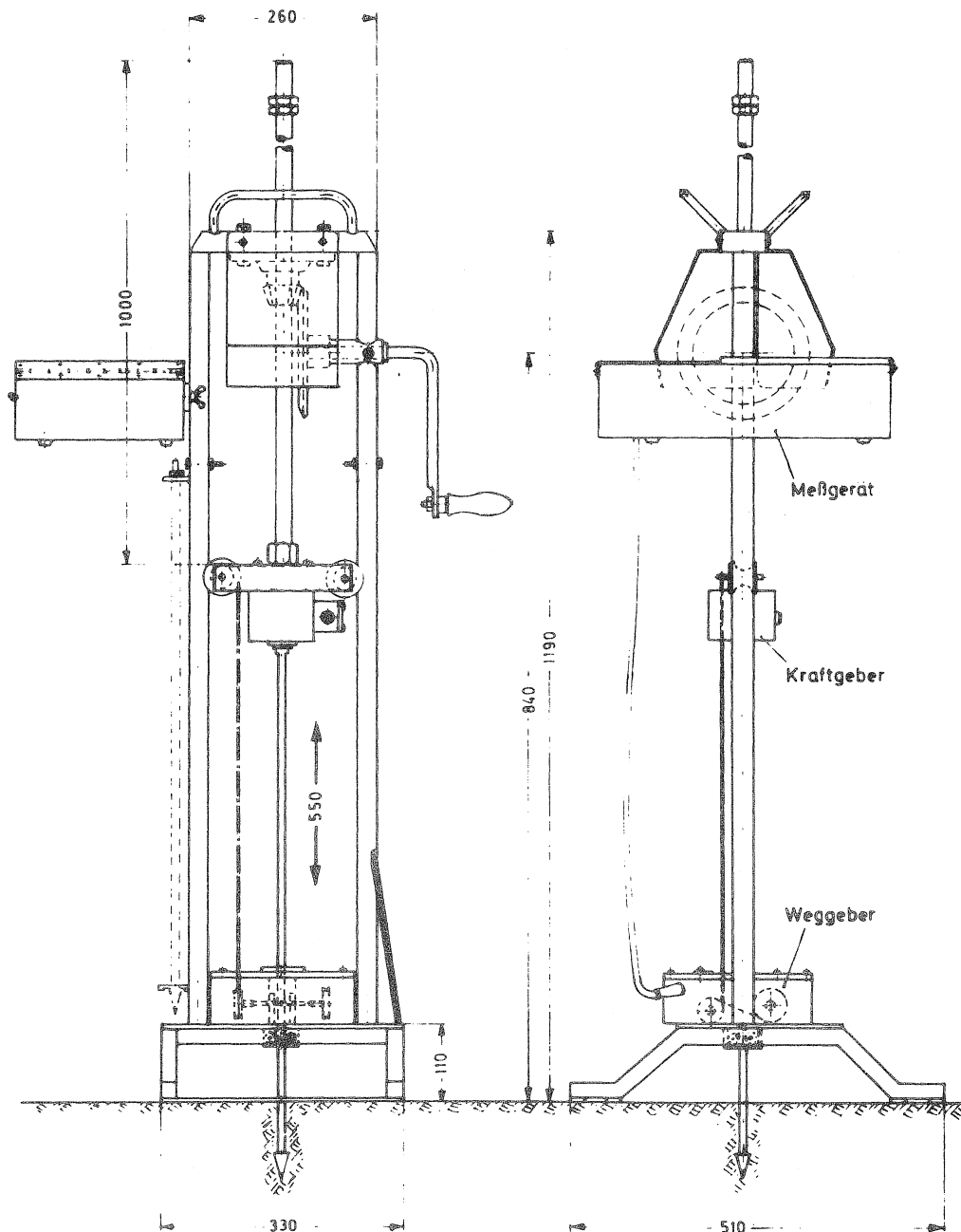


Abb. 1. Ansicht des handgetriebenen Penetrometers mit elektronischer Meßeinrichtung
Schematic diagram of the electronic, hand-operated penetrometer

Untersuchungen des Bodengefüges mit Penetrometer und Rammsonde

in der Bodenplatte geführt. Auf der Bodenplatte sitzt das Gehäuse des Weggebers. Über eine am beweglichen Joch befestigte Schnur, die sich beim Betrieb des Penetrometers um eine Rolle mit Rückholfeder wickelt, wird die Eindringtiefe des Kegels in eine Drehbewegung für ein 10-Wendel-Potentiometer umgewandelt. Die beim Vortrieb auftretende Kraft an der Schubstange wird im Kraftgeber an eine Feder weitergegeben, deren Dehnung über Dehnungsmeßstreifen gemessen wird.

Die beiden elektrischen Signale gelangen über Kabel in ein Elektronikgehäuse, in dem die NiCd-Akkus für die Stromversorgung, die Meßverstärker und ein potentiometrischer Koordinatenschreiber untergebracht sind (Abb. 2). Die Aufzeichnung erfolgt mit einem Schreibstichel auf einer 12 · 18 cm großen Wachspapierkarte. Das elektrische Signal des Weggebers ist das Potential am Schleifer des Potentiometers, das bei der Speisung mit konstantem Strom von 1 mA zustande kommt. Es gelangt direkt zum Servoverstärker der X-Achse des Schreibers und erzeugt dort einen der Eindringtiefe proportionalen Ausschlag des Schreibstichels. Das DMS-Signal des Kraftgebers wird in einem Trägerfrequenzverstärker verstärkt und gelangt auf den Y-Kanal des Schreibers. Zur Anpassung an verschiedene Böden können Meßbereiche für die Eindringtiefe zwischen 0...15, 0...30 und 0...55 cm mit einem Drehschalter gewählt werden. Für den Kegeldruck besteht die Wahl zwischen 0...200, 0...400 und 0...1000 N/cm². Dadurch kann immer mit optimaler Auflösung gemessen werden.

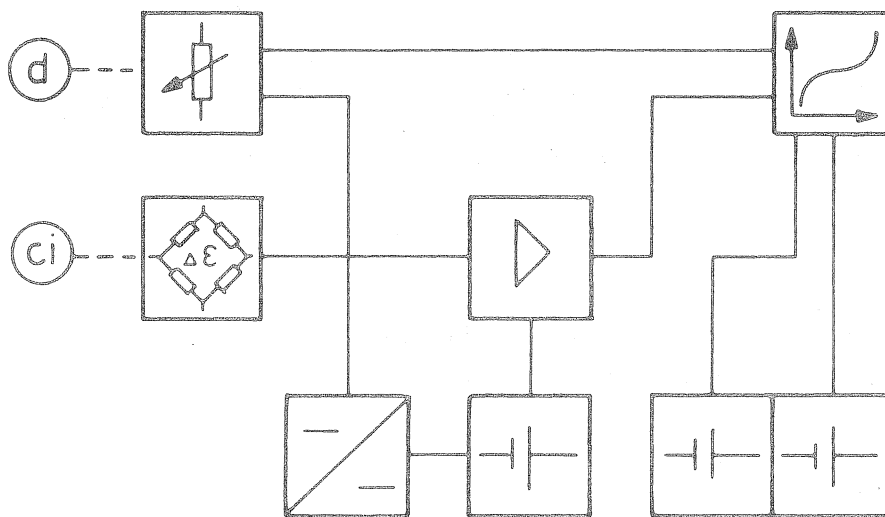


Abb. 2. Geräteplan des Meßgeräts für Eindringtiefe und Bodenwiderstand
Equipment diagram of electronic unit

Die Messung kann bis zu Bodenwiderstandswerten von 300 N/cm² durch eine Bedienungsperson erfolgen. Diese stellt sich zur Aufbringung der Gegenkraft auf die Bodenplatte und bewegt mit der rechten Hand die Kurbel mit etwa zwei Umdrehungen je Sekunde. Das ergibt eine Eindringgeschwindigkeit des Kegels von 3 cm/s. Im links angebrachten Elektronikgehäuse kann der Schreibvorgang beobachtet werden. Auf Böden mit Bodenwiderständen über 300 N/cm² ist eine zweite Person zur Belastung der Bodenplatte notwendig. Die Vorteile dieses Gerätes bestehen in der Mobilität für Messungen in jedem Gelände, der Einhandbedienung, der geringen Meßunsicherheit von 2% und der linearen Aufzeichnung der Funktion $BW = f(e)$. Das Gerät ist nach 5 Minuten Rüstzeit betriebsbereit, in einer Stunde können etwa 40 Messungen durchgeführt werden.

2.2 Funktionsvergleich zwischen Penetrometer und Rammsonde

Mit dem Penetrometer wird eine Kraft F gemessen, die man zum Eintreiben des Kegels mit der Basisfläche A benötigt. Nach der allgemeinen Definition ist der Bodenwiderstand BW der Quotient von Kraft und Basisfläche.

$$BW = \frac{F}{A} \quad (\text{N/cm}^2) \quad (1)$$

Vielfach wird diese Größe als Druck mit der Einheit Bar angegeben. Zwischen den beiden Dimensionen besteht folgender Zusammenhang: 1 bar = 10 N/cm².

Nach LENZ (1957) wird der mit der Rammsonde gemessene Widerstand W in Widerstandseinheiten WE berechnet nach der Formel

$$W = \frac{R \cdot h}{A \cdot e} \quad (\text{kp cm}^2 \text{ WE}) \quad (2)$$

mit R = Rammgewicht in kp, h = Fallhöhe in cm, e = Eindringtiefe in cm, A = Basisfläche in cm².

Nach Umstellung auf die heute verwendeten gesetzlichen Einheiten ergibt sich W' zu

$$W' = \frac{m_R \cdot g \cdot h}{A \cdot e} \quad (\text{N/cm}^2) \quad (3)$$

mit m_R als Masse des Rammgewichts in kg.

Wenn man die mit einem Penetrometer gemessenen Werte mit denen einer Rammsonde vergleichen will, muß man einige theoretische Überlegungen anstellen, da mit dem Penetrometer die Kraft direkt gemessen wird, während mit der Rammsonde nur ein Vergleichswert berechnet wird, der eine Funktion der auftretenden Kraft ist.

Der Rammsonde liegt das Prinzip des unelastischen Stoßes zugrunde. Danach wird beim Auftreffen des Rammgewichtes auf den Sondenstab eine Formänderungsarbeit geleistet, die für das Eintreiben des Kegels verlorengeht. Die verbleibende nutzbare kinetische Energie W_n für das Eintreiben des Kegels ergibt sich wie folgt:

$$W_n = F \cdot e = \frac{m_R^2}{m_R + m_s} v_1^2 + (m_R + m_s) \cdot g \cdot e \quad (4)$$

mit m_R = Masse des Rammgewichtes in kg, m_s = Masse des Sondenstabes in kg, v = Fallgeschwindigkeit in m/s, g = Fallbeschleunigung in m/s².

Die Geschwindigkeit v₁ im Moment des Auftreffens beträgt

$$v_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (\text{m/s}) \quad (5)$$

Die Gegenkraft F des Bodens beträgt dann

$$F = \frac{W_n}{e} \quad (6)$$

oder bezogen auf die Basisfläche A des Kegels

$$BW = \frac{F}{A} = \frac{W_n}{A \cdot e} \quad (7)$$

Die Beschreibung der Funktion BW = f(m_R, m_s, e, h) ergibt sich aus Gleichung (4) und (5)

$$BW = \frac{m_R}{m_R + m_s} \cdot \frac{m_R \cdot h \cdot g}{A \cdot e} + (m_R + m_s) \cdot \frac{g}{A} \quad (8)$$

Danach läßt sich der Bodenwiderstand auch aus Messungen mit der Rammsonde errechnen.

Setzt man die Gleichung (3) in (8), dann erhält man die Beziehung zwischen dem nach LENZ errechneten Widerstand W' und dem Bodenwiderstand BW aus dem unelastischen Stoß

$$BW = W' \cdot \frac{m_R}{m_R + m_s} + (m_R + m_s) \cdot \frac{g}{A} \quad (9)$$

Für die verwendeten Rammsonden ergeben sich aus den Daten der Tabelle 1 folgende Beziehungen:

Untersuchungen des Bodengefüges mit Penetrometer und Rammsonde

- I. BW $W' \cdot 0,44 = 21,96$ (N cm²) (10)
 II. BW $W' \cdot 0,81 = 18,78$ (N cm²) (11)

Auf Grund der Linearität kann man den Widerstand W' als Vergleichsmaßstab heranziehen, wenn immer mit der gleichen Sonde gemessen wird. Auch bei einer Änderung der Basisfläche, aber gleichem Sondenstab und gleichem Rammgewicht, ist der Berechnungsfehler von W' zu vernachlässigen. Beim Vergleichen der Widerstände, die mit unterschiedlichen Sondenstäben gewonnen wurden, oder mit BW-Werten, die mit dem Penetrometer gemessen wurden, sind jedoch die aus dem unelastischen Stoß abgeleiteten Beziehungen zu berücksichtigen.

Tabelle 1 Kegeldimensionen und Gewicht des Sondenstabes, der Rammsonden und des Penetrometers
 Dimensions of cone and weight of hand-rams and the penetrometer

	Rammsonde		Penetrometer
	I nach FREI u. KELLER	II nach ASAE	nach ASAE
Basisfläche (cm ²)	2.01	1.29	1.29
Öffnungswinkel (°)	60	30	30
Sondenstab (kg)	2.50	0.47	0.47
Rammgewicht (kg)	2.00	2.00	-

3.1 Vergleichsmessungen

In einer Ackerkrume (Bodenart: tL) wurde der Bodenwiderstand mit dem Penetrometer und der Rammsonde nach FREI und KELLER (1953) gemessen. Bei der Rammsonde wurden zwei unterschiedliche Eindringkegel verwendet, deren Dimensionen in Tabelle 1 aufgeführt sind.

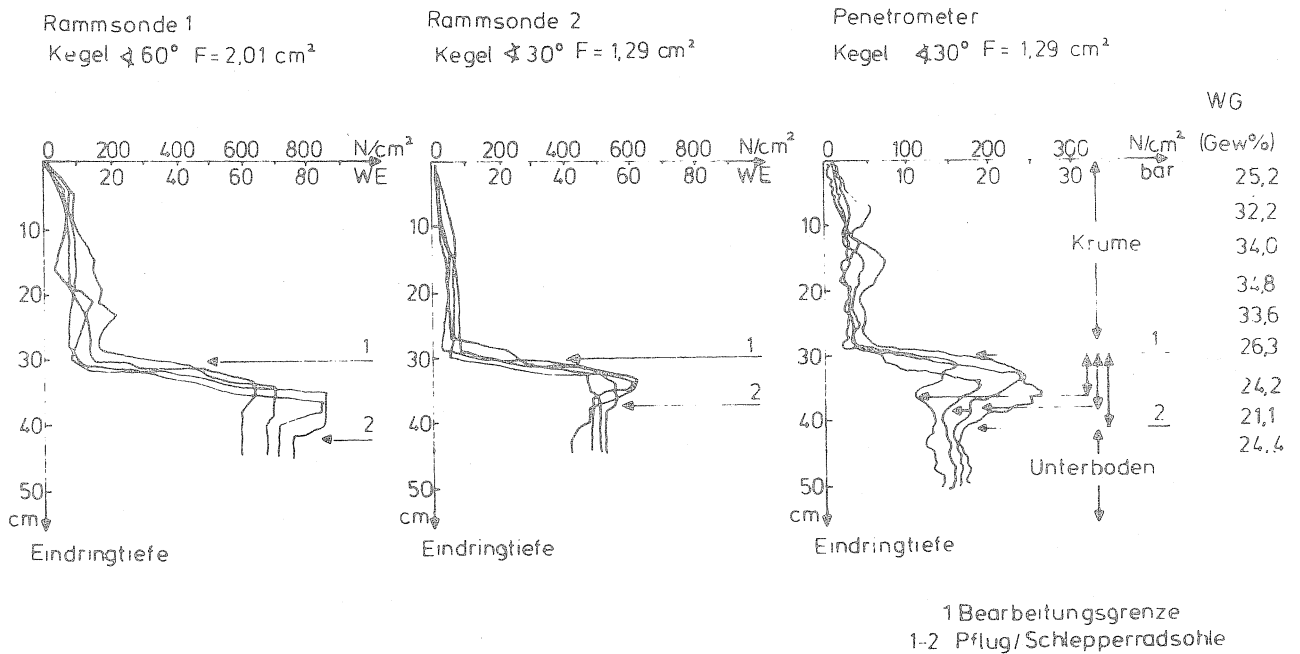


Abb. 3. Bodenwiderstandskurven im Bodenprofil einer Ackerkrume, gemessen mit Rammsonde und Penetrometer
 Curves of soil resistance, measured by the hand-rams I-II and the penetrometer

KNITTEL und STANZEL

Wie nach Gleichung (9) zu erwarten ist, unterscheiden sich die Rammwiderstände W der beiden Sonden (siehe Abb. 3). Während für Sonde I in der Krume Werte zwischen 2 und 20 WE gemessen wurden, lagen die Widerstände von Sonde II zwischen 2 und 8 WE. Beim Übergang von der Krume zum Unterboden stieg der Widerstand bis auf 70 WE bzw. 50 WE an, um im Unterboden um 10 bis 20 WE zurückzufallen.

Die Widerstandskurven haben einen für die Ackerkrume typischen Verlauf. In der durch das Pflügen gelockerten Krume ist der Widerstand relativ gering, unter der Bearbeitungsgrenze steigt er stark an und nimmt im Unterboden einen dem Bodentyp entsprechenden Gleichgewichtswert an.

Mit dem Penetrometer wurden für die einzelnen Tiefenbereiche die gleichen Relationen gefunden (Abb. 3). Die absoluten Werte lagen jedoch unter denen der Rammsonde. Auch nach einer Umrechnung von W in BW nach Gleichung (10) und (11) blieben zwischen den einzelnen Meßverfahren Unterschiede erhalten (Tab. 2).

Tabelle 2 BW -Werte (N/cm^2) in verschiedenen Tiefen,
gemessen mit der Rammsonde I/II und dem Penetrometer ($GD_{30} = 41$)
Soil resistance BW in selected depths, measured by the hand-rams I/II and the penetrometer

Bodentiefe (cm)	Rammsonde		Penetrometer
	I	II	
15	62 a	54 a	41 a
20	62 a	63 a	35 a
25	74 a	61 a	35 a
30	254 a	288 a	113 b
32 / 35	302 b	466 a	235 c
40	311 b	441 a	196 c
Durchschnitt	177 b	229 a	109 c

Wie die Untersuchungsergebnisse der Tabelle 2 ausweisen, lagen zwar in der Krume bis 30 cm die Werte zwischen 35 und 74 N/cm^2 und konnten statistisch nicht getrennt werden, aber im Unterboden bei höherer Lagerungsdichte tritt eine deutliche Differenzierung auf. Die Rammsonden haben im Durchschnitt etwa um das Zweifache höhere BW -Werte als das Penetrometer. Selbst zwischen den beiden Rammsonden ist ein gesicherter Unterschied (177 N/cm^2 gegenüber 229 N/cm^2) vorhanden. Da man annehmen kann, daß der Boden unter Berücksichtigung der natürlichen Heterogenität an den Meßpunkten im Abstand von 3 m die gleiche Struktur hatte, muß man die Ursachen auf methodische Unterschiede zurückführen können. Da der Öffnungswinkel des Eindringkegels keinen Einfluß auf den Widerstand ausübt (REED 1940) und die Basisfläche berücksichtigt wird ($BW = \frac{F}{A}$), muß man die Eindringgeschwindigkeit näher untersuchen. Dazu wurde die Kegelbewegung von der Beschleunigung durch das Rammgewicht bis zum Stillstand im Boden erfaßt. Bei freiem Fall aus 35 cm Höhe hat die Rammmasse im Augenblick des Aufpralls eine Geschwindigkeit $v_1 = 2,63$ m/s. Die Durchschnittsgeschwindigkeit lag zwischen 40 und 50 cm/s und war somit um mehr als eine Zehnerpotenz größer als die

Untersuchungen des Bodengefüges mit Penetrometer und Rammsonde

Eindringgeschwindigkeit des Penetrometers (3 cm/s). Da einerseits die Geschwindigkeit in die Berechnung des Rammwiderstandes W nicht eingeht, andererseits der Widerstand eines Körpers im Boden mit der Geschwindigkeit ansteigt (PAYNE et al. 1954, SÖHNE 1956, VORNKAHL 1967), kann der Unterschied zwischen Rammwiderstand und Penetrometerwiderstand auf die differierende Eindringgeschwindigkeit zurückgeführt werden. Da diese in weiten Grenzen schwanken kann, ist auch die Rammsondenmessung mit einer großen Meßunsicherheit behaftet.

3.2 Einfluß von Bodeneigenschaften auf den Bodenwiderstand

Die Bodenwiderstandskurven (Abb. 3) liefern Ergebnisse, die nur eine grobe Beurteilung hinsichtlich der Lagerungsdichte zulassen, da auch der Wassergehalt einen Einfluß auf den Widerstand ausübt (BOGUSLAWSKI und LENZ 1958, MIRREH und KETCHESON 1972). Für einen tonigen Lehm wurde die Beziehung zwischen dem Bodenwiderstand BW , der Lagerungsdichte rt und dem Wassergehalt WG ermittelt. Sie hat folgende Form:

$$BW = 2,48 \cdot 10^3 \cdot WG^{-1,93} \cdot rt^{7,24}; (r^2 = 0,72, n = 88)$$

In Abbildung 4 ist diese Beziehung dargestellt. Sie zeigt, daß der Wassergehalt bei geringer Lagerungsdichte ($< 1,2 \text{ g/cm}^3$) einen geringen Einfluß auf den BW ausübt. Je höher die Lagerungsdichte wird, desto stärker macht sich der Einfluß des Wassergehaltes bemerkbar.

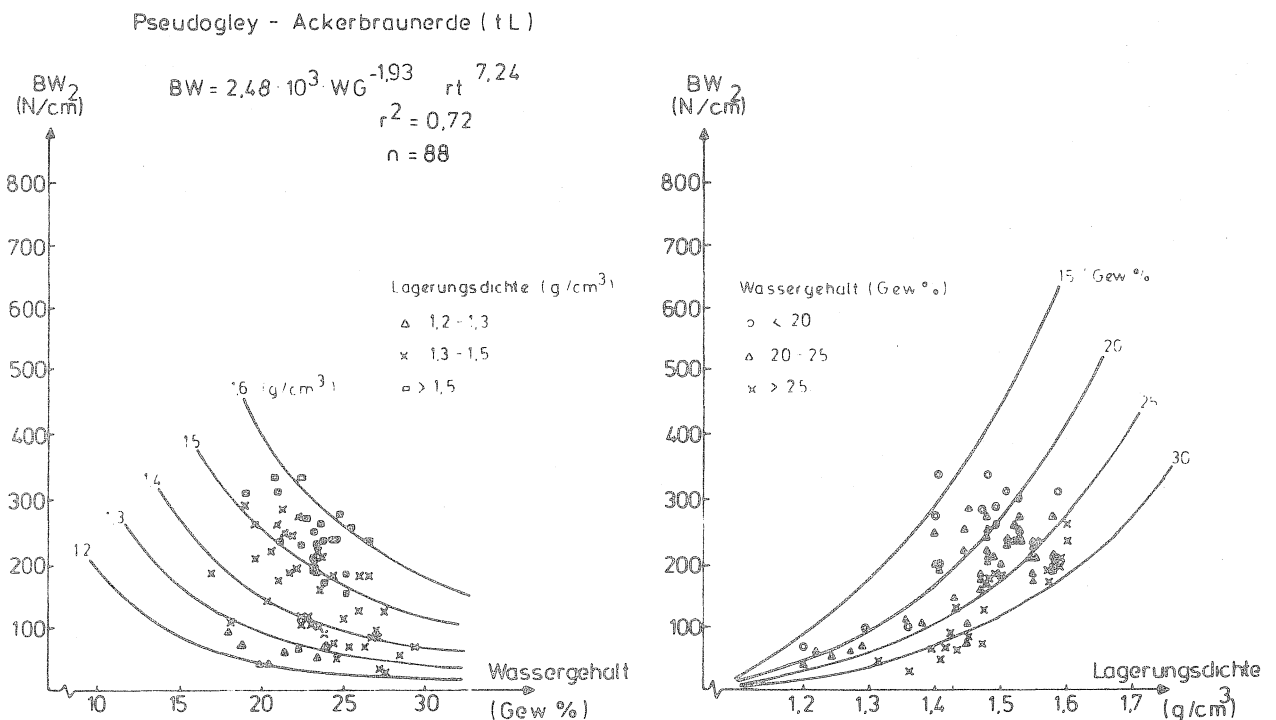


Abb. 4. Einfluß von Bodenfeuchte (Gewichts-%) und Lagerungsdichte (g/cm^3) auf den Penetrometerwiderstand eines tonigen Lehmbodens
 Influence of soil moisture content (g/g) and bulk density (g/cm^3) on the soil resistance of a loamy soil, measured by the penetrometer

Mit Hilfe dieser Beziehung kann die große Streuung der BW-Werte erklärt werden, die vor allem bei trockenem Bodenzustand ($WG < 15 \text{ Gew.}\%$) und hoher Lagerungsdichte ($> 1,5 \text{ g/cm}^3$) auftritt. Einerseits verursacht ein geringer Unterschied einer Bodeneigenschaft in diesen Bereichen eine große Änderung des BW aufgrund der exponentiellen Beziehung, andererseits hat jeder Boden eine gewisse Heterogenität. Schwankungen des Wassergehaltes um 1 bis 2 Gew. % und der Lagerungsdichte um $0,3 \text{ g/cm}^3$ in gleicher Bodentiefe sind keine Ausnahme. Bei vergleichenden Messungen empfiehlt es sich, zur Vermeidung allzu großer Streuungen, den Bodenwiderstand bei mittleren Bodenfeuchten zu bestimmen. Wenn für einen Boden die Beziehung zwischen dem BW, der Lagerungsdichte und dem Wassergehalt ermittelt worden ist, ließe sich relativ einfach durch die gravimetrische Bestimmung des Wassergehaltes und die Messung des Bodenwiderstandes die Lagerungsdichte errechnen. Da aber die Reststreuung der Funktion zu groß ist, kann die Penetrometermessung eine Strukturuntersuchung mit Stechzylindern nicht ersetzen. Es stellt sich daher die Frage, für welche Untersuchungen sich die BW-Messung eignet, zumal die Erstellung der Funktion zwischen den drei Merkmalen ebenfalls sehr aufwendig ist.

3.3 Einfluß von Bodenbearbeitungsmaßnahmen auf den Bodenwiderstand

Untersucht wurden zwei unterschiedliche Bearbeitungsverfahren, die Minimalbestellsaat (Pflügen, anschließend Saatbettbereitung und Säen in einem Arbeitsgang) und das Frässaatverfahren ohne Pflügen. Die Versuche wurden seit 1972 durchgeführt, d. h. auf der Frässaatparzelle war im Herbst 1972 das letzte Mal gepflügt worden. Sehr deutlich wird durch die Penetrometermessungen der Lockerungs- und Verdichtungseffekt einer Maßnahme erfaßt (Abb. 5). Im jährlich gepflügten Boden (links) zeigte sich wiederum der für eine Ackerkrume typische Verlauf. So lag der Penetrometerwiderstand in der Krume bis 25 cm Tiefe zwischen 50 und 100 N/cm^2 , dann erhöhte er sich im Unterboden auf 100 bis 150 N/cm^2 . Die Pflugsohle war in diesem Falle nicht so stark ausgeprägt wie in Abbildung 3, da der Wassergehalt zum Untersuchungstermin in der Pflugsohle etwas höher war als in der Krume und im Unterboden.

Etwas schwieriger gestaltet sich die Interpretation der Widerstandskurven im ungepflügten Krumenprofil (Abb. 5, Mitte und rechts). An beiden Meßstellen ist die Bearbeitungsgrenze der Fräse bei 10 cm Tiefe deutlich zu erkennen. Bis 15 cm stieg der Penetrometerwiderstand auf 150 bis 200 N/cm^2 an; zwischen 15 und 30 cm Tiefe stellte sich dann ein durchschnittlicher Widerstand von etwa 150 N/cm^2 ein, der jedoch eine Spannbreite von 60 bis 200 N/cm^2 einnahm. Durch den Verzicht auf das Pflügen erhöhte sich der Penetrometerwiderstand im unteren Krumenraum. Er lag in etwa dem gleichen Bereich wie im Unterboden, hatte jedoch eine weitaus höhere Streuung. Auffallend ist der Übergang vom ehemals gepflügten und ungepflügten Boden, der entweder durch seine große Heterogenität (Meßstelle 1) oder durch sein Widerstands-

Untersuchungen des Bodengefüges mit Penetrometer und Rammsonde

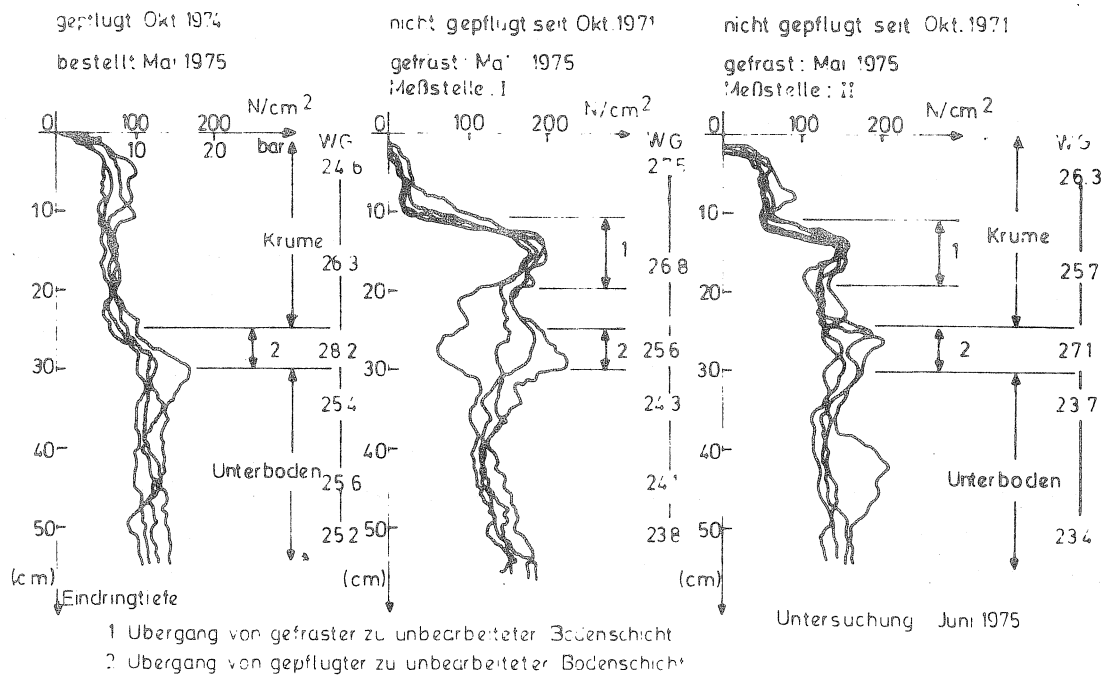


Abb. 5. Verlauf des Penetrometerwiderstandes im Bodenprofil einer Ackerkrume nach unterschiedlicher Grundbodenbearbeitung
 Penetrometer records in a loamy soil, showing the effects of conventional tillage and rotary tillage without ploughing since 1971

maximum gekennzeichnet ist (Meßstelle 2). Drei Schlüsse lassen sich aus diesen Widerstandskurven ableiten:

1. Unter der Bearbeitungsgrenze der Fräse bildet sich beim Fräsen ein Verdichtungshorizont aus, der die gleiche Größenordnung der Pflugsohle aufweist.
2. Beim Pflugverzicht stellt sich im unteren Krumenteil ein von der Bodenart abhängiger Gleichgewichtswert des Bodenwiderstandes ein, der dem des Unterbodens gleichkommt, jedoch eine weitaus größere Heterogenität hat.
3. Der Übergang von der Krume zum Unterboden ist auch nach einem vierjährigen Pflugverzicht noch zu erkennen. Die große Heterogenität weist auf Lockerungsvorgänge hin.

4. Diskussion der Ergebnisse

Die mit der Rammsonde ermittelten Bodenwiderstandswerte entsprachen nicht den Werten, die mit dem Penetrometer gemessen wurden. Selbst bei Berücksichtigung der Energieverluste, die beim unelastischen Stoß auftreten und die bisher bei der Berechnung des Widerstandes übergangen wurden, lagen die Werte der Rammsonde um etwa das Zweifache über den Werten des Penetrometers. Zur besseren Unterscheidung sollte man daher den Boden-

widerstand je nach Meßverfahren als Rammwiderstand oder als Penetrometerwiderstand bezeichnen.

Als Ursache für die großen Differenzen kommt die unterschiedliche Eindringgeschwindigkeit in Betracht. Bekanntlich erhöht sich der Kraftbedarf durch den Boden gezogener Zerkleinerungswerkzeuge mit dem Quadrat der Geschwindigkeit (PAYNE et al. 1954, SÖHNE 1956, VORNKAHL 1967). Auch nach TURNAGE (1973) wächst der Penetrometerwiderstand mit der Geschwindigkeit (0 bis 4,5 m/s) in einer exponentiellen Funktion. Demgegenüber fanden DEXTER und TANNER (1973), daß bei einer Geschwindigkeit zwischen 0 und 1 m/s der Kraftaufwand für das Eindringen in bindige Böden linear ansteigt. Welchen Einfluß die unterschiedliche Geschwindigkeit von Rammsonde und Penetrometer auf den Kraftaufwand ausüben, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht beantwortet werden. Es bleibt lediglich der Hinweis, daß mit zunehmender Eindringgeschwindigkeit v der Kraftaufwand steigt. Erst durch die Einbeziehung dieser Größe ließe sich mit der Rammsonde eine vom Gerät unabhängige Bodeneigenschaft — der sogenannte Bodenwiderstand — bestimmen.

Der praktische Einsatzbereich eines Penetrometers beschränkt sich auf die Erfassung von Bearbeitungseffekten. So zeichnen sich Lockerungs- und Verdichtungsmaßnahmen genau ab, wie am Beispiel der Fräs- und Pflugsohle zu erkennen war. Die Bearbeitungstiefe und die Tiefenwirkung des Raddruckes ist am Kurvenverlauf im Bodenprofil abzulesen. Im Gegensatz zu den mit der Rammsonde gemachten Erfahrungen (BERNARD 1964, MIREINAREFIN 1967) konnten mit dem Penetrometer auch geringfügige Änderungen des Bodenzustandes, seien sie durch den Wassergehalt oder durch die Lagerungsdichte hervorgerufen, gemessen werden. Schwierigkeiten, die mit der Rammsonde auftraten, beruhten wahrscheinlich darauf, daß bei hoher Lagerungsdichte und/oder geringem Wassergehalt die Eindringtiefe des Kegels sehr gering ist. Ablesefehler haben dann einen großen Einfluß auf den errechneten Widerstandswert, zumal bei hoher Lagerungsdichte ($> 1,5 \text{ g/cm}^3$) der Sondenstab um 1 bis 2 mm zurückfedern kann und damit die Eindringtiefe scheinbar geringer wird.

Problematisch ist die Wechselbeziehung zwischen Bodenwiderstand, Wassergehalt und Lagerungsdichte, da mit zunehmendem Wassergehalt der BW zurückgeht und Verdichtungen im Boden überdecken kann. Bei gleichzeitiger Bestimmung des Wassergehaltes kann man jedoch kaum zu einer Fehlinterpretation gelangen. BOGUSLAWSKI und LENZ (1958) haben für einen schluffigen Lehmboden ähnliche Beziehungen zwischen den drei Bodeneigenschaften gefunden, d. h. mit zunehmendem Wassergehalt eine degressive Abnahme des Bodenwiderstandes, mit zunehmender Lagerungsdichte eine progressive Zunahme.

Aussagen über das Pflanzenwachstum mit Hilfe der Bodenwiderstandsmessung können nur einen begrenzten Aussagewert haben, da sich der Widerstand mit dem Wassergehalt ständig ändert. Nach TAYLOR und RATLIFF (1969) wird das Wurzellängenwachstum unabhängig vom Wassergehalt in einem sandigen

Untersuchungen des Bodengefüges mit Penetrometer und Rammsonde

Lehm mit zunehmendem Penetrometerwiderstand vermindert. Auch GILL und MILLER (1956) fanden einen stark hemmenden Einfluß des mechanischen Widerstandes auf das Wurzellängenwachstum, das durch den O₂-Mangel in der Bodenluft unterhalb eines O₂-Gehaltes von 10 % zusätzlich vermindert wird.

Bei unseren Studien wurden Penetrometerwiderstände von 15 bis 20 bar in dem Versuchsboden (tL) bei einer Lagerungsdichte von 1,5 g/cm³ auch bei hohem Wassergehalt nicht unterschritten, so daß die Verdichtungshorizonte der Pflug- und Frässohle ein starkes Hindernis für die Ausbreitung der Pflanzenwurzeln darstellen. Für die Pflugsohle gilt dies um so mehr, als hier die witterungsbedingten Lockerungsprozesse (Frost, Schrumpfung und Quellen) weniger zur Wirkung kommen als in der Frässohle. Auch die höhere biologische Aktivität und das dichtere Wurzelsystem tragen zu einer stärkeren Auflockerung der Frässohle bei. So können bereits nach einem halben Jahr Verdichtungen der Frässohle aufgelockert sein (KNITTEL 1975), während Pflugsohlenverdichtungen mit dem Penetrometer selbst noch nach vierjährigem Pflugverzicht festzustellen sind.

Zusammenfassung

Es wurde ein Penetrometer vorgestellt, das die Kraft, die zum Eindringen eines Kegels in den Boden aufgewendet wird, als eine Funktion der Tiefe (bis 55 cm) aufzeichnet. Bodenwiderstände bis zu 1 000 N cm² können damit gemessen werden. Um die erhaltenen Werte mit dem Rammwiderstand zu vergleichen, wurden auf tonigem Lehm Boden Widerstandsmessungen gleichzeitig mit der Rammsonde und dem Penetrometer gemacht. Man erhielt folgende Ergebnisse:

1. Der errechnete Wert des Rammwiderstandes lag um etwa das Doppelte über dem gemessenen des Penetrometerwiderstandes. Dieser Unterschied kann nur auf die differierende Eindringgeschwindigkeit der Kegelsonden (40 cm s gegenüber 3 cm s) zurückgeführt werden. Beim Vergleich von Rammsondenmessungen ist daher stets auf das Meßgerät zu achten. Ein Vergleich mit den Penetrometermessungen ist nicht praktikabel.
2. Die Lagerungsdichte und der Wassergehalt haben einen exponentiellen Einfluß auf den Penetrometerwiderstand. Für den tonigen Lehm Boden wurde diese Funktion erfaßt ($r^2 = 0,72$), so daß bei gemessenem Widerstand und gravimetrisch ermittelter Bodenfeuchte die Lagerungsdichte berechnet werden kann.
3. Das Penetrometer mißt direkt den Bodenwiderstand, den sowohl verschiedene Bodenbearbeitungsgeräte als auch die Pflanzenwurzeln zu überwinden haben. Es liefert deshalb korrekte Hinweise auf die Notwendigkeit und den Erfolg jeder Bodenbearbeitungsmaßnahme und die Wachstumsmöglichkeiten der Pflanzenwurzeln.

Fremdkörpersicherungen beim Feldhäcksler

Dr. M. Schurig, Dr. H. Stanzel und Dr. K.-H. Kromer, Landtechnik Weißenstephan, berichten über den Stand der Entwicklungen.

Das Problem:

Auf einer Wiese liegen oft Teile herum, die erheblichen Schaden am Häcksler anrichten können: Verlorene oder abgebrochene Zinken von Heuwerbegeräten, nicht gesicherte Bolzen aus dem vorderen Zugmaul des Schleppers, Pfähle vom Elektrozaun, verlorene oder vergessene Schraubenschlüssel, um nur einige Beispiele zu nennen. Diese Teile werden vom Häckslerfahrer nur selten rechtzeitig gesehen, da sie meistens mitten oder unten im Schwad versteckt liegen. Natürlich kann der Landwirt selbst ohne zusätzliche Einrichtungen am Feldhäcksler schon durch gewisse Vorkehrungen dafür sorgen, daß z. B. keine abgebrochenen Zinken in das Futter gelangen. Die Industrie bietet neuerdings Zinkensicherungen aus Kunststoff- oder Gummiverbindungen an. Sie lassen sich auch nachträglich an vielen Heuwerbegeräten anbringen. Die Wahrscheinlichkeit, daß Fremdkörper, zu denen auch Steine gehören, in die Trommel gelangen, ist bei geschwadetem Halmfutter am größten. Daher kom-

men Fremdkörpersicherungen besonders für Feldhäcksler mit pick up-Aufnahme in Betracht. Bei der Ernte des stehenden Futters mit Mähvorsatz oder Maisgebüß ist die Gefahr einer Fremdkörperaufnahme wesentlich geringer.

Technische Lösungen:

Fremdkörper, die den Häcksler beschädigen können, lassen sich in zwei große Gruppen teilen: Metallische und nicht metallische Fremdkörper. Metallteile verursachen die weitaus größeren Schäden an Feldhäckslern. Sie lassen sich elektromagnetisch erfassen. Daher hat man sich bei der Entwicklung von Fremdkörpersicherungen zunächst auf Metallfremdkörper konzentriert. Die Industrie und Forschungsinstitute erproben seit etwa sechs Jahren verschiedene Lösungen für den Feldhäcksler. Allen gemeinsam ist, daß sie den Gutstrom nach metallischen Fremdkörpern abtasten. Bei einem positiven Signal

wird über eine Kupplung die Einzugsvorrichtung automatisch angehalten. Der Schlepperfahrer muß dann den Häckslerantrieb abschalten und das gefährliche Teil aus dem Erntegut entfernen.

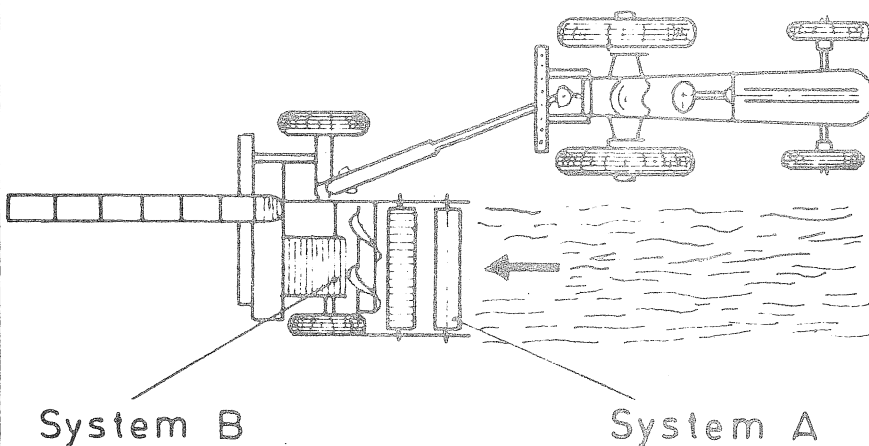
Das mechanische Abtasten des verhältnismäßig dicken Gutsstromes, der mit etwa 2 m/s den Schneidorganen zugeführt wird, hat bisher keinen Erfolg gebracht. Die Fremdkörper ließen sich nicht exakt aufspüren. Erst der Einsatz der Elektronik machte es möglich, Schwad- bzw. Gutstrom kurz vor der Häckselung zu „durchleuchten“.

1 Eine deutsche Entwicklung („System A“, Abb. 1) verwendet zum Auffinden der Teile eine etwa 1,5 m breite Suchspule. Sie „tastet“ das Schwad vor der pick up-Walze ab. Diese Spule besitzt ein hochfrequentes elektromagnetisches Feld. Dieses Spannungsfeld wird so eingestellt, daß es von vorbeilaufenden Metallteilen gestört wird. Diese Störung wird verzögerungsfrei gemeldet und steuert einen Elektromagneten zum Stillsetzen der Einzugswalzen.

Dieses Gerät gab es bisher nur als Prototyp, der sich aber in Holland bereits gut bewährt hat. Der Preis soll zwischen 8000 und 9000 DM liegen. Die Anwendung so großer Suchspulen erfordert allerdings eine hochgezüchtete Elektronikschaltung.

2 Einfacher geht es, wenn die Sucheinrichtung im Einzugskanal des Feldhäckslers eingebaut werden kann („System B“, Abb. 1). Dort kann die Sucheinrichtung kleiner, billiger und betriebssicherer ausgeführt werden. Die Umgebung der Spulen muß allerdings aus nicht magnetischem oder sogar nicht metallischem Werkstoff bestehen. Daher ist die nachträgliche Ausrüstung von Feldhäckslern mit diesem Gerät praktisch nicht möglich. Die zum Stillsetzen des Einzugs verfügbare Zeit schrumpft auf etwa eine Viertelsekunde zusammen.

Möglichkeiten der Anordnung von Metalldetektoren am Feldhäcksler



Erste Lösungen werden angeboten

Aus den genannten Gründen sind erhebliche Änderungen an den Einzugsorganen notwendig. Daher hielten sich die Hersteller von Feldhäckslern lange Zeit zurück. Erst in jüngster Zeit hat eine amerikanische Firma eines ihrer Modelle zum erstenmal serienmäßig mit einem Metallsuchgerät ausgerüstet. Bei dieser Ausführung sind die zwei vorderen Einzugsrollen aus nicht magnetischem Edelstahl gefertigt (s. Abb.). Mit Dauermagneten wird ein magnetisches Feld erzeugt. Diese Magneten sind in die untere Einzugsrolle eingebaut. Magnetisch erfassbare Metalle stören dieses Feld. Das wird von einer elektronischen Schaltung sofort erkannt. Nichtmagnetisches Material wie z. B. Aluminium, Messing und Edelstahl wird nicht erkannt. Die meisten, für den Feldhäckslern gefährlichen Metallteile haben aber größere Massen aus magnetischem Eisen. Sie können daher mit dieser Einrichtung (Kostenpunkt etwa 5500 DM) erfaßt werden.

top agrar meint:

Die bisherigen Lösungen befriedigen offenbar noch nicht. Bei dem „System A“ muß die Spule mehr als 1,5 m vor der pick up angebracht werden, und zwar möglichst starr, denn Schwingungen können das Magnetfeld stören und zu Fehlsignalen führen. Der Befestigungsrahmen muß aus Nichtmetallen, also z. B. Holz, gefertigt werden. Selbst für die Rahmenverbindung sind Plastikschrauben erforderlich.

Die Einstellung ist nicht einfach und soll nach der Montage u. U. mehrere Stunden erfordern. Wird das Gerät nämlich zu empfindlich eingestellt, werden auch im Boden sitzende Metallteile bzw. auch kleinste, kaum auffindbare Eisenpartikel gemeldet. Das führt zu dauernden Stopps und unnötiger Sucherei. Wird das Suchgerät dagegen zu grob eingestellt, so können z. B. Bruchstücke von oberflächenvergüteten Zinken unbemerkt durchrutschen. Außerdem hat z. B. Feuchtigkeit des Erntegutes einen Einfluß auf die Ansprechempfindlichkeit des Gerätes.

(Weiter auf Seite 104)



Hier hat ein Fremdkörper zum Messerbruch geführt. Nicht der einzige Schaden ...



... denn auch das Gehäuse wurde stark beschädigt und wird sich kaum richten lassen.



Einzugsrollen aus nicht magnetischem Edelstahl. Ein Dauermagnet in der unteren Walze meldet metallische Fremdkörper und stoppt den Einzug. Abb. Landtechnik (3), Werkbild (2)

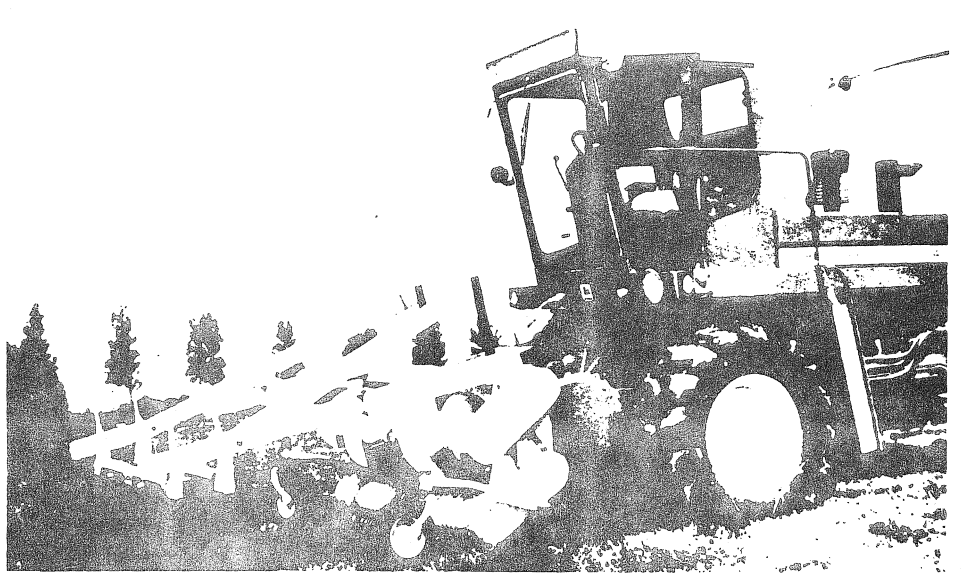
Die Fremdkörpersicherung nach „System B“ setzt erhebliche Änderungen am Einzugsystem voraus. Sie läßt sich also nur vom Werk aus einbauen. Bisher wird in Deutschland nur ein gezogener Feldhäcksler mit dieser Fremdkörpersicherung angeboten. Und der wird erst für die Saison 1977 ausgeliefert.

Auf der DLG-Ausstellung soll eine weitere Lösung vorgestellt werden: Die federbelastete Gegenschneide klappt automatisch weg, wenn ein Fremdkörper erfaßt wird. So sollen schwere Trommelschäden vermieden werden. Ob das gelingt, muß der Einsatz in der Praxis zeigen.

Entwicklungen weiter verfolgen

Denn Schäden an Feldhäckslern durch Fremdkörper können erhebliche Kosten verursachen. Sie liegen bei gezogenen Maschinen zwischen 2000 und 5000 DM und können bei Selbstfahrern sehr bald auch 10000 DM überschreiten. Wen wundert es da, wenn viele Lohnunternehmer ihre teuren Maschinen nur ungern zum Häckseln von angewelktem Gras einsetzen.

Allerdings müssen die Reparaturkosten nach einem Schaden durch Fremdkörper nicht unbedingt so hoch sein wie bisher.



Bei dieser deutschen Entwicklung wird eine Suchspule vor der pick up angebaut. Fremdkörper stören das Magnetfeld und lösen ein Signal zum Stop des Einzugs aus.

Ein großer Teil der Kosten entfällt nämlich auf Arbeitslöhne. Hier müßten die Konstrukteure dafür sorgen, daß z. B. die Teile besser zugänglich und so leichter und schneller austauschbar sind. Auch zusätzliche Überlastsicherungen u. a. sind denkbar.

Bisher müssen bei Einsatz von Lohnma-

schinen die Haftpflichtversicherungen des Einsatzbetriebes die Kosten für Schäden durch Fremdkörper übernehmen. Es ist also durchaus einer Überlegung wert, daß sich in Zukunft diese Versicherungen an der Anschaffung einer Fremdkörpersicherung für Lohnmaschinen beteiligen.

Die Organisation der Körnermais-Erntekette

Einflußkriterien und Lösungsmöglichkeiten

Dr. habil. M. Estler, Institut für Landtechnik, Weihenstephan

Bei der Körnermaisernte besteht die Notwendigkeit, in einer knappen eng begrenzten Zeitspanne die Erntearbeiten mit hoher Schlagkraft, geringen Verlusten und hoher Qualität des Erntegutes durchzuführen. Aus arbeitswirtschaftlichen und ökonomischen Gründen wird eine hohe Auslastung der technischen Hilfsmittel und eine hohe Arbeitsproduktivität angestrebt. Dies äußert sich in einem deutlichen Trend zur Steigerung der Verfahrens-Gesamtleistung.

Hier bieten sich vor allem 2 Möglichkeiten an:

Ausschöpfen der technischen Voraussetzungen zur Leistungssteigerung optimale Abstimmung von Ernte-, Transport- und Verarbeitungskapazität.

Leistungssteigerung am Mähdrescher

Den Trend zur Steigerung der Flächen- und Druschleistung folgend, werden derzeit 6- und 8reihige Pflückvorsätze für Hochleistungs-Mähdrescher angeboten. Einer Vergrößerung der räumlichen Abmessungen der Erntemaschinen mit dem Ziel, eine Steigerung des Durchsatzes zu erreichen, sind vor allem durch die Straßenverkehrs-Zulassungsordnung, aber auch durch die Abmessungen des landwirtschaftlichen Wegenetzes Grenzen gesetzt. Eine weitere Leistungssteigerung kann daher vornehmlich über die Erhöhung des spezifischen Durchsatzes der einzelnen Erntemaschinen-Baugruppen erfolgen.

Für eine Steigerung des Durchsatzes im Dreschwerk scheint die Optimierung der Erntegut-Zuführung besonders aussichtsreiche Wege zu bieten. Eine gleichmäßige Verteilung des Dreschgutes über die gesamte Breite des Schräg-

förderers sowie eine Erhöhung der Zuführungsgeschwindigkeit kann die Leistungsfähigkeit des Dreschwerkes steigern bzw. bei gleichbleibendem Durchsatz die Arbeitsqualität verbessern.

Beim Körnermaisdresch stellt, wie bei anderen voluminösen Erntegütern ebenso, der Schüttler oftmals das leistungsbegrenzende Bauteil dar. Deshalb wurden zur Verbesserung der Kornabscheidung verschiedene Zusatzorgane entwickelt, die künftig zunehmende Anwendung finden werden:

Rotierende und seitlich pendelnde Federzinken über dem Schüttler zur Auflockerung des Strohpolsters und dadurch bessere Abscheidung von Restkörnern aus dem Stroh.

Rafferzinken über dem Schüttler zum Erhöhen der Durchlautgeschwindigkeit des Strohes und dadurch Verdünnen der Strohschicht.

Das Verbreitern der Schüttler verringert die Strohschicht.

Eine Steigerung der Flächen- und Druschleistung sowie der Arbeitsqualität ohne gleichzeitig höhere physische und psychische Belastung der Bedienungspersonen erfordert zwingend die Verwendung automatischer Regel- und Steuereinrichtungen bzw. von Monitor-Kontrolleinrichtungen. Verschiedene technische Möglichkeiten wurden be-

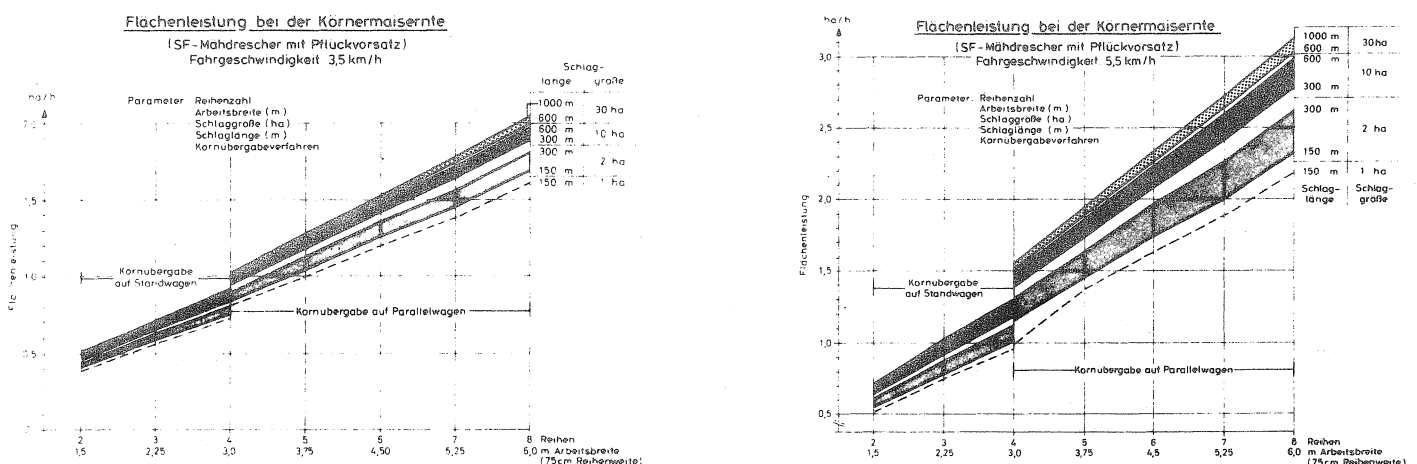
reits erprobt, von denen insbesondere Monitore zur Verlustkontrolle, Meßfühler für die Strohbelastung des Schüttlers und des Strohhäckslers sowie die automatische Lenkung der Erntemaschinen entlang der Maisreihen bereits Eingang in die Praxis finden.

Dagegen lassen sich die vom Ahrengreide-Drusch her bekannten Lösungen zur Höhenführung des Schneidwerkes bei der Körnermais-Ernte nicht verwenden. In stehenden Pflanzenbeständen mit hohem Kolbenansatz und aufrechtem Kolbenstand wird eine möglichst hohe Führung des Pflückvorsatzes über dem Boden angestrebt, um die Belastung der Pflückaggregate sowie den Leistungsbedarf für den Pflückvorgang (Durchziehen der Maispflanzen zwischen den Reißwalzen) möglichst gering zu halten. Andererseits besteht in Abhängigkeit von der sortenspezifischen Standfestigkeit, von Erntewitterung und -zeitpunkt bei Körnermais stets die Gefahr von Lagerfrucht. Um Aufnahmeverluste weitgehend zu vermeiden, ist dann eine möglichst tiefe Führung des Pflückvorsatzes über dem Boden erforderlich. Nachdem unter normalen Erntebedingungen beide Voraussetzungen unregelmäßig wechseln können, ist eine automatische Pflückhöhenregelung bei der Körnermaisernte sehr problematisch.

Flächenleistung bei der Körnermaisernte

Neben speziellen technisch-konstruktiven Voraussetzungen üben insbesondere die Arbeitsbreite (Reihenanzahl des Pflückvorsatzes), Schlaggröße, Schlaglänge und das Kornübergabeverfahren einen direkten Einfluß auf die erzielbare Flächenleistung bei der Ernte aus. Unter Berücksichtigung dieser Einflußgrößen wurde die Flächenleistung von selbstfahrenden Mähdreschern bei der Körnermaisernte für 2 unterschiedliche Arbeitsgeschwindigkeiten ermittelt. Dabei wurde unterschieden zwischen einer Übergabe der Körner auf Standwagen sowie der „fliegenden“ Kornübergabe während des ungestörten Dreschvorganges auf nebenherfahrenden

Abb. 2: Einfluß von Reihenanzahl (Arbeitsbreite), Schlaggröße, Schlaglänge und Kornübergabeverfahren auf die Flächenleistung bei der Körnermaisernte (links: Fahrgeschwindigkeit 3,5 km/h; rechts: Fahrgeschwindigkeit 5,5 km/h)



de Transportfahrzeuge (Kornübergabe auf Parallelwagen). Die Darstellung 2 läßt erkennen, daß sich steigende Arbeitsbreiten (Reihenzahlen) in einem nahezu linearen Anstieg der Flächenleistung auswirken.

Die real erreichbaren Werte werden insbesondere von der Schlaggröße und Schlaglänge beeinflusst. In beiden Fahrgeschwindigkeitsstufen ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen 1 ha Schlaggröße und 150 m Schlaglänge bzw. der im Großbetrieb anzutreffenden Schlaggröße von 30 ha mit 600 bzw. 1000 m Feldlänge. Es ist jedoch bezeichnend, daß sich diese, von der Schlaglänge beeinflussten Unterschiede, bei einer Fahrgeschwindigkeit von 5,5 km/h wesentlich stärker auswirken als bei 3,5 km/h. Darüber hinaus läßt sich allein durch das Erhöhen der Fahrgeschwindigkeit von 3,5 auf 5,5 km/h eine erhebliche Steigerung der Flächenleistung erzielen. Auf praktische Einsatzverhältnisse übertragen bedeutet dies, daß bei Verwendung eines Mähdreschers mit 4reihigem Pflückvorsatz (Kornübergabe auf Parallelwagen) eine Steigerung der Fahrgeschwindigkeit von 3,5 auf 5,5 km/h eine Erhöhung der Flächenleistung von 0,9 ha/h auf 1,3 ha/h bewirkt (2-ha-Schlag, 300 m Feldlänge). Dies bedeutet eine prozentuale Steigerung der Flächenleistung um 44,5 %.

Noch deutlicher wird diese Tendenz beim Einsatz von Erntemaschinen mit großen Arbeitsbreiten, wenn gleichzeitig eine Schlaggröße von 10 ha und eine Feldlänge von 600 m unterstellt wird. Hier ergibt sich beim Einsatz eines Mähdreschers mit 6reihigem Pflückvorsatz bei der Steigerung der Fahrgeschwindigkeit von 3,5 auf 5,5 km/h eine Erhöhung der Flächenleistung von 1,5 auf 2,25 ha/h. Dies entspricht einer prozentualen Steigerung der Flächenleistung um 50 %.

Vergleicht man die Auswirkungen der beiden Alternativen „Steigerung der Fahrgeschwindigkeit“ bzw. „Steigerung der Arbeitsbreite“ so ergibt sich folgendes Bild:

● Beim Mähdrescher mit 4reihigem Pflückvorsatz wirkt sich bei 2 ha Schlaggröße eine Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit von 3,5 auf 5,5 km/h in einer Steigerung der Flächenleistung um 44,5 % aus. Dagegen ergibt ein Steigern der Reihenzahl von 4 auf 6 Reihen (3,0 m auf 4,5 m Arbeitsbreite) eine Steigerung der Flächenleistung um 55,5 %.

● Für den Mähdrescher mit 6reihigem Pflückvorsatz ergibt sich auf dem 10-ha-Schlag bei einer Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit von 3,5 auf 5,5 km/h ein Zuwachs an Flächenleistung von 50 %, beim Übergang von 6reihiger auf 8reihige Arbeitsweise dagegen nur eine Steigerung der Flächenleistung um 38 %.

● Währenddessen also bei vierreihiger Arbeitsweise auf Feldern mit 2,0 ha Schlaggröße und 300 m Feldlänge der kapitalaufwendige Weg einer Steigerung der Arbeitsbreite den höchsten Zuwachs an Flächenleistung bringt, kann dies bei Mähdreschern mit 6reihigem Pflückvorsatz und Einsatz auf Feldern mit 10 ha Schlaggröße und 600 m Feldlänge allein über eine Steigerung der Fahrgeschwindigkeit erzielt werden.

● Der Einfluß unterschiedlicher Kornübergabe-Verfahren ist bei beiden Fahrgeschwindigkeitsstufen deutlich zu erkennen, wirkt sich jedoch bei der höheren Fahrgeschwindigkeit erheblich stärker aus.

Es gilt daher im Einzelbetrieb alle Möglichkeiten auszuschöpfen, die das Einhalten einer hohen Arbeitsgeschwindigkeit begünstigen. Hierzu sind nicht nur die optimale Maschinenausrüstung und -einstellung, sondern auch acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen zu zählen (z. B. Sortenwahl, Düngung, Pflanzenschutz).

Einfluß des Reihenabstandes

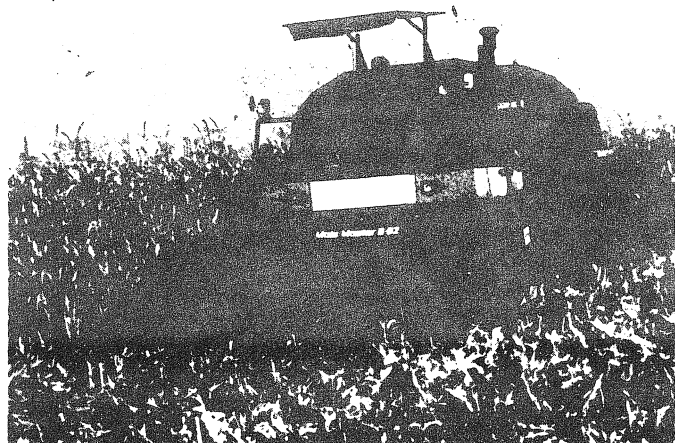
Bei den Neuzüchtungen von Hybridmaissorten der frühen und mittelfrühen Reifegruppe besteht eine deutliche Relation zwischen zunehmender Pflanzenzahl/m² und steigendem Körnerertrag.

Aber auch bei Sorten der mittelspäten Reifegruppe können durch ein Erhöhen der Pflanzanzahl/m² die Körnererträge gesteigert werden. Voraussetzung ist jedoch in beiden Fällen, daß gleichzeitig eine Reduzierung der Reihenweite von bisher ca. 75 bis 80 cm auf 60 cm oder darunter erfolgt. Es erhebt sich jedoch die Frage, welche verfahrenstechnischen, konstruktiven und ökonomischen Auswirkungen eine derartige Umstellung nach sich zieht.

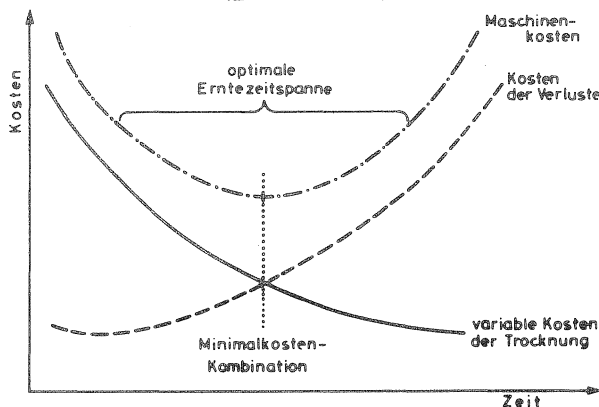
Im Hinblick auf die Erntearbeiten ist ein Verringern der Reihenweite problematischer als bei der Maissaat. Bei einer Reihenweite von 80 cm sind je ha 12 500 lfd. m Maisreihe zu ernten. Dies bedeutet bei einer Erntemaschine mit vierreihigem Pflückvorsatz eine Fahrstrecke von 3 125 m/ha (100 %). Wird die Reihenweite auf 60 cm reduziert, erhöht sich die Zahl der laufenden Meter Maisreihe/ha auf 16 666 m/ha. Dies ist gleichbedeutend mit einer Steigerung der Fahrstrecke auf 4 167 m bei vierreihiger Arbeitsweise (+ 33,3 %). Wird unterstellt, daß die Pflanzanzahl je Flächeneinheit konstant gehalten wird, dann ist es erforderlich, eine um 33,3 % höhere Fahrgeschwindigkeit einzuhalten als bei 80 cm Reihenentfernung, um einen gleichen Durchsatz an Dreschgut in der Erntemaschine zu erreichen. Eine derartige Steigerung der Fahrgeschwindigkeit wirft jedoch erhebliche Probleme hinsichtlich der ordnungsgemäßen Bedienung und Überwachung der Erntemaschinen auf. Die Möglichkeit, diese Probleme durch ein Steigern der Reihenzahl am Erntevorsatz zu umgehen, ist relativ problematisch. Beim Einhalten der zulässigen Straßenfahrbreite von 3 m würde ein Übergang von 4 Reihen à 75 cm auf 5 Reihen à 60 cm am Erntevorsatz notwendig. Ein Erweitern des Pflückvorsatzes um eine Reihe erfordert jedoch eine völlige Umkonstruktion, höheres Gewicht des Erntevorsatzes, veränderte Antriebsverhältnisse, erhöhte Belastungen für die Vorderachse und Hydraulikanlage des Mähdreschers sowie einen entspre-

Abb. 1: Leistungsfähige Erntemaschinen sollen eine hohe Schlagkraft in der eng begrenzten Einsatzzeitspanne sowie die verlustarme Ernte gewährleisten

Abb. 3: Die Bemessung der Erntezeitspanne hat sich an verschiedenen Einflußfaktoren zu orientieren (Quelle: CARPENTER und BROOKER)



Bemessung der optimalen Erntezeitspanne (Einflußfaktoren)



chend höheren Anschaffungspreis für den Erntevorsatz. Ein Verwirklichen geringerer Reihenentfernungen erscheint daher vom Blickpunkt der Körnermaisernte gesehen aus ökonomischen Gründen erst dann diskutabel, wenn langfristig gesichert höhere Ernteerträge zu erzielen sind.

Kapazitätsplanung

Die Bestimmung der optimalen Maschinenkapazität eines landwirtschaftlichen Betriebes stellt einen Teil der Gesamt-Betriebsplanung dar. Eine Kapazitätsplanung für die Körnermaisernte hat u. a. die verfügbare, optimale Erntezeitspanne zu berücksichtigen. Dabei wird die Bemessung der optimalen Einsatzzeitspanne sehr wesentlich vom Verlauf der Maschinenkosten, Kosten der Verluste und der variablen Kosten für die Erntegutkonservierung beeinflusst. Als Faktor „Zeit“ ist hierbei die fortschreitende Vegetationszeit mit den daraus resultierenden Erschwernissen für die Abwicklung der Erntearbeiten zu verstehen (Abbildung 3).

Das allgemeine Bestreben, bis zum Einbruch der Schlechtwetter- oder Frostperiode nach Beendigung der Erntearbeiten noch eine ordnungsgemäße Bodenbearbeitung (Winterfurche) und ggf. die Einsaat von Winterweizen durchzuführen, hat zu einer erheblichen Beschränkung der verfügbaren Zahl von Körnermais-Erntetagen geführt. Im allgemeinen ist heute davon auszugehen, daß die Ernte in etwa 15 bis 20 Feldarbeitstagen abgeschlossen sein sollte.

Der Trend zur Verwendung sehr leistungsfähiger Erntemaschinen ist deshalb unverkennbar und verfahrenstechnisch sinnvoll. Schwerwiegende Probleme entstehen jedoch bei der optimalen Abstimmung von Erntekapazität, Transporttechnik und der kontinuierlichen Annahme und Konservierung des hochfeuchten Erntegutes. Bereits in Jahren mit normaler Erntewitterung, besonders aber in ungünstigen Erntejahren kommt daher einer optimalen

Abstimmung von Ernteleistung und Verarbeitungskapazität besondere Bedeutung zu.

Zur Ermittlung der Erntekapazität wurden deshalb 2 Nomogramme entwickelt, anhand derer die erforderliche Druschleistung der Erntemaschinen in Abhängigkeit von verfügbaren Erntestunden/Jahr, Maisertrag dt/ha und jährliche Erntefläche zu erkennen ist. (Abbildung 4).

Eine sorgfältig getroffene Auswahl der Erntemaschinen liefert jedoch noch keine Gewähr für einen reibungslosen Verfahrensablauf. In direktem Zusammenhang damit ist neben dem Kornübergabeverfahren die Bemessung der zulässigen Feldentfernung in Abhängigkeit vom Inhalt des Korntanks auf der Erntemaschine sowie der Abladetechnik am Hof zu betrachten. Diese Wechselwirkungen sind in Abbildung 5 dargestellt. Den Berechnungen liegen Korntankinhalte von 1, 2, 3 und 5 m³ sowie als Projektion in künftige Entwicklungen 7 m³ zugrunde. Für den Transport wurden unterschiedliche Verfahrenskombinationen unterstellt (2 Anhänger [Seitenkipper] mit jeweils 5 t Fassungsvermögen, Kippen mittels Handhydraulik bzw. Schlepperhydraulik oder Druckluft; ein Einachs-Heckkipper mit selbsttätig öffnender Heckklappe, 10 t Fassungsvermögen, Kippen mit Schlepperhydraulik).

In die Darstellungen wurde als gestrichelte Linie der Durchsatz eines Mähdeschers mit dreihigem Pflückvorsatz eingetragen. Dabei zeigt sich, daß bei gleicher Abladetechnik allein durch ein Vergrößern des Korntankinhaltes die für einen reibungslosen Ablauf des Gesamtverfahrens zulässige Feldentfernung spürbar gesteigert werden kann. Der höchste Effekt ist jedoch bei Erhöhung des Korntankinhaltes und gleichzeitigem Übergang vom Transportsystem mit 2 zweiachsigen Kippern auf den Einachskipper mit 10 t Fassungsvermögen zu erreichen. Bei jeweils 5 t Korntankinhalt kann eine Steigerung von immerhin 40% erzielt werden.

Verarbeitungskapazität

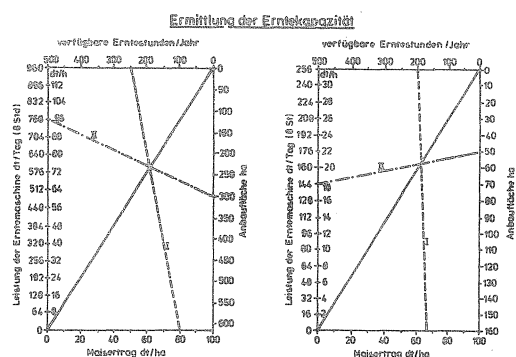
Infolge der mangelnden Lagerfähigkeit der erntefrischen, hochfeuchten Maiskörner kommt einer exakten Abstimmung der Arbeitskapazität auf die vorhandene oder geplante Druschleistung aus ökonomischen Gründen besondere Bedeutung zu. Besonders problematisch wirkt sich der Zwang zur kontinuierlichen Verarbeitung des feuchten Körnermaises mit hoher Leistung bei solchen Verfahren aus, die einen hohen energetischen Aufwand für die Konservierung bzw. Verarbeitung des Erntegutes benötigen. Dies trifft in besonderem Maße für das weitest verbreitete Verfahren, die Warmlufttrocknung, in abgeschwächter Form auch für das Zerkleinern der feuchten Körner in Schrotanlagen zu. In Abbildung 6 ist zusammengestellt, welche Leistungen bei verschiedenen Systemen der Warmlufttrocknung und bei der Körnerzerkleinerung mit Kreiselschrotern zu installieren sind.

Die bei der Warmlufttrocknung auftretenden erheblichen Unterschiede haben ihre Ursache vorwiegend in der systemspezifisch nutzbaren Trocknungszeit. Herkömmliche Satz Trockner mit Hochbehälter müssen nach beendeter Trocknung und Rückkühlung des Trockengutes erst leerlaufen und werden anschließend wiederum befüllt. Der hierfür erforderliche Zeitaufwand ist von der insgesamt verfügbaren Trocknungszeit abzuziehen. Ein derartiger Satz Trockner muß also hinsichtlich seiner Heizleistung wesentlich höher dimensioniert sein, als z. B. ein kontinuierlich arbeitender Durchlauf Trockner, um eine gleiche Menge Erntegut in 20 Stunden trocken zu können.

Bei geplanter Zerkleinerung des Körnermaises in Schrotanlagen wirken sich hohe Druschleistungen in einem entsprechenden Leistungsanspruch für den Antrieb der Schroter aus. Bei der Bemessung der erforderlichen Leistung für den Antrieb des Zerkleinerungsgerätes mit E-Motor bzw. Schlepperzapfwelle ist zu berücksichtigen, daß sich die Angaben auf die insgesamt erforderliche Leistung beziehen.

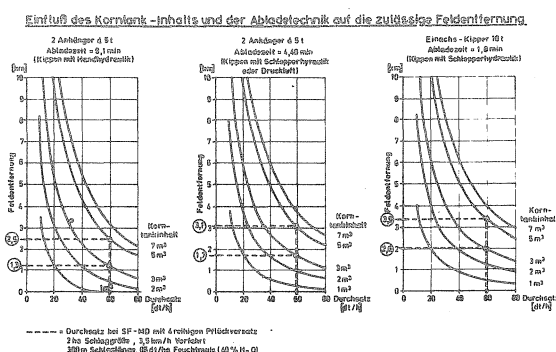
Abb. 4: Die Ermittlung der Erntekapazität erleichtert nicht nur die exakte Mechanisierungsplanung, sondern ist auch Voraussetzung für die Bemessung der Transport- und Verarbeitungsleistung

Beispiel: (Darstellung rechts)
 verfügbare Erntestunden 200 Std./Jahr
 geschätzter Maisertrag 68 dt/ha Feuchtware Linie I
 Anbaufläche 50 ha



Die von 50 ha Anbaufläche durch den Schnittpunkt von Linie I und durchgezogener Diagonallinie geführte Linie II zeigt an, daß eine Ernteleistung von ca. 145 dt/Tag benötigt wird

Abb. 5: Für Betriebe mit großen Feldentfernungen ist es erforderlich, Korntankinhalt, Transportfahrzeuge und Abladetechnik genau aufeinander abzustimmen



Erforderliche Wärme- und Motorleistung bei der Körnermais-Konservierung

(40 % Kornfeuchte, 25 Erntetage)

Erntegutmenge		Ernte- fläche ha/Tag	Warmlufttrocknung (20 Std./Tag) erforderliche Wärmeleistung (Kcal) bei				Schroten		
dt/h	dt/Tag		Satztrockner 1)	Wagentrockner	Tandem- Satztrockner 2)	Durchlauf- trockner	Leistungsanspruch kW	PS	
8	64	1	3,2	160.000	140.000	123.000	116.000	4	5,4
16	128	2	6,4	320.000	280.000	246.000	233.000	8	10,9
24	192	3	9,6	480.000	420.000	370.000	350.000	12	16,3
32	256	4	12,8	641.000	560.000	493.000	466.000	16	21,8
40	310	5	16,0	801.000	700.000	616.000	582.000	20	27,2
48	384	6	19,2	961.000	840.000	739.000	670.000	24	32,6
56	448	7	22,4	1.121.000	980.000	862.000	815.000	28	38,1
64	512	8	25,6	1.281.000	1.120.000	986.000	932.000	32	43,5
72	576	9	28,8	1.440.000	1.260.000	1.109.000	1.048.000	36	49,0
80	640	10	32,0	1.602.000	1.400.000	1.232.000	1.165.000	40	54,4
88	704	11	35,2	1.762.000	1.540.000	1.355.000	1.281.000	44	59,8
96	768	12	38,4	1.922.000	1.680.000	1.478.000	1.398.000	48	65,3
104	832	13	41,6	2.082.000	1.820.000	1.602.000	1.514.000	52	70,7
112	896	14	44,4	2.222.000	1.942.000	1.709.000	1.616.000	56	76,2
120	960	15	48,0	2.402.000	2.100.000	1.848.000	1.747.000	60	81,6

1) Hochbehälter mit Zentralrohr

2) mit getrenntem Kühlgebläse

Abb. 6: Einfluß der Ernteleistung auf die Bemessung der Wärmeleistung von Warmluft-trocknungen bzw. die Motorausstattung von Schrotenlagen
Aufnahmen: Verfasser

derliche Leistung beziehen. Der in vielen Betrieben hinsichtlich des elektrischen Anschlußwertes bestehende Engpaß hat dazu geführt, daß Hochleistungs-Schrotenanlagen vorwiegend für den Antrieb über die Schlepper-Zapfwelle ausgelegt sind. Hierdurch ist es möglich, auch bei hohem Erntegutanfall eine kontinuierliche Aufbereitung der feuchten Maiskörner und damit einen

reibungslosen Ablauf des gesamten Verfahrens zu gewährleisten.

Einer richtigen Bemessung der Leistungskapazitäten in den einzelnen Verfahrens-Teilbereichen ist daher eine ebenso große Bedeutung zuzumessen, wie ihrer optimalen Koordination und Kombination zu reibungslos ablaufenden Arbeitsverfahren.

Technische Lösungen zur Gewinnung von Kolbenschrot und Korn-Spindel-Gemisch

Dr. habil. M. Estler, Landtechnik Weihenstephan

Je nach Reifegrad liefert die Maispflanze sehr unterschiedliche Erntegüter. Bisher lag das Schwergewicht auf im wesentlichen 2 Erntegutformen, dem Silomais und den reinen Maiskörnern. Die vorhandene Erntetechnik bietet unter normalen Einsatzbedingungen die Gewähr für eine leistungsfähige und verlustarme Ernte. Die Entwicklung früh abreifender, leistungsfähiger Hybridmaissorten hat jedoch dazu geführt, daß der Körnermais auch in Grenzlagen vorgedungen ist, in denen sich bei ungenügender Ausreife Probleme beim Einsatz der herkömmlichen Erntemaschinen und Verfahren ergaben. Dies, sowie die ungünstige Erntewitterung in den Jahren 1972 und 1974 gaben den Anstoß zur Entwicklung geeigneter Erntemaschinen und Arbeitsverfahren, bei welchen außer den reinen Körnern auch Rohfaserträger aus der Restpflanze im Erntegut enthalten sind.

Betrachtet man die Aufbereitung der verschiedenen Erntegüter aus technischer Sicht, so ergibt sich folgendes Flußbild, welches zugleich die Nomenklatur der Erntegüter und Erntemaschinen erläutert und veranschaulicht (Abb. 1). Ausgangspunkt ist jeweils die erntereife Maispflanze. Zum Zeitpunkt der Milch- bis Teigreife wird durch Ernten und Zerkleinern der gesamten Pflanze (Stengel, Blätter und Kolben) „Maishäcksel“ hergestellt. Im Stadium der Körnerreife (nach Erreichen der physiologischen Reife) lassen sich dagegen mehrere Erntegüter

gewinnen. Werden lediglich die Kolben von der Restpflanze getrennt und nachfolgend zerkleinert, erhält man „Lieschkolbenschrot“. Zum Absenken des Rohfaseranteiles im Erntegut lassen sich in einem zusätzlichen Arbeitsgang die Lieschen und weitere Restpflanzenteile auf speziellen Siebvorrichtungen absondern. Werden dagegen beim Erntevorgang bereits die Lieschblätter abgetrennt und nur der entlieschte Maiskolben zerkleinert, so entsteht „Maiskolbenschrot“. Als „Korn-Spindel-Gemisch“ wird ein Erntegut bezeichnet, welches neben

den reinen Maiskörnern einen bestimmbaren Anteil von Rohfaserträgern (fast ausschließlich Maisspindeln) enthält. Die hierfür verwendeten Erntemaschinen sind darüber hinaus für die Ernte reiner Körner geeignet, aus welchen sich z. B. nach Zerkleinerung in geeigneten Schrotanlagen „Körnerschrot“ herstellen läßt.

Welche Erntestufe und Aufbereitungsform gewählt wird, richtet sich im Einzelfall im wesentlichen nach der geplanten Verwertung bei den verschiedenen Tiergattungen.

Kolbenschrot und Korn-Spindel-Gemisch wird derzeit vorwiegend in der Schweinemast eingesetzt, da ein gezieltes Senken des Energiegehaltes im Erntegut eine Vorrats- und ad-libitum-Fütterung ohne fütterungstechnische Nachteile ermöglicht. Der maximal zulässige Rohfasergehalt beträgt hier 8 bis 9 %. Höhere Rohfasergehalte verschlechtern die Verdaulichkeit und führen zu ungünstigeren Mastergebnissen bzw. erfordern eine ausreichende Getreide-Zufütterung. Die Rohfaser soll dabei aus gärungstechnischen Gründen vorwiegend von den Maisspindeln stammen. Lieschblätter und andere Restpflanzenteile sind unerwünscht, da sie vor allem bei nicht völlig gasdichten Gärbehältern mangelhafte Dichtlagerung, Sauerstoffeinschlüsse und damit Fehlgärungen und erhöhte Gärverluste bewirken können. Bei der Verfütterung an Zuchtschweine kann der Rohfasergehalt zwischen ca. 10 und 15 % liegen.

Erntetechnik

An diesen Anforderungen hat sich die Erntetechnik zu orientieren. Derzeit werden mehrere Ernteverfahren ange-

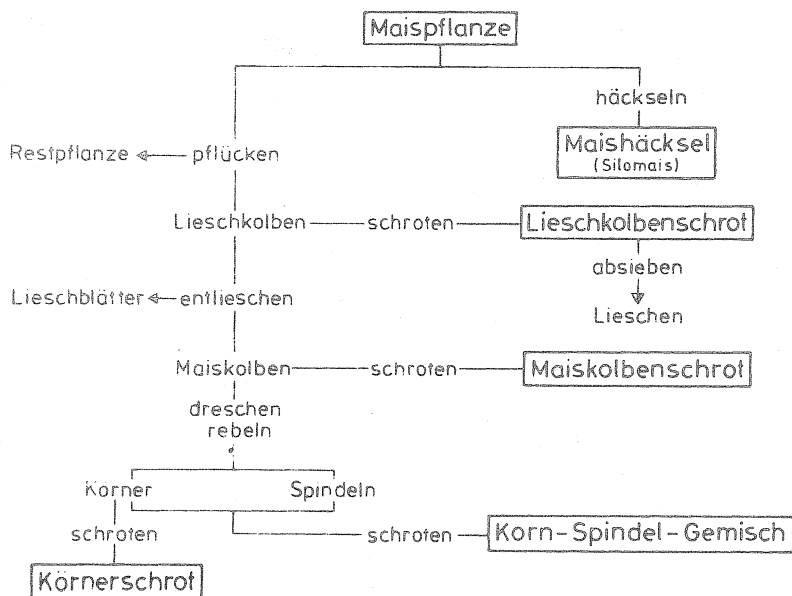


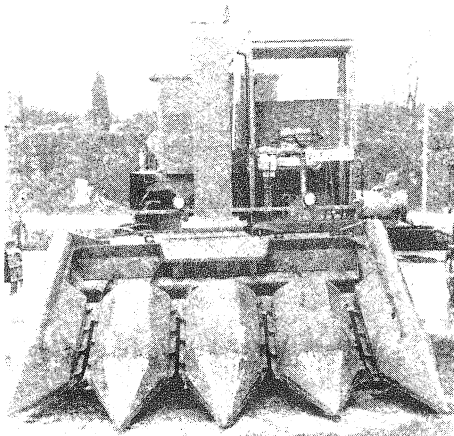
Abb. 1 Flußbild zur Ernte unterschiedlicher Aufbereitungsstufen von Mais (nach v. KEISER)

boten, die sich insbesondere in der Zusammensetzung des Erntegutes sowie im erzielbaren Rohfasergehalt deutlich unterscheiden.

Lieschkolbenpflückschroter werden in sehr unterschiedlicher technischer Ausstattung angeboten: 1reihig und mehrreihig, als Anbau- oder Anhängemaschine, selbstfahrend oder am rückwärts fahrenden Ackerschlepper (Abb. 2). Es handelt sich dabei um normale Exakt-Feldhäcksler (Trommel- bzw. Scheibenradprinzip), die anstelle des Mähvorsatzes mit einem Pflückaggregat ausgestattet sind. Zur Nachzerkleinerung der Lieschkolben dienen Reibeinsätze im Häckslergehäuse und — vor allem bei ausländischen Konstruktionen — Nachschneideeinrichtungen im Auswurfbereich. Beim Scheibenrad-Feldhäcksler lassen sich Schlägerwerkzeuge an der Scheibe für eine zusätzliche Zerkleinerung anbringen.

Aus Funktions- und Gewichtsgründen werden als Pflückvorrichtungen vorwiegend die modernen Pflückschienen-Reißwalzen-Pflücker verwendet. Dieses Pflückprinzip bedingt jedoch, daß im Erntegut der komplette Lieschkolben sowie je nach Abreifegrad bis zu 20 % Restpflanzenteile enthalten sind (Abb. 3). Infolgedessen liegt der Rohfasergehalt je nach Erntezeitpunkt und Maschineneinstellung zwischen ca. 10 und 15 %. Zur Verringerung des Rohfasergehaltes werden gesonderte, am Silo stationierte Absieborrichtungen mit Plan- oder Trommelsieben angeboten. Ein Abtrennen der überflüssigen Rohfaserträger ist jedoch nur dann möglich, wenn eine deutlich unterschiedliche Struktur zwischen den erwünschten und unerwünschten Erntegutbestandteilen vorliegt. Das abgeseibte Material hat noch einen gewissen Futterwert, da sich beim Erntevorgang Körnerschrot an Lieschen und Stengelteile anlagert. Eine verlustarme Verwertung erzwingt daher die Verfüterung des Absiebmaterials an Rinder, Zuchtschweine etc.

Abb. 2: Bei den Lieschkolben-Pflückschrotern herrschen 1- und 2reihige Erntemaschinen vor. Versuchsweise werden bereits mehrreihige Maschinen eingesetzt



Erntemaschine	Erntegut-		Rohfasergehalt %
	Bezeichnung	Zusammensetzung	
Lieschkolben-Pflückschroter	Lieschkolben-schrot	100 % Körner 100 % Spindeln 80-100 % Lieschen bis 20 % Stengel	10 - 15
Maiskolben-Pflückschroter	Maiskolben-schrot	100 % Körner 100 % Spindeln bis 10 % Lieschen	6 - 10
Pflückdrescher bzw. Pflückrebler	Korn-Spindel-Gemisch (Corn-Cob-Mix)	100 % Körner 0 - 95 % Spindeln	5 - 8

Abb. 3: Zusammensetzung und Rohfasergehalt verschiedener Erntegüter von Körnermais mit Rohfaserträgern

Im Gegensatz zu diesem Ernteverfahren sind beim **Maiskolben-Pflückschroter** spezielle Vorrichtungen zur gezielten Abtrennung der unerwünschten Rohfaserträger vorhanden. Je nach Konstruktion handelt es sich hierbei um Entlieschwalzen (vom Kolbenpflücker bekannt), Kettenreimbänder o. ä. (Abb. 4). Im Erntegut sind daher sämtliche Körner und Spindeln sowie max. ca. 10 % Lieschen und Restpflanzenteile enthalten. Der Rohfasergehalt dieses Erntegutes beträgt ca. 6 bis 10 %. Zur endgültigen Zerkleinerung des Erntegutes dienen spezielle Schrotteinrichtungen, z. T. mit verstellbarem Zerkleinerungseffekt. Das Erntegut wird entweder auf normale Transportfahrzeuge gefördert oder in einem Aufbau-Kippbunker gesammelt.

Als Basismaschine für die Ernte von **Korn-Spindel-Gemisch** dient der Mäh-drescher mit Pflückvorsatz bzw. der Spezial-Maisernter (Pflückrebler). Die heute von den meisten Herstellerfirmen angebotene Spezialausrüstung soll bewirken, daß möglichst alle Spindelteile erfaßt sowie Körner und Spindeln ausreichend zerkleinert werden, um eine sichere Vergärung zu gewährleisten. Die für das Umrüsten des Mäh-dreschers mit Pflückvorsatz erforderliche Ausrüstung ist in Abb. 5 dargestellt. Durch richtige Siebwahl läßt sich der Rohfasergehalt steuern (Abb 6).

Vor der Verfüterung an die Mast-schweine muß dieses Korn-Spindel-Gemisch entsprechend zerkleinert werden. Bei Vorhandensein weitgehend gasdichter Gärbehälter kann das Erntegut ohne Nachzerkleinerung einsiliert werden, das Schroten erfolgt erst bei der Entnahme und Verfüterung. Bei weniger gasdichten Silos empfiehlt sich ein Schroten vor der Einlagerung. Je nach Konstruktion und Leistungs-kategorie ist eine Arbeitsbreite bis zu 6 Reihen möglich, derzeit werden jedoch 4reihige Erntemaschinen bevorzugt.

Verfahrensvergleich

Ein Vergleich der verschiedenen Ernteverfahren soll anhand einer verfahrenstechnischen Beurteilung einiger, für die Auswahl und den Einsatz gleichermaßen wichtigen Kriterien vorgenommen werden.

In Abbildung 7 ist der Leistungsbedarf je Reihe und für die komplette Erntemaschine angegeben. Dabei zeigt sich, daß beim Übergang von der einreihigen zur mehrreihigen Arbeitsweise der Leistungsbedarf je Reihe bei den Lieschkolben- und Maiskolben-Pflückschrotern rückläufig ist. Dies ist u. a. auf konstruktive und verfahrenstechnische Ursachen (z. B. Parallelbetrieb) zurückzuführen. Die angegebenen Flächenleistungen sind bei normalen Einsatzbedingungen zu erreichen (ca. 40 % Wassergehalt im Maiskorn). Die Erfahrungen aus Grenzlagen des Körnermaisbaues (z. B. Schleswig-Holstein) zeigen jedoch, daß mit zunehmender Erntegutfeuchte die Flächenleistung spürbar abnimmt. Bei einem Ansteigen der Kornfeuchte von 40 % auf 50 % H₂O ist damit zu rechnen, daß die Flächenleistung beim Lieschkolben-Pflückschroter um 10 %, beim Maiskolben-Pflückschroter (ohne Zusatzgebläse) max. um 25 %, beim Pflückdrescher und Pflückrebler bis zu 10 % absinkt. Als Vergleichsmaßstab für den Leistungsbedarf bezogen auf die Flächenleistung (auf die Fläche bezogener Wirkungsgrad der Motorleistung) ist in der letzten Spalte der Tabelle die erzielbare Flächenleistung pro Tag je 10 PS installierte Motorleistung angegeben. Bei dem derzeit lediglich als Prototyp vorhandenen 4reihigen, selbstfahrenden Lieschkolben-Pflückschroter ist die derzeitige motorische Ausstattung unterstellt. Hierbei zeigt sich, daß einreihige Pflückschroter infolge des relativ hohen Leistungsbedarfes ungünstiger abschneiden als 2- und mehrreihige Pflückschroter. Die günstigsten Vergleichswerte erreichen Pflückdrescher bzw. Pflückrebler mit der genannten Motor-PS-Ausstattung, die dem heutigen Durchschnitt entspricht. Unterstellt man den heute er-



Abb. 4: Maiskolben-Pflückschroter mit Abtrennvorrichtung für unerwünschte Rohfasertträger und spezieller Schroteinrichtung (links: 3reihige Anbaumaschine; rechts: 2reihiger, gezogener Pflückschroter)

kennbaren Trend, vierreihige Erntemaschinen mit Motorleistungen von ca. 150 PS auszustatten, ergäbe sich eine Flächenleistung in ha/Tag je 10 PS Motorleistung, die etwa derjenigen von 4reihigen Lieschkolben-Pflückschrotern vergleichbar wäre. (Ca. 0,40 ha pro Tag je 10 PS Motorleistung.)

Hinsichtlich der Erntemenge und des Siloraumbedarfes (Abb. 8) ergeben sich zwischen Maiskolbenschrot und Korn-Spindel-Gemisch nur sehr geringfügige Unterschiede. Bei Lieschkolbenschrot liegen dagegen infolge des wesentlich höheren Anteils an Lieschen und Restpflanzenteilen im Erntegut erheblich höhere Erntemengen vor, die sich wiederum in einem höheren Siloraumbedarf auswirken. Insgesamt ergibt sich

jedoch im Vergleich zum herkömmlichen Silomais eine ganz wesentliche Verringerung der Erntemenge und des benötigten Siloraums.

Rohfasergehalt

Die größten Unterschiede zwischen den Verfahren sind im Einhalten des geforderten Rohfasergehaltes zu sehen. Bei einer Verwertung des Erntegutes in der Mastschweinehaltung ist zu fordern, daß nicht nur die maximal zulässigen Rohfasergehalte generell eingestellt, sondern auch während der gesamten Ernteperiode mit Sicherheit eingehalten werden.

Lieschkolben-Pflückschroter können zwar auch noch nicht völlig körnerreifen Mais ernten. Konstruktionsbedingt

ist jedoch eine Steuerung des Rohfasergehaltes beim Erntevorgang nicht möglich. Dies kann nur auf gesonderten, stationär am Gärbehälter installierten Siebvorrichtungen geschehen. Ein gezieltes Absieben unerwünschter Rohfasertträger ist jedoch nur dann zu erreichen, wenn deutliche Strukturunterschiede zwischen den unerwünschten Rohfasertträgern und erwünschten Erntegutbestandteilen vorliegt. Eine vollkommen homogene Zerkleinerung des Erntegutes macht ein Absieben unerwünschter Rohfaser unmöglich. Das an den abgesiebten Lieschblättern angelagerte Körnerschrot ist bei einem Verzicht auf die Verwertung des Absiebmaterials als Verlust zu bewerten. Eine verlustarme Verwertung von Lieschkolbenschrot erzwingt daher die Verfütterung des abgesiebten Materials an Bullen, Zuchtschweinen etc. In Betrieben mit vielseitiger Tierhaltung ist daher dieses Verfahren akzeptabel, kann aber keine Standardlösung darstellen.

Spezialisierte Schweinemastbetriebe, in denen besonderer Wert auf das Einhalten eines gleichmäßig niedrigen Rohfasergehaltes im Erntegut gelegt wird, finden deshalb im Maiskolben-Pflückschroter oder im Pflückdrescher/Pflückrebler mit Spezialausrüstung die geeignete Mechanisierung. Die spe-

Abb. 5: Erforderliche Maßnahmen für das Umrüsten des Pflückdreschers auf die Ernte von Korn-Spindel-Gemisch

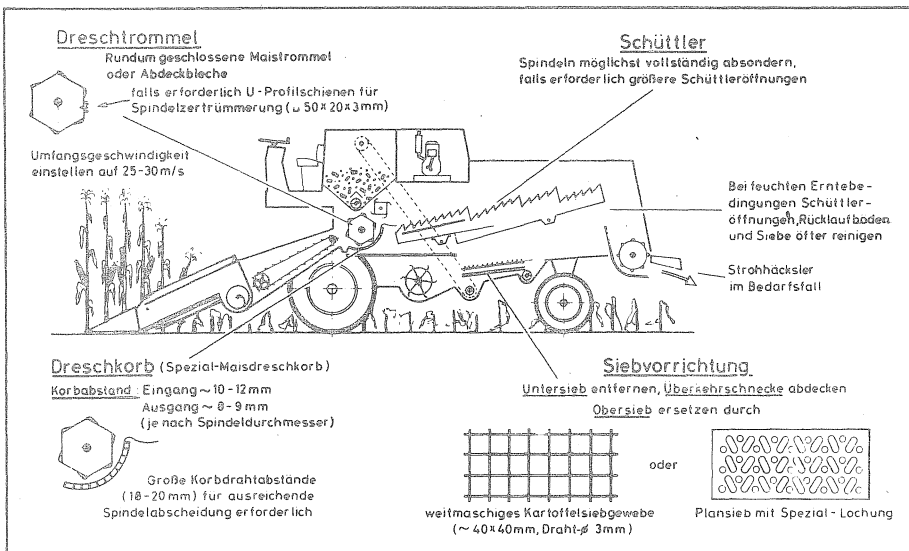
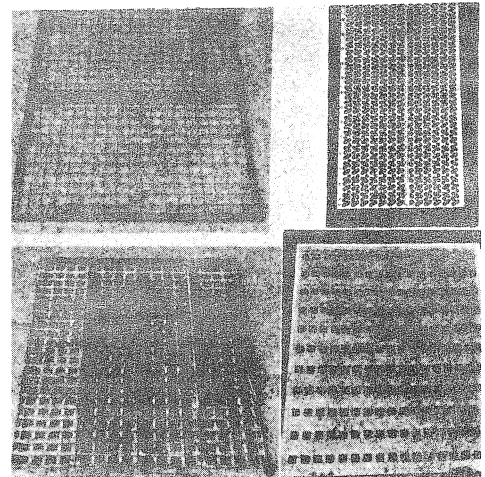


Abb. 6: Siebformen für die Abtrennung von Lieschen und Restpflanzen im Pflückdrescher (links oben: Maschensieb; rechts oben: Plansieb mit Speziallochung; links unten: Quadratloch-Stufensieb; rechts unten: Plansieb mit verstellbaren Sieböffnungen)



Erntemaschine	Leistungsbedarf		Flächenleistung (bei normalen Einsatzbedingungen) **			
	PS/Reihe	PS insges.	ha/h	ha/Tag (8 Std.)	ha/Jahr (25 FAT)	ha/Tag je 10 PS Motorleistg.
Lieschkolben- Pflückschroter	1-reihig	60 - 80	0,22 - 0,25	1,8 - 2,0	45 - 50	0,25 - 0,30
	2-reihig	50 - 60	0,45 - 0,50	3,5 - 4,0	87 - 100	0,35 - 0,42
	4-reihig	40 - 45	0,80 - 0,90	6,5 - 7,0	162 - 175	0,39 - 0,41
Maiskolben- Pflückschroter	1-reihig	60 - 80	0,23 - 0,25	1,8 - 2,0	45 - 50	0,25 - 0,30
	2-reihig	40 - 50	0,45 - 0,50	3,5 - 4,0	87 - 100	0,35 - 0,42
Pflückdrescher bzw. Pflückrebler	3-reihig	27 - 30	0,50 - 0,55	4,0 - 4,4	100 - 110	0,48 - 0,50
	4-reihig	28 - 33	0,65 - 0,75	5,2 - 6,0	130 - 150	0,46 - 0,47

Abb. 7: Leistungsbedarf und Flächenleistung bei verschiedenen Ernteverfahren und Arbeitsbreiten

Erntemaschine	Erntegut	Erntemenge dt/ha	Siloraumbedarf m ³ /ha
Lieschkolben- Pflückschroter	Lieschkolben- schrot	110-150	14-16
Maiskolben- Pflückschroter	Maiskolben- schrot	90-110	10-14
Pflückdrescher bzw. Pflückrebler	Kornspindel- gemisch	90-100	10-13
Exakt- Feldhäcksler	Silomais	500-600	63-75

Abb. 8: Erntemenge bei verschiedenen Erntegütern und Siloraumbedarf

zielle Maschinenausstattung, ausreichend dimensionierte Aggregate zur Steuerung des Rohfasergehaltes, ein geradliniger Verfahrensablauf und hohe Flächenleistungen gewährleisten eine reibungslose Ernteabwicklung.

Eine vergleichende Gegenüberstellung der heute vorzugsweise angewandten Arbeitsverfahren für die Gewinnung von Kolbenschat und Maiskorn-Spindel-Gemischen bietet die nachfolgende Abbildung.

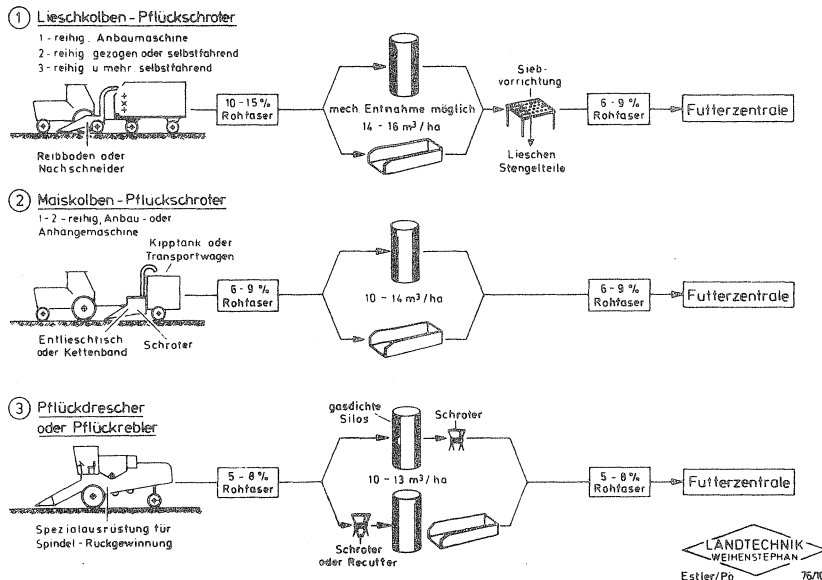
Bei einer Bewertung der Verfahren ist auch die Einsatzfähigkeit bei ungünstigen Erntebedingungen zu berücksichtigen. Zweifellos sind Lieschkolben-Pflückschroter in der Lage, nicht völlig körnerreifen Mais zu ernten, zumin-

dest besser, als dies mit dem Maiskolben-Pflückschroter oder Pflückdrescher/Pflückrebler gelingt. Eine unvollkommene Ausreife ist in Grenzlagen des Körnermaisbaues sicherlich primär auf die ungünstigere Witterung zurückzuführen. Sie beruht aber in nicht unerheblichem Maße auch auf einer gewissen Risikofreudigkeit der Landwirte, die unter dem Eindruck günstiger Anbaujahre oftmals einseitig auf später abreifende, ertragreichere Sorten zurückgreifen.

Von seiten der Maiszüchter werden alljährlich erhebliche Summen in die Entwicklung neuer, früh abreifender und ertragreicher Sorten investiert. Es gilt daher vorrangig, dieses Ertragspo-

tential völlig und gezielt auszuschöpfen, ehe neue und kostspielige Konstruktionen von Erntemaschinen geschaffen werden, die vorzugsweise für die Bewältigung der Körnermaisernnte in Krisenjahren geeignet sind. Zumindest muß die Gewähr dafür gegeben sein, daß mit derartigen Ernteverfahren auch in normalen Jahren die von der Tierernährung und Fütterungstechnik gestellten Anforderungen an das Erntegut nachhaltig erfüllt werden können. Sortenwahl, Anbau- und Erntetechnik müssen daher sorgsam aufeinander abgestimmt sein, wenn auch bei der Ernte von Kolbenschat und Korn-Spindel-Gemisch eine verlustarme und problemlose Ernte gewährleistet sein soll.

Ernteverfahren für Kolbenschat und Korn-Spindel-Gemisch



Übersicht "Ernteverfahren für Maiskolben-Silage"

Aus der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik der TU München
in Freising-Weißenstephan

Technik für die Maiskolbenschrot-Silage

Von Klaus Grimm

Zusammenfassung

Zur Ernte von Körnermais (Rohfaser 2—3%) oder Corn-Cob-Mix (Rohfaser 6—8%) wird in der Regel der Pflück-Mähdrescher (umgerüsteter Mähdrescher mit Maispflückvorsatz aus Reißwalzen und Pflückschienen) bzw. ein Spezial-Pflückdrescher für Mais (Pflückwalzen und Stifftrommel) eingesetzt. In den letzten Jahren konnte ein vereinfachtes Verfahren zur Ernte des gesamten Maiskolbens einschließlich Lieschblättern und Spindeln bis zur Praxisreife entwickelt werden. Dieses Verfahren kennzeichnet den Einsatz des Felddreschers, mit einem für Mähdrescher konzipierten ein- oder mehrreihigen Pflückvorsatz. Dieses Ernteverfahren erfordert folgend alle Glieder der Silierkette einschließlich der gegebenenfalls Entnahmetechnik aus den Silos. Der Rohfasergehalt des von dem Pflückhäcksler geernteten Maiskolbenschrotes beträgt 8—15% je nach Maschinenart und Reifezustand der Pflanze. Der relativ niedrige Maschinenkapitalaufwand zur Herstellung von geschroteten Maiskolben einerseits und verheißungsvolle Fütterungsergebnisse auf praktischen Betrieben andererseits lösten eine intensive Entwicklungs- und Forschungsarbeit aus. Das zunächst wichtigste Ergebnis, wie das Erntegut aufgrund der Verwertung durch das Schwein zu beurteilen ist, mußte abgewartet werden, um eine weitere technische Entwicklung einzuleiten. Nachdem die vom Institut für Tierernährung und der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik durchgeführten Untersuchungen zur Verfütterung verschiedener Maiskolbenschrot-Silagen in der Schweinemast vorlagen, wurde die konstruktive Entwicklungsarbeit verstärkt, insbesondere auch im Hinblick auf hohe Schlagkraft des Kolben-Pflückhäcksler-Verfahrens. Die folgende schwierige Erntekampagne 1972 und 1974 verlieh dem Wunsch der Praktiker Nachdruck, neben dem Pflückdrusch mit dem Mähdrescher oder Spezial-Maisdrescher ergänzende Verfahren anzubieten. Hierzu seien angeführt:

1. Maiskolbenschrot (MKS), ob über Pflückdrusch- oder Pflückhäckslerverfahren einsiliert, wird zunehmend für die Verfütterung an Schweine interessant.
2. Drusch- oder Häckslerverfahren unterscheiden sich im wesentlichen nur in der Grundmaschine. Während der Pflückdrescher Vorteile in der großen Flächenleistung beim TM-Gehalt über 60% und in der Einhaltung eines bestimmten Rohfaseranteils für sich buchen kann, liegen die Vorteile beim Pflückhäcksler im geringen Kapitalbedarf, weitreichenderen und funktionssicheren Einsatzbereich im Hinblick auf Reifegrad der Pflanze und geringer Verluste, besonders bei schwierigeren Ernteverhältnissen.
3. Beide Verfahren (beim MD mit Einschränkungen, wenn der TM-Gehalt unter 60% liegt) können die nachfolgenden technischen Einrichtungen der Transport-, Befüll- und Entnahmetechnik der Grünfütter-Silierverfahren ohne Abänderung verwenden. Diese Feststellung ist besonders für die bäuerlich betriebenen Veredelungsbetriebe von Bedeutung.

Als Kriterium steht das Erntegut mit unterschiedlichem Rohfasergehalt bei den drei Verfahren im Vordergrund.

Zur Körnermaisernte:

Der Pflückmähdrescher hat heute bei der Körnermaisernte eine überragende Bedeutung erreicht. Es werden derzeit ca. 90% der Konsummais-Anbauflächen mit dem Mähdrescher abgeerntet, der für die Bergung des Maiskolbens mit einem Pflückvorsatz ausgerüstet wird.

Technik für die Maiskolbenschrot-Silage

Im Grunde gibt es drei Variationen bei diesem Ernteverfahren:

1. Das älteste Verfahren — in Abb. 1 wurde auf die Darstellung verzichtet — ist der Mähdrusch des Mais. Hier wird wie beim Getreide die gesamte Pflanze in die Erntemaschine aufgenommen. Die hohen Schüttlerverluste und der enorme Leistungsbedarf für den Strohschläger sowie die Notwendigkeit des Einsatzes speziell entwickelter Maispflüge führten zu Neuentwicklungen.
2. Beim Pflückdrusch wird der Mähdrescher mit einem „Pflückvorsatz“ ausgerüstet. Dieser besteht im wesentlichen aus Reißwalzen und Pflückschienen. Hierbei werden nur Kolben und teilweise die oberen Pflanzenteile geerntet und dadurch die Erntemaschine geführt. Die erzielbare hohe Flächenleistung dieses Ernteverfahrens erfordert ein entsprechendes Angebot an Erntefläche, um den Einsatz wirtschaftlich zu halten. Neben der Anschaffung des Mähdreschers müssen derzeit 7000 bis 8000 DM pro Reihe für den Pflückvorsatz investiert werden. Um einen einigermaßen reibungslosen Einsatz der Maschine zu gewährleisten, sollte der Mais einen Reifegrad von mindestens 50% Trockenmasse (TM) erreichen. Erst ab 60% TM sind gute Flächenleistungen ohne nennenswerte Aussiebverluste am Schüttler zu erzielen.
3. Neben diesem Pflückmähdrescher machte gerade im sehr feuchten Herbst 1972 der „Spezialpflückdrescher“ von sich reden. Hier besteht der Pflückvorsatz aus zwei gegenläufigen Pflückwalzen, jedoch ohne Pflückschienen — dadurch kommen weniger Pflanzenteile in die Erntemaschine — und zwei nach dem Rebbler-Prinzip arbeitende Stifentrommeln, die das Ausreiben der Maiskolben vornehmen. Diese Spezialmaschine, die ausschließlich für die Maisernte entwickelt wurde, hat einen Anschaffungspreis von ca. 80 000 DM (dreireihig) und fordert für einen wirtschaftlichen Einsatz eine Erntekampagne-Leistung von 200—250 ha Mais. Ein verlustarmer Einsatz dieser Maschine ohne Störzeiten setzt einen gleichmäßigen Maisbestand ohne „Zwillingskolben“ voraus, da sonst mindestens der Zweitkolben verlorengelht. Abgebrochene Pflanzenteile, die in das „Rebbleraggregat“ gelangen, führen dort zu Verstopfungen. Diese Erntemaschine kann noch bei 35% Trockenmasse des Erntegutes eingesetzt werden. Es empfiehlt sich jedoch dann beim Einsatz, den Kornbunker nicht zu befüllen, sondern auf einen nebenherfahrenden Wagen während des Einsatzes überzuladen. Für die weitere Verarbeitung des geernteten Maises über 50% TM können derzeit drei Wege beschritten werden, die aus Abb. 1, Bild Mitte bis links zu erkennen sind.
 - a) Für eine Anzahl von Betrieben ist der Mais eine Verkaufsfrucht. Der Verkauf vom Feld oder nach betriebseigener Reinigung, Trocknung und evtl. Zwischenlagerung ist ein besonderer Vorteil dieses Verfahrens. Für die betriebseigene Verwertung von getrocknetem Mais über den Schweinemagen werden von der Industrie ausgereifte Anlagen angeboten, um selbsthergestellte Futtermischungen vollautomatisch an den Futterplatz zu bringen.
 - b) Mit dem Zusatz von Propion- oder Ameisensäure bei feuchtem Getreide oder Mais wurde in den letzten Jahren ein weiteres Konservierungsverfahren angeboten. Einfache kostengünstig angelegte oder nicht mehr anderweitig genutzte Lagerflächen oder Behälter können zur Bevorratung so aufbereiteten Futters Verwendung finden.
 - c) Für die Lagerung von Feuchtmals, aber auch Getreide in gasdichten Silobehältern bringt ein der Einlagerung vorgeschalteter Arbeitsgang zur Kornzerkleinerung günstigere gärtechnische Voraussetzungen.

Zur störungsfreien mechanischen Entnahme derartigen Futters sollte der Feuchtegehalt 40% nicht übersteigen. Bei Nutzung der hohen Ernteleistungen der Pflückdrescher werden Feuchtgetreidemengen geliefert, die nur durch leistungsstärkste Zerkleinerungs- und Fördergeräte bewältigt werden können.

Corn-Cob-Mix — gewonnen beim Pflückdrusch:

Die bei diesem Ernteverfahren in den mitgeernteten Kolbenspindeln enthaltenen Nährstoffe und die Rohfaser, deren Anteil in diesem Futter auf ca. 8% erhöht wird, werden der Nutzung im Tiermagen zugeführt. Auch die in den Kolbenspitzen befindlichen nicht ausgereiften Körner kommen beim Druschvorgang in das Erntegut.

Technisch läßt sich dieses Problem durch Abänderung im Pflückmähdrescher lösen.

1. Vergrößerung der Siebquerschnitte im Korb
2. Langsamere Drehzahl der Trommel
3. Abdeckung der Freiräume zwischen den Dreschleisten
4. Wechseln der Siebe im Schüttlerteil

Dieses so gewonnene gepflückte Maiskolben-Erntegut, genannt „Corn-Cob-Mix“, läßt sich — ohne Zerkleinerung in gasdichten Behältern mit mechanischer Oben- oder Untenentnahme lagern, entnehmen, mit einer Schlagmühle zerkleinern und mit mechanischen Fütterungsanlagen an Schweine verteilen,

— oder durch einen, dem Silobefüllgebläse vorgeschalteten Recutter zerkleinern, um es als „fertig aufbereitetes“ Schweinemastfutter in einem Gärbehälter zu lagern.

Eingang des Manuskripts: 19. 9. 74

Zu den klassischen Verfahren der Körnermais-Ernte sind in den letzten Jahren zwei ergänzende Verfahren entwickelt worden. Über den Stand der Technik wird in diesem Beitrag aus der Sicht des Landtechnikers berichtet. Eine Bestandsaufnahme der Verfahren ist in der Abb. 1 vorgenommen.

Der Recutter stellt eine Nachschneideeinrichtung dar. Der Zerkleinerungsgrad kann durch Wahl verschiedener Siebe bestimmt werden. Bei einem TM-Gehalt über 55% läßt sich dieses so erzielte grobmehlige Schrot mittels des nachgeschalteten Gebläses auch in Hochsilos einlagern.

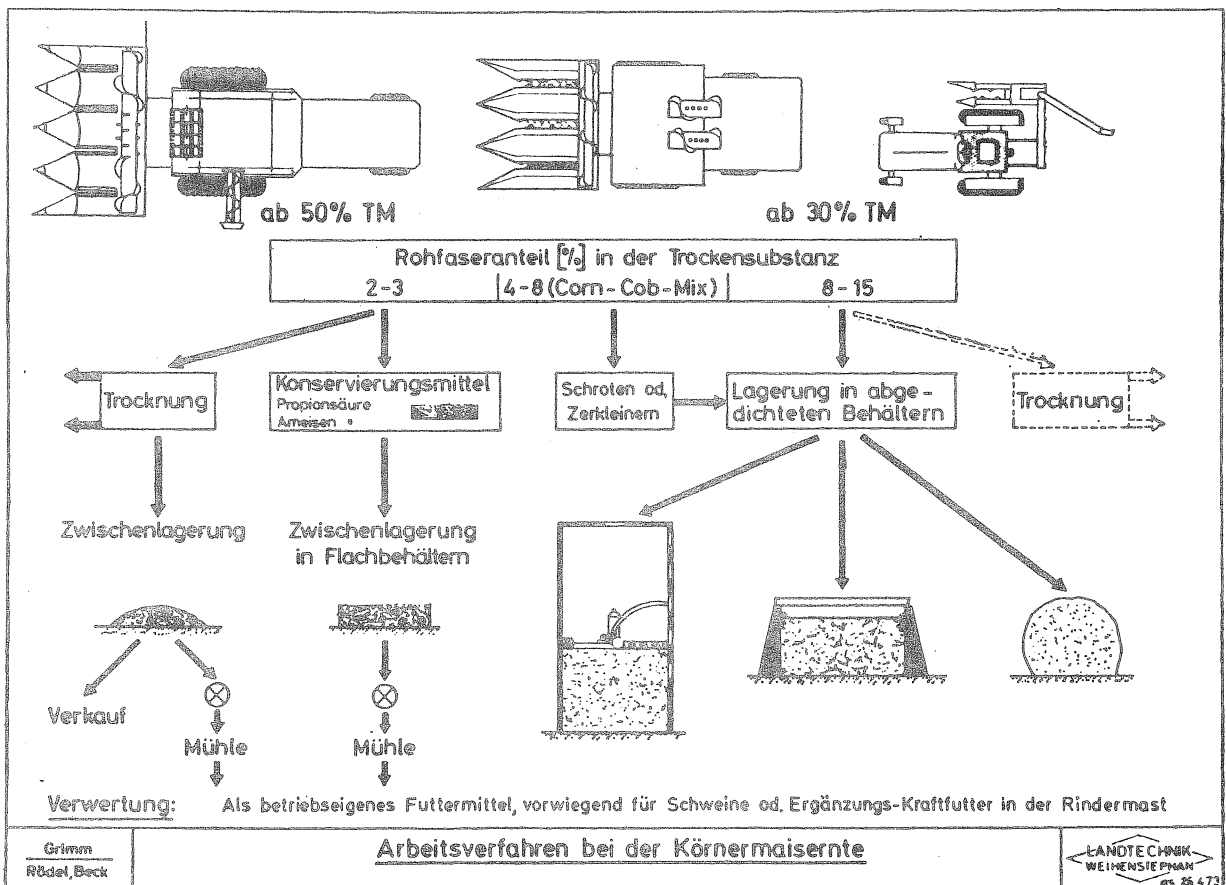


Abb. 1: Pflückdrusch — Pflückrebber — Kolbenhäcksler. Für den Kolbenpflückhäcksler (hier 1 Reihe) sind 1973/74 2- und 4-R.-Maschinen entwickelt worden, deren Grundgeräte vorwiegend in der Silomais- und Grünfütterernte eingesetzt werden.

Technik für die Maiskolbenschrot-Silage

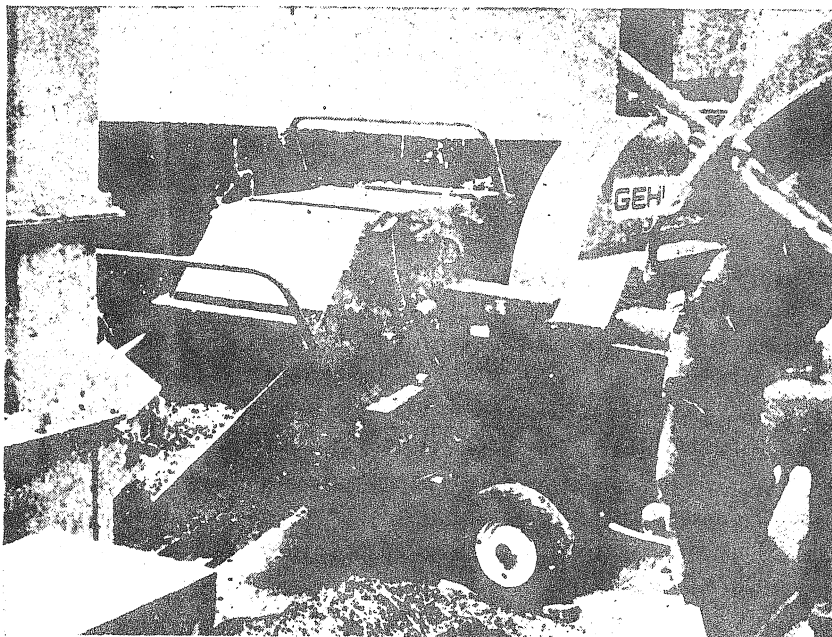


Abb. 2:
Recutter und Gebläse

Dieser Vorschneider besteht aus einer Messertrommel, die das Gut vorzerkleinert und durch eine gelochte Stahlplatte treibt, wobei hier ein weiterer Zerkleinerungseffekt erreicht wird. Anschließend gelangt der Futterstrom in das Fördergebläse. Gewünschter Zerkleinerungsgrad des Gutes und geforderte Stundenleistung bestimmen das PS-Angebot des Fördergerätes. Dieses Zerkleinerungsgerät muß auch bei der Silierung von Erntegut von Spezialmähdreschern der Einlagerung vorgeschaltet werden.

Von Nachteil ist, daß sich gemahlenes feuchtes Gut später nur mit der Schaufel oder dem Frontlader aus dem Fahr-silo entnehmen läßt; Hochbehälter fallen vorläufig als Gärfuttersilos aus, wenn eine mechanische Unten- oder Obenentnahme störungsfrei eingesetzt werden soll. (Es liegen noch keine ausreichenden Erfahrungen vor.)

Neben diesen seit einigen Jahren bekannten Verfahren wird heute der Einsatz des Feldhäckslers mit Zusatzaggregaten für die Kolbenschrotgewinnung aus vielerlei Gründen für den Praktiker interessant.

Der „Pflückhäcksler“ stellt bereits am Feld trogfertiges Futter her. Wenn dies auch noch nicht von allen Maschinen

sicher erreicht wird, so sind doch gegenüber den ersten Pflückhäckslern beachtliche Fortschritte in dieser Richtung festzustellen.

Dem Wunsch der Praxis nach höherer Flächenleistung wird mit dem Bau von zweireihigen Trommelmaschinen entsprochen, nachdem es möglich ist, die

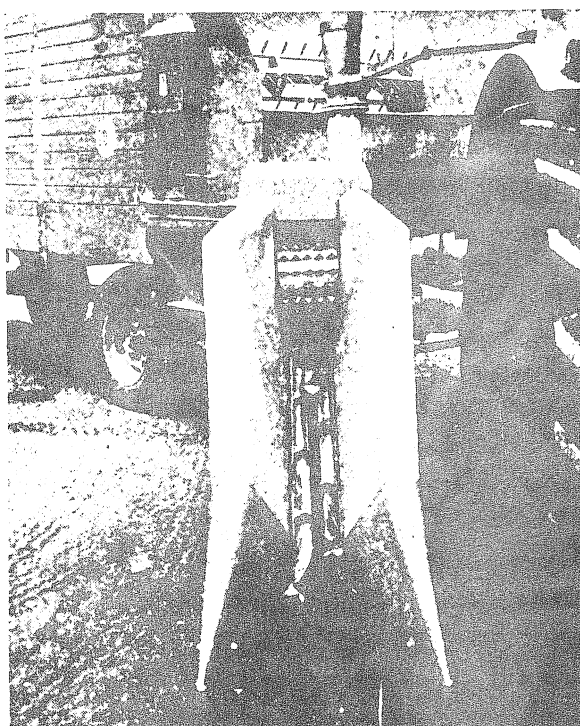


Abb. 3: Maiskolbenschrothäcksler werden in Scheiben- oder Trommelbauweise angeboten.

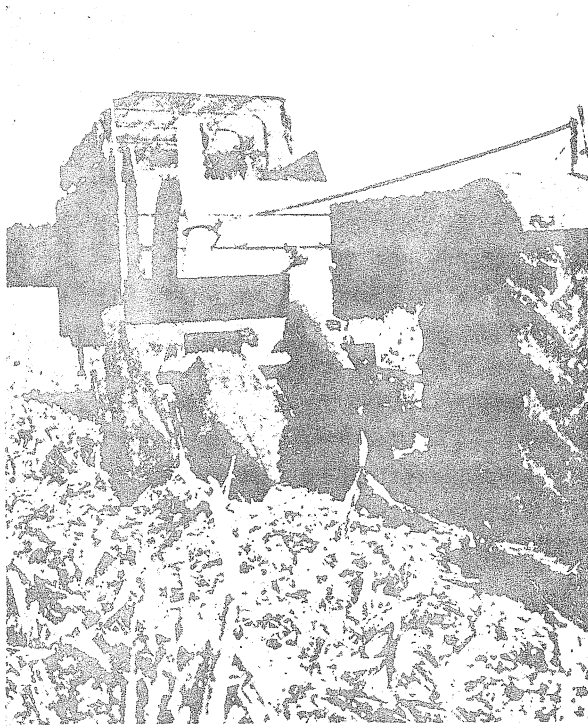


Abb. 4: Zweireihige Pflückhäcksler. Als Grundgerät dient hier ein zweireihiger Trommelfeldhäcksler. Ausgerüstet mit einer Spezialtrommel und einem zweireihigen Pflückvorsatz.

Grundmaschine Feldhäcksler mit neuen Schneidwerkzeugen, die aus der Schrotmühlenentwicklung kommen, auszurüsten. Auch bei älteren Feldhäcksler-Baujahren ist dies noch möglich.

Diese Erntemaschinen werden ein- oder mehrreihig (Abb. 4) und als Spezial-

maschinen mit Entlieschteil (Abb. 5 1) angeboten. Die Landtechnik Weihenstephan entwickelte gemeinsam mit der Industrie einen selbstfahrenden, zweireihigen Pflückhäcksler mit Kippbunker (Abb. 5 r) auf der Zugmaschine.

Bei feuchterem Erntegut unter 50% Trockenmasse kann durch Herausnahme des Reibbodens, der Abdeckplatten am Scheibenrad die sonst auftretende „Kaminverstopfung“ verhindert werden. Das heißt, die Maschine kann den jeweiligen Ernteverhältnissen entsprechend angepaßt werden. Dies trifft auch für das Grundgerät ohne Entlieschteil zu.

Höhere Flächenleistungen lassen sich mit dem zweireihigen Pflückschroter erzielen. In Verbindung hier mit dem Unimog U 84 und einem Hochkippbunker (2, 3 t Nutzlast) ist diese Einheit ein echter Vollernter. Der zweireihige Pflückvorsatz läßt sich gegen ein zweireihiges Maisgebiß und auch gegen eine Pick-up auswechseln. Interessant ist das relativ hohe Transportvolumen dieser Erntemaschine von 2,3 t, das sich noch auf 3 t erweitern läßt. Dies entspricht einer Erntefläche von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{3}$ ha, oder bei einer Feldlänge von 500—600 m könnten vier Reihen abgeerntet werden. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde ge-

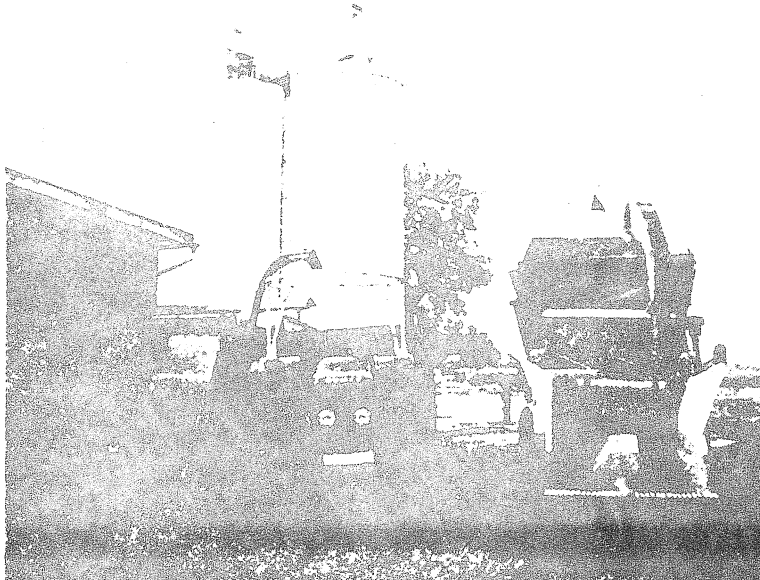


Abb. 5: Einreihiger Spezialpflückschroter mit Entlieschteil. Sein Vorteil liegt im Entlieschteil. Die Lieschblätter und obere Stengelteile werden vor der Zerkleinerung des Kolbens abgetrennt. Sein Einsatzbereich liegt optimal dann vor, wenn auch der MD mit Erfolg eingesetzt wird.

Technik für die Maiskolbenschrot-Silage

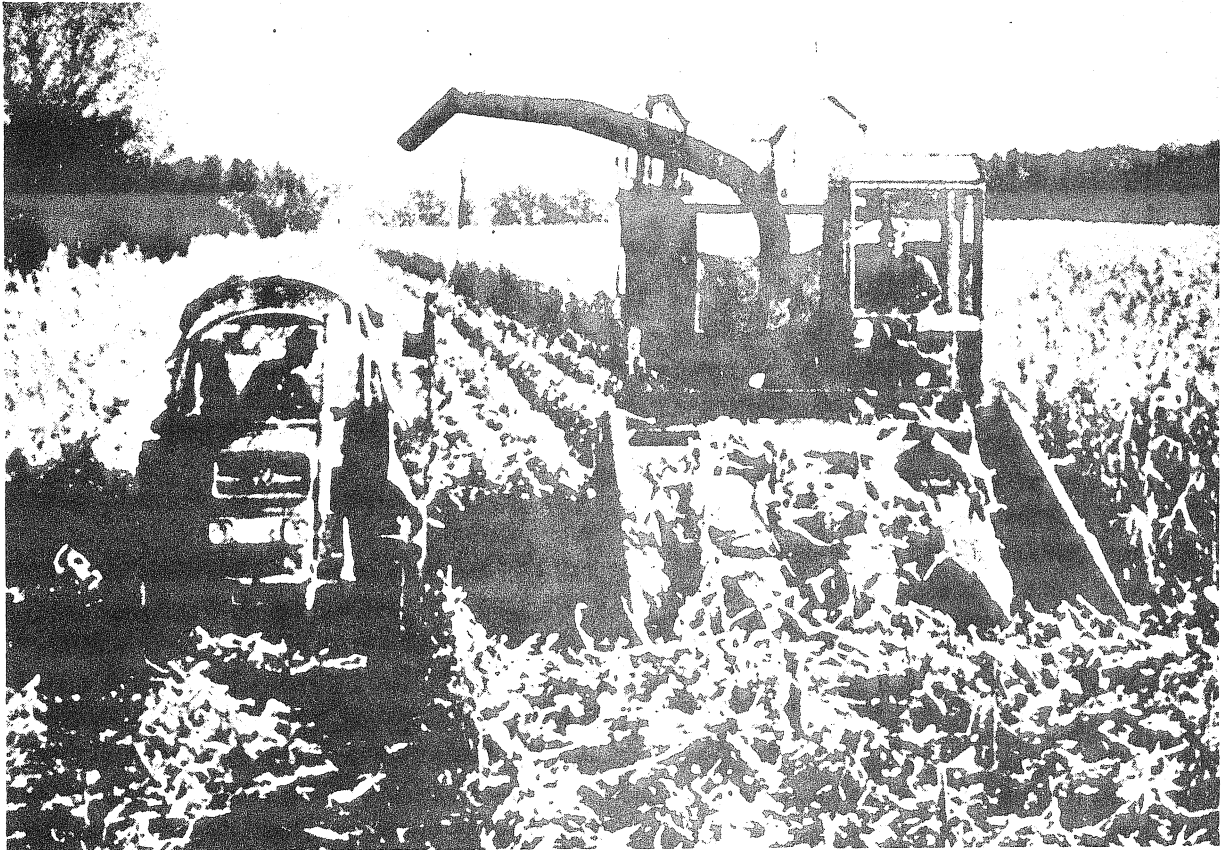


Abb. 6a: Dieser Prototyp einer 4reihigen selbstfahrenden Maiskolbenschroters (Grundgerät SF Jaguar 60) erzielte Flächenleistungen, die von einem 4reihigen MD bei guten Voraussetzungen erreichbar sind (1 ha/h). Neben der hohen Flächenleistung sind als Vorteile zu nennen: Geringste Ernteverluste, hohe Funktionssicherheit auch unter schwierigsten Ernteverhältnissen ab 35% TM. Der Schrotteil und der 4reihige Pflücker lassen sich von 2 AK in 2 h gegen einen Häckselteil mit 2reihigem Maisgebiß ohne Probleme austauschen.

meinsam mit der Industrie ein selbstfahrender Feldhäcksler mit einem vierreihigen Pflücker und einem Schrotteil entwickelt.

Zum Anmähen der Felder wird der Auswurfkrümmer in den Kippbunker eingeschwenkt. Die Kapazität des Bunkers beträgt 3 t Maisschrot. Eine Feldlänge von 600—700 m kann ohne Überladen abgeerntet werden. Damit wird der selbstfahrende Pflückschroter zum echten Vollernter wie der Pflückdrescher.

Es bleibt der Praxis vorbehalten, ob sie diese Neuentwicklung annimmt. Für den Lohnunternehmer ist die weitere Nutzung des Feldhäckslers in der Körnermaisernte sicherlich sehr kostendeckend. Der geringe Kraftbedarf von 25—30 PS/Reihe ist bestechend.

Mehr Sicherheit mit dem Pflückhäcksler im gesamten Verfahrensablauf zeigten die Erntejahre 1972 und 1974

Der Feldhäcksler als Grundgerät mit Zusatzeinrichtung und Pflückvorsätzen, heute als Pflückschroter bekannt, bietet dem Landwirt mehr Sicherheit bei der Maiskolbenernte. Seine Funktionssicherheit ist auch dann noch gegeben, wenn der Gesamttrockenmassegehalt des Maiskolbens nur 35% beträgt. In einem Arbeitsgang — Pflücken und Schroten — bietet er ein energiesparsames Arbeitsverfahren, erzielt eine stets gute Qualität des Futters. Diese bleibt auch im Gärfuttersilo erhalten, wenn Schlagkraft, Verdichten des Futters und Silogröße (Hoch- oder Fahrsilo) aufeinander abgestimmt sind. Die Gärverluste betragen etwa 4—8%. Die Verdaulichkeit

des Futters nimmt um 5—6% zu (KIRCHGESSNER).

Mehrere Faktoren können als Begründung genannt werden.

Vorteile:

1. Verlustlose Ernte (die den Kolben umschließenden Lieschblätter verhindern Körnerverluste);
2. reibungsloser, störungsfreier Transport bei allen Fördervorgängen;
3. sicherer Gärablauf (Milchsäurevergärung, Zunahme der Verdaulichkeit);
4. leichte Trennung mittels eines Siebtisches, einstellbar je nach gewünschtem Rohfaseranteil 11, 10, 9, 8% in der Trockensubstanz;
5. gute Verwertbarkeit des Siebrückstandes.

Nachteile:

1. Vermehrter Siloraumbedarf;
 2. zusätzlicher Arbeitsgang: Siebtisch.
- Wägt man die Nachteile gegenüber den Vorteilen ab, so können wir nach unserer Erfahrung feststellen, daß die Nachteile ohne Bedeutung sind. Eine Verwertbarkeit der Siebrückstände ist problemlos mit gutem Erfolg möglich —

gleich gut in der Rinder- bzw. Zucht-sauenhaltung. Mit dem Ertrag der Siebrückstände kann man zusätzlich etwa $\frac{1}{2}$ Bullen/ha mästen bzw. zwei Zucht-sauen pro Jahr mit Grundfutter (vgl. Silomais) füttern. Im familienbäuerlich geführten Betrieb setzt dieser Mehrertrag keine hohe Arbeitsleistung voraus und auch keine zusätzliche Investitionen, da in der Regel Stallraum zur Verfügung steht.

Erhaltung der Rohfaser in seiner Ausgangsstruktur bringt Vorteile

Einen zunächst als Schönheitsfehler erkannten Nachteil haben die einfach gebauten robusten Pflückschroter. Sie erzeugen, wenn keine Nachschneideeinrichtungen bzw. keine Entlieschvorrichtungen vorgesehen sind, ein optisch nicht gut verkaufbares Erntegut. Wir empfehlen die in ihrer Struktur erhaltenen Lieschblätter erst nach der Entnahme aus dem Gärfutterbehälter aus dem Futter mittels eines Siebtisches (Abb. 6b u. 6c) zu trennen.

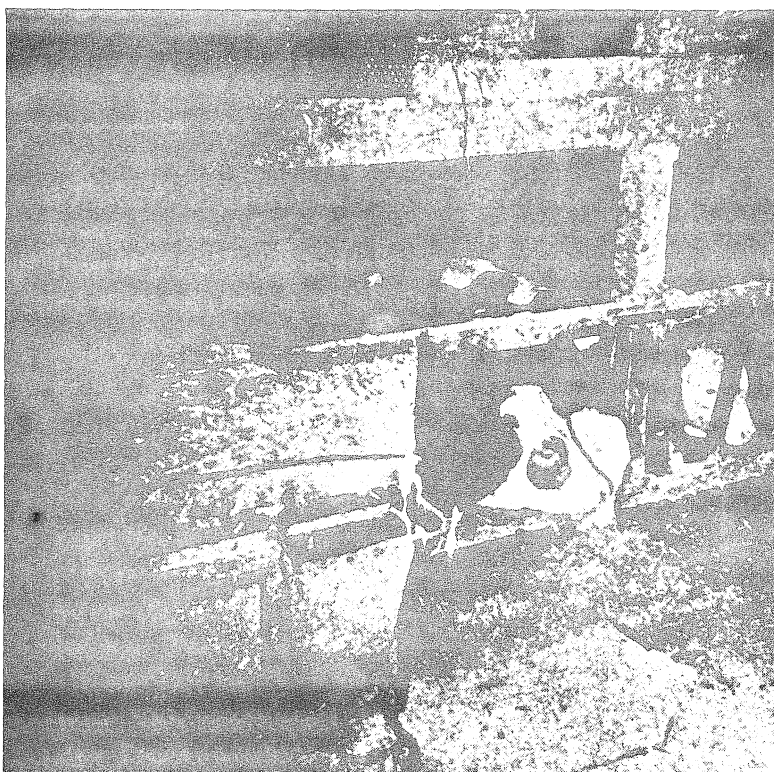


Abb. 6b: Futtermittelverwertung von Maiskolbenschrotsilage. Im Vordergrund steht der Siebtisch. Die Siebrückstände, die bis zu 15% Ausgangsmaterial betragen können, gelangen hier direkt in den Futtertrog für die Mastbullen. Die abgeseibte Ware — je nach Sieblochdurchmesser — mit einem Rohfaseranteil unter 10—11% fällt in den Futterwagen (200 kg Inhalt), der hier in den Bottich einer Flüssigfütterungsanlage gekippt wird.

Technik für die Maiskolbenschrot-Silage

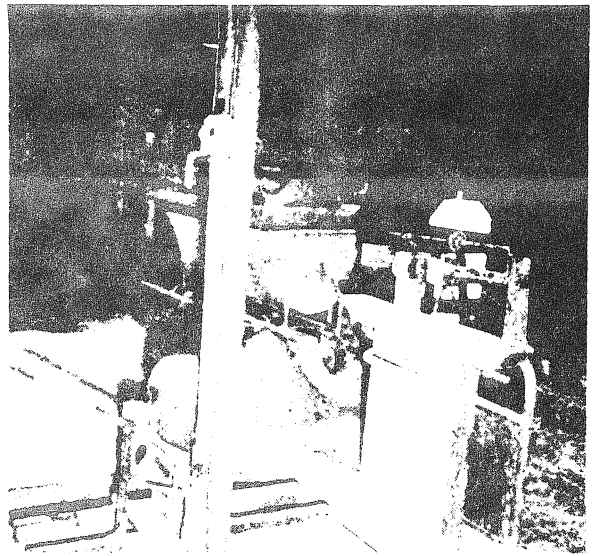


Abb. 6c: Eine der Tierzahl entsprechende Eiweißmenge wird diesem Futter beigemischt. Es handelt sich um eine Fütterung bis zur vollständigen Sättigung. Molke als Flüssigkeit ist besonders zu empfehlen. Wir schlagen ein Mischungsverhältnis von 2-2,5 l Molke zu 1 kg Maiskolbenschrot vor.

Vorschläge für die Lagerung der Maiskolben-Schrotsilage

Erntegut von den drei angeführten geschilderten Verfahren gewonnen. läßt sich nach Erfahrungen gleich gut in den hier dargestellten Gärfutterbehälter lagern.

- Neben der erforderlichen Verdichtung des Futters,
- einer festen Abdeckung bei freistehenden Hoch- oder Fahrsilos,
- ist eine zusätzliche Folienabdeckung auf dem Futterstock angebracht, um Abraumverluste möglichst zu vermeiden (Abb. 7).





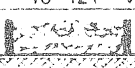

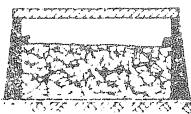
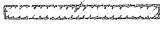

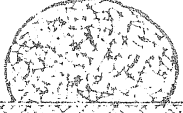

Hochsilo	Abdeckung	Abraumverluste	Entnahme		
					
 nach je 10-12t verdichten  $\gamma = 0,75$	Sandsack  Folie	keine	gut	sehr gut	nein
Flachsilo  $\gamma = 0,85$	mobile Abdeckung  Sandsack  Folie 1cm Sandschicht	gering = 3%	gut	möglich	nein
Folienschlauch-Silo  $\gamma = 0,95$	—	mittel = 5%	be- friedigend	nein	nein
Grimm Rodel, Beck	Lagerung und Entnahme von Maiskolbenschrot			 as 20.273	

Abb. 7: Beispiele für die Lagerung von Maiskolbenschrot-Silage

Eine mechanische Entnahme dieses Futters aus Hochsilos ist mit Oben- oder Untenentnahmefräsen möglich. Die Entnahme aus Silos mit der Greiferzange ist nicht zu empfehlen, da die bei diesem Entnahmegerat bedingte Tiefenlockerung erhebliche Gärverluste nach sich zieht. Die mechanische Futterentnahme aus Flachsilos bereitet keine Schwierigkeiten technischer Art. Wird dieses Futter während der Sommermonate in Flachsilos oder Siloschläuchen gelagert, so empfiehlt es sich, diese mit einem Dach zu überdecken, um Gärverluste durch Überhitzung des Futterstockes zu vermeiden.

Beobachtungen bei der Futtervorlage von MKS:

- Maiskolbenschrot-Silage kann bis zur vollen Sättigung Mastschweinen verabreicht werden.
- Maiskolbenschrot-Silage kann mit automatischen Fütterungswagen, wie

sie aus der Rinderhaltung bekannt sind, auch im Schweinestall zugeteilt werden.

- Maiskolbenschrot-Silage bei Tieren in dänischer Aufstallung gefüttert, erfordert die Installation von Tränkebecken im Mistgang.

Die Zuteilung von Futter in flüssiger Form nimmt an Bedeutung zu.

Eine Tagesration Corn-Cob-Mix-Futter wird aus einem Harvestore-Silo mit der Untenentnahmefräse genommen, von einer Mühle geschrotet, in der Mixgrube mit Zusatzkomponenten ergänzt und Wasser zugegeben. Für Untenfräse, Schrotmühle und Mixer, die gleichzeitig laufen müssen, ist je nach Anlagengröße ein Anschlußwert von 20 bis 30 kW erforderlich. Auch an herkömmlichen Hochsilos kann dieses Verfahren installiert werden.

Diese Futterwert-Tabelle zeigt Richtwerte für den täglichen Bedarf an MKS-

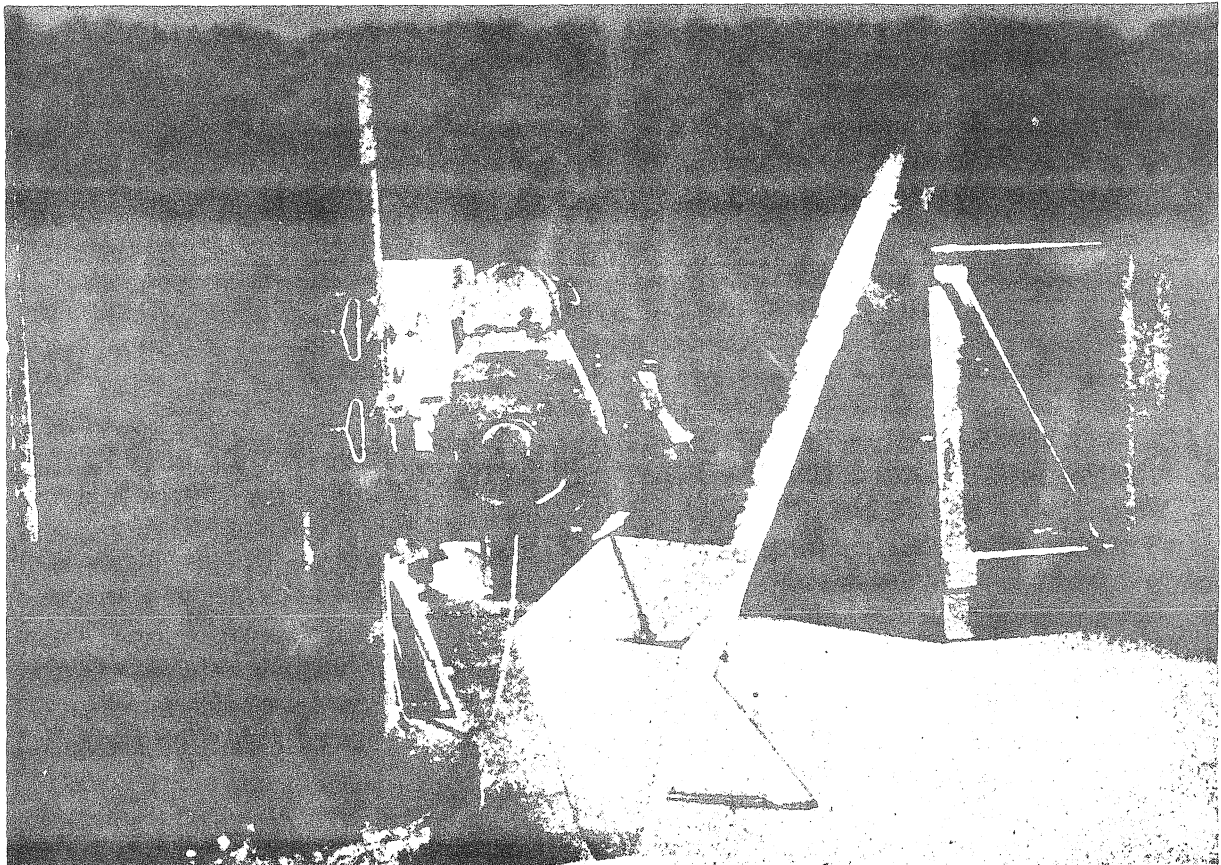


Abb. 8a: Planungsbeispiel: Corn-cob-mix, Entnahme aus dem Harvestore

Technik für die Maiskolbenschrot-Silage

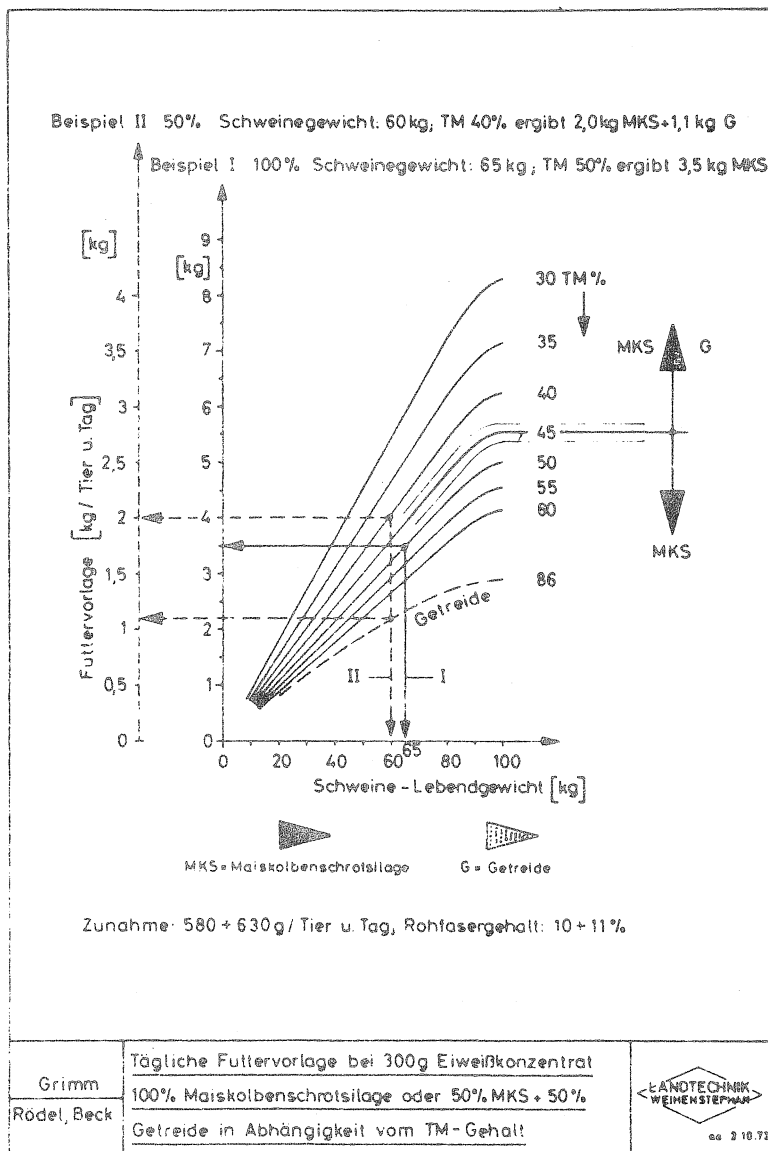


Abb. 8b: Tägliche Futtermenge bei 300 g Eiweißkonzentrat, 100% Maiskolbenschrot-Silage oder 50% Maiskolbenschrot-Silage + 50% Getreide in Abhängigkeit vom TM-Gehalt

Silage an. Unterstellt sind 300 g Eiweißaufnahme pro Tag in Abhängigkeit der TM und Rohfaseranteil, wobei mittlere Zunahmen von 570—630 g pro Tier und Tag erreicht werden sollen. Der Futteraufwand an MKS-Silage läßt sich in Abhängigkeit vom Schweinelebensgewicht und vom TM-Gehalt des Futters ermitteln.

Fütterungsbeispiel MKS TM über 50%. Neben der erforderlichen Eiweißmenge wird nur Maiskolbenschrot-Silage verfüttert. MKS = 100%.

Bei einem Lebensgewicht von 65 kg erhalten die Tiere 3,5 kg MKS.

Ist der TM-Gehalt der MKS unter 50—45%, wird folgendes empfohlen:

Bei einem Lebensgewicht von 60 kg sind 2 kg MKS — möglichst vormittags — und 1,1 kg Getreide + 300 g Eiweiß — nachmittags vorzulegen. Aus den einzelnen Komponenten kann selbstverständlich eine Futtermischung hergestellt werden.

Neben einer guten Futterverwertung der MKS in der Schweinemast hat die Aussage über die Fleischqualität besondere Bedeutung. Ergebnisse aus ersten Versuchsreihen sind auf der folgenden Darstellung zusammengetragen (Tab. 1).

Tabelle 1: Fleischbewertung von verschiedenen Mastgruppen (Totvermarktung)

Futterart (Ernte 1972)	TM [%] i.d. Trockensub.	Rohf [%]	Tierzahl	Klassifizierung [%]				Aufstallung
				I	II	III	IV	
Feuchtmaisschrot	53,1	3,0	21	15	45	30	10	Tiefstall
Maiskolbenschrot	48,0	11,3	40	27,5	55	17,5	—	
	40,0	13,0	55	24	55	21	—	dänische Aufstallung
Getreide	86,0	5,0	207	58	33	9	—	
1/2 Getreide + 1/2 Maiskolben- schrot	38,0	13,5	129	60	31	9	—	

Die in der Tab. 1 aufgeführten Werte basieren nicht auf Vergleichsversuchen, sondern sind eine Gegenüberstellung von Reihenergebnissen. In den ersten beiden Versuchsreihen wurden im Tiefstall Feuchtmaisschrot und MKS vergleichsweise verfüttert. Der höhere Rohfaseranteil und die längere Haltungszeit von 10 bis 14 Tagen bewirken vermutlich eine bessere Fleischbewertung, also höheren Erlös. In einer dritten Versuchsreihe — Mastschweine in dänischer Aufstallung — lag selbst bei einem niedrigeren TM-Gehalt der MKS von 40% und einem Rohfaseranteil von 13% eine etwa gleich gute Fleischbewertung vor.

In einem weiteren Versuchsbetrieb konnte der sonst übliche Einsatz des Pflückdreschers im Herbst 1972 nicht erfolgen. Der Landwirt entschloß sich zum Einsatz eines Kolben-Pflückschroters,

um 9 ha Mais ernten zu können. Gefüttert wurde abends nach Rationsliste Getreide. MKS-Silage verabreichte dieser Betriebsleiter bei der Vormittagsfütterung bis zur Sättigung. Diese Kombinationsfütterung bewirkte sogar eine leichte Verbesserung der Fleischqualität gegenüber der sonst üblichen Getreidemast.

MKS in der mobilen Heißlufttrocknungsanlage getrocknet:

Diese Frage erscheint Maisanbauern, die selbst keine Veredelung über den Schweinemagen betreiben wollen, interessant. Auf Anregung zweier Praktiker wurden im Frühsommer 1973 MKS aus der Ernte des Vorjahres als Silage in zwei Versuchsreihen mit 34% und 44% TM getrocknet. Die vorliegenden Ergebnisse haben veranlaßt, auch Frischware zu trocknen, um die vielen offenen Fragen um diese Problemstellung be-

Technik für die Maiskolbenschrot-Silage

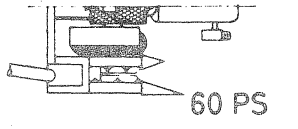

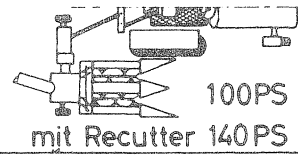

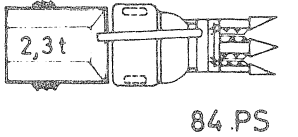

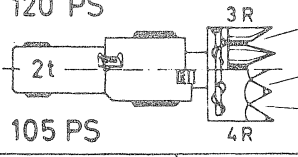



Ernteverfahren Maschine	Minimum TM-Gehalt [%]	Flächenleistung (Richtwerte) [ha/h] km/h		Ernte- leistung [t/h]	erfordert. Wagen 4t Ldg.	AK Transp. + Hof	AKh/ ha	PS-Bedarf f. Hofmasch. Förderb., Gebläse, Dosiertisch
 60 PS	75cm ↑ ab 35 ↓	0,24	3,8	3,5		1	1	F 5 od. G 30
 100PS mit Recutter 140PS		0,46	3,8	5,9		1	1	F 5 od. G 50
 84 .PS		0,38 0,49	4,1	4,9 6,4	keine 	1	2	D+F 15 D+G 40 F 5 G 30
 120 PS 2t 105 PS 3R 4R	ab 35 ab 50 ab 60	0,58 0,4 0,65	3,0 2,0 3,0	Überkippen 5,8 4,0 6,5	keine  	1 1 1	2 2 1	5,1 7,3 3,1 Recutter 110÷ 150
Grimm Rödel, Beck	Arbeitsverfahren: Maiskolbenschrotsilage mit dem Pflückhäcksler (10—11% Rf) u. dem Pflückdrescher (Corn-cob-mix 4—7% Rf) für Fertigfutter + Eiweiß							 as 1.10.73

Abb. 9: Arbeitsverfahren: Maiskolbenschrot-Silage mit dem Pflückhäcksler (10—11% Rf) und dem Pflückdrescher (Corn-cob-mix 4—7% Rf) für Fertigfutter + Eiweiß.

antworten zu können. Der Trocknungsverlauf ist günstig, da die Feuchtigkeit aus dem geschroteten Material relativ leicht entzogen werden kann.

Bei den Arbeitsverfahren der Abb. 9 wurde MKS unterstellt. Das heißt, dieser liegt vor der Einlagerung als Fertigfutter vor und wird bis zu seiner Verteilung im Schweinestall nur noch mit der erforderlichen Eiweißmenge ergänzt. Während die Pflückhäckselsysteme eine ausreichende Zerkleinerung in einem Arbeitsgang erreichen, ist dem Pflückdruschverfahren zur Aufbereitung des Corn-Cob-Mix-Erntegutes ein Recutter vor der Einlagerung in den Gärfutterbehälter vorzuschalten.

Ernteverfahren:

einreihige Pflückhäcksler (drei Verfahren),

zweireihige Pflückhäcksler (drei Verfahren),
Pflückdrescher (zwei Varianten),
sind folgende Richtwerte gegenübergestellt:

1. möglicher Einsatzbeginn, gekennzeichnet durch den Trockenmassegehalt der Pflanze,
2. die Flächenleistung — 75 cm Reihenabstand und durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit,
3. die sich daraus ergebende Ernteleistung,
4. die erforderliche Transportkapazität,
5. der Arbeitskräftebesatz pro ha,
6. der Energiebedarf für die verfahrensbedingten Hofmaschinen (zwischen Förderband, Gebläse, Dosiertisch und Recutter ist zu unterscheiden!).

Der Pflückhäcksler ist wesentlich unempfindlicher gegen geringen TM-Ge-

halt oder schlechte Erntebedingungen als der Pflückdrescher.

Mit Pflückhäckslern kann schneller als 3,8 KM/h im Einsatz gefahren werden, jedoch steigt der Rohfaseranteil dann unerwünscht hoch. Die Flächenleistung einer einreihigen Erntemaschine beträgt bei einer AK 0,24 ha/h. Der Futterabtransport muß von einer weiteren Arbeitskraft, die nicht ausgelastet ist, vorgenommen werden. Eine zweireihige Erntemaschine erfordert 4,4 AKh/ha.

Eine echte Vollerntemaschine stellt die Kombination des zweireihigen Pflückhäckslers in Frontbauweise mit einem Unimog-Fahrzeug dar, das auf der Ladefläche einen Bunker mitführt. Hier ist das Einmann-Verfahren möglich. Die Ernteleistung beträgt ca. 0,3 ha/h. Voraussetzung ist die Installation eines Dosiertisches, der die gleichmäßige Be-

schickung eines Fördergerätes auf dem Hof gewährleistet.

Der Spezial-Pflückdrescher (dreireihig) erntet bei einem TM-Gehalt von 35% des Futters rund 0,5 ha/h. Einschließlich Kornabfuhr sind 2 AK erforderlich.

Der Pflückdrescher (vierreihig) erreicht bei TM-Gehalt des Erntegutes über 60% — und das wird in der Mehrzahl der Jahre erreicht, vergleichbare Ernteleistungen wie vorgenanntes Verfahren. Sinkt der TM-Gehalt auf 50%, so muß die Fahrgeschwindigkeit vermindert werden — bis 2 km/h —, damit nimmt die Ernteleistung erheblich ab. Mit dem in Abb. 6 gezeigten Prototyp wurden Flächenleistungen bis zu 1 ha/h im Herbst 74 (TM-Gehalt unter 45%) erzielt. Für die reibungslose Abfahrt und Einlagerung des Maiskolbenschrotes waren weitere 3 AK notwendig. Unter gu-

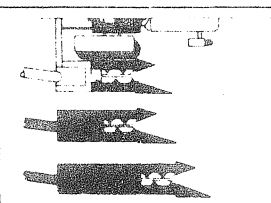




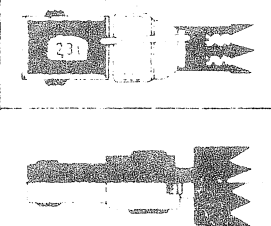


Erntemaschinen	Minimum TM-Gehalt [%]	Verluste in Abhängigkeit von der TM [%]	Maschinenpreise [DM]		Richtwerte	Σ
			Masch (kompl.)	Anbau		
	▲	30 50 65	—	4 500	1 500	6 000
			9 500	—	1 500	11 000
		ab 45	16 000	—	—	16 000
	ab 35		—	14 500	1 500	16 000
			—	5 500 12 000	1 500	19 000
	▼		78 000	—	8 000	86 000
		ab 50		—	34 000	8 000

Abb 10: Arbeitsverfahren: Maiskolbenschrot-Silage mit dem Pflückhäckslern (10-11% Rf) und dem Pflückdrescher (Corn-cob-mix 4-7% Rf) für Fertigfutter + Eiweiß.

ten Voraussetzungen erfordert dies Verfahren nur 3 bis 4 AKh/ha und kann so mit dem Pflückdruschverfahren konkurrieren.

Die Abb. 10 soll als weitere Entscheidungshilfe dienen. Die Angaben können nur Richtwerte darstellen, denn die technische Entwicklung ist keinesfalls

abgeschlossen. Die Maschinenanschaffungskosten einer dauernden Entwicklung unterworfen. Als Richtwert kann man für den Schrotteil und den 4reihigen Pflückvorsatz des SF-Pflückschroters etwa 40 000 DM ansetzen. Damit liegen die Maschinenkosten nicht höher als beim Pflückdruschverfahren.

Einlagerungsleistung und Leistungsbedarf beim Befüllen von Hochsilos mit Fördergebläsen

Von Manfred Schurig, Weihenstephan*)

DK 631.363/4:621.867

Die Befüllung von Hochsilos war in der Vergangenheit vielfach ein Engpaß bei leistungsfähigen Arbeitskettens der Silofutterernte. Die seit Jahren bestehenden theoretischen Erkenntnisse finden jetzt ihren Niederschlag in Gebläsekonstruktionen, die als Hochleistungsgebläse zum Befüllen von Silos bezeichnet werden können.

Diese Gebläse sind gekennzeichnet durch einen kleinen Förderrohrdurchmesser ($d = 230\text{--}250\text{ mm}$) und durch einen Schaufelraddurchmesser $> 1400\text{ mm}$. Der Luftdurchsatz liegt bei $1\text{--}2\text{ m}^3/\text{s}$, entsprechend ergeben sich Luftgeschwindigkeiten im Rohr von $25\text{--}30\text{ m/s}$. Als Faustzahlen für die erforderliche Antriebsleistung bei gleichmäßiger Zufuhr können gelten: Bei Anwelkgut (ca. 40 % TM) eine durchsatzbezogene Leistung von $1,2\text{ kW je t/h}$ und bei Silomais (ca. 30 % TM) von $0,7\text{ kW je t/h}$.

1. Einleitung

Eine Reihe von Faktoren hat in den letzten Jahren dazu beigetragen, daß sich bei den verschiedenen Verfahren der Siloguternte die Feldhäcksler- und Transportleistungen stark erhöht haben. Wenn diese leistungsfähigen Ernte- und Transportgeräte auf weniger leistungsfähige Silobefüllgeräte treffen, reduziert sich zwangsläufig die Leistung des gesamten Verfahrens. Es sind daher leistungsfähige Silobefüllgeräte notwendig, die auf die jeweilige Feldlade- und Transportleistung abgestimmt sein müssen.

Dem genannten "Nadelöhr", der Hochsilobefüllung, wurde seit Jahren von der Landtechnik Weihenstephan u.a. auch mit Untersuchungen von Kromer, Stanzel und Zirngibl besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Ein über mehrere Jahre angelegtes Versuchsprogramm¹⁾ hatte zum Ziel, neuere Entwicklungen von Silobefüllgebläsen auf dem Prüfstand und in praktischen Einsätzen daraufhin zu untersuchen, inwieweit sie sich für den Einsatz in Verbindung mit leistungsfähigen Siloernteverfahren eignen.

2. Aufgabenstellung

Als Hochleistungsgebläse zum Befüllen von Silos gelten heute Konstruktionen mit einem Förderrohrdurchmesser von $230\text{--}250\text{ mm}$ und einem Schaufelraddurchmesser von mehr als 1400 mm . Der Luftdurchsatz liegt bei etwa $1\text{--}2\text{ m}^3/\text{s}$, dies ergibt für die genannten Rohrdurchmesser Luftgeschwindigkeiten im Rohr von

$25\text{--}35\text{ m/s}$. Es kann festgestellt werden, daß die seit Jahren bestehenden theoretischen Erkenntnisse über Gebläsekonstruktionen unter anderem von Duffee [1], Segler [2], Kampf [3], Matthies [4] und Gluth [5] sich in Seriengeräten niedergeschlagen haben.

Für die hiesigen Einsatzbedingungen besteht jedoch eine gewisse Auswahlunsicherheit. Das heißt, es sind die Fragen offen: welcher Gebläserohrdurchmesser und welche Luftgeschwindigkeit ist für welche Materialart und Förderhöhe bei gleichmäßiger und ungleichmäßiger Beschickung am besten geeignet und welche maximalen Durchsätze sind erreichbar? Diese Fragen zu klären, war der Anlaß der hier dargestellten Untersuchungen. Bei den Messungen ging es in erster Linie darum, vorhandene serienmäßige Gebläse zum Füllen von Hochsilos unter Bedingungen einzusetzen, wie sie auch in der landwirtschaftlichen Praxis mit Sicherheit anzutreffen sind. Die Antriebsdrehzahl, Förderhöhe und das Fördergut waren jeweils gleich, da die Veränderung schon eines dieser Parameter u.U. zu günstigeren oder auch ungünstigeren Ergebnissen des einen oder anderen Gebläses geführt hätte.

Ausgangspunkt der Untersuchungen waren die Arbeiten von White [6], der den Zapfwellenleistungsbedarf von Silobefüllgebläsen in Abhängigkeit vom Durchsatz, der Förderhöhe und der Materialart in umfangreichen Versuchen erarbeitet hat. In Vorversuchen wurden Leistungsmessungen an zwei bei uns gebräuchlichen Hochleistungsgebläsen vorgenommen und die Werte in die von White gesammelten eingeordnet, Bild 1. Es zeigte sich eine hinreichende Übereinstimmung, so daß wir davon ausgehen können, daß für die bei uns verfügbaren Hochleistungsgebläse zur Silobefüllung bezüglich ihrer Förderleistung und ihres Zapfwellenleistungsbedarfes der amerikanische Standard gültig ist [7].

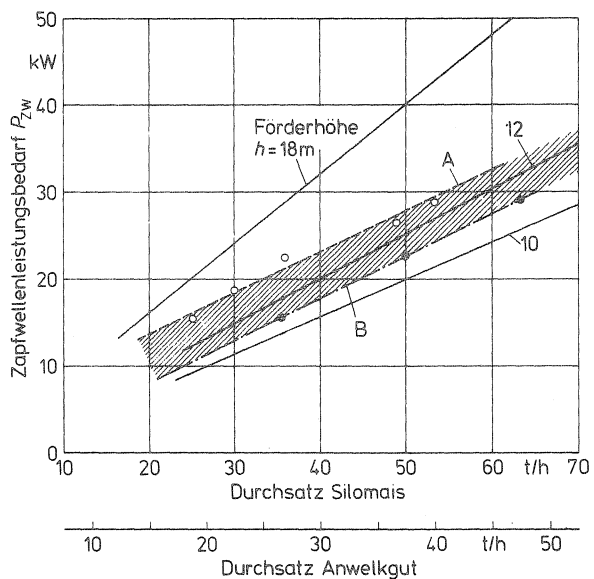


Bild 1. Leistungsbedarf von Silobefüllgebläsen in Abhängigkeit vom Durchsatz bei verschiedenen Förderhöhen und Fördergütern, nach White [6] und eigenen Messungen (Kurve A $u = 40\text{ m/s}$; B $u = 34\text{ m/s}$).

Silomais: TM-Gehalt ca. 25 %
Anwelkgut: TM-Gehalt ca. 35 %

¹⁾ Mit finanzieller Unterstützung des BML, des KTBL und der Landmaschinen-Industrie.

*) Dr. agr. Manfred Schurig ist Leiter der Abteilung "Futterbau und Grünland" der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik, Freising-Weihenstephan.

3. Versuchsaufbau

Um die Versuche unter annähernd gleichen Bedingungen ablaufen zu lassen, wurde ein 12 m hohes Gerüst errichtet, an dem verschiedene Steigleitungen mit unterschiedlichem Rohrdurchmesser, und zwar von 230 mm, 310 mm und 450 mm verlegt waren. Die Förderhöhe betrug bei allen Einsätzen 13,5 m. In der Literatur wird im allgemeinen als Förderhöhe die Strecke angegeben, die vom Mittelpunkt des Schaufelrades bis zum Ende der senkrechten Rohrleitung reicht. Die Höhe des Rohrkrümmers wird als Verlusthöhe bezeichnet. Die im vorliegenden gemachten Angaben über die Förderhöhe bezeichnen jeweils die effektiv erforderliche Förderhöhe, d.h. den zwischen Mittelpunkt des Schaufelrades und dem oberen Ende des Rohrkrümmers gemessenen Wert. Diese Definition ist besonders dann zutreffend, wenn der Rohrkrümmer unten offen ist. Das Material kann bei ungünstigen Bedingungen – Erreichen der Gipfelhöhe mit der Endgeschwindigkeit "0" – die Förderhöhe voll erreichen, nach unten herausfallen und führt nicht zum Verstopfen der Rohrleitung, Bild 2. Die Forderung nach einem an der Unterseite geöffneten Rohrkrümmer erscheint für einen funktionssicheren Einsatz dringend.

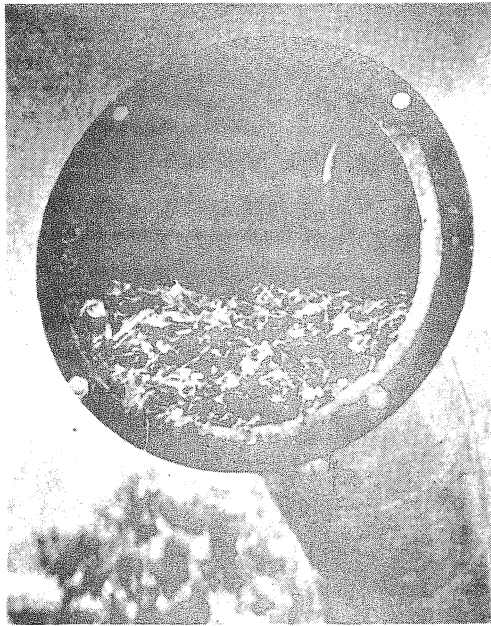


Bild 2. Gutablagerungen im Krümmer des Förderrohrs.

4. Versuchsdurchführung

Die Beschickung der Gebläse erfolgte über ein 10 m langes Förderband, auf dem die jeweilige Fördermenge vorgegeben wurde, womit sowohl eine gleichmäßige als auch ungleichmäßige Beschickung simuliert werden konnte. Aus verschiedenen technischen Gründen war es nicht möglich, ein längeres Band für die Beschickung zu verwenden. Es wurde daher eine Reihe von Messungen mit den gleichen Gebläsen und den gleichen Fördergütern im praktischen landwirtschaftlichen Einsatz vorgenommen, um die am Prüfstand gewonnenen Werte zu überprüfen.

Als Fördermaterial wurde angewelktes Wiesengras und Silomais unterschiedlicher Hackselung und mit unterschiedlichem Trockenmasse- (TM-) Gehalt benutzt.

Zur Beurteilung der Gebläse wurden in Abhängigkeit vom Durchsatz bei unterschiedlicher Gutzuführung ermittelt bzw. gemessen:

- Umfangsgeschwindigkeit
- Luftdurchsatz
- Drehleistungsbedarf.

Vor Beginn der Leistungsbedarfsmessungen wurde bei allen Gebläsen die sogenannte Stopfgrenze, d.h. der maximale Durchsatz bei gegebener Förderhöhe und gleichmäßiger Zuführung ermittelt. Anschließend wurde jedem Gebläse nach einem vorher festgelegten Versuchsplan das Material verschieden gleichmäßig zugeführt. Zur Aufnahme der Leistungskennlinie jedes Gebläses folgte die Beschickung mit 25, 50 und 75 % des vorher für die Stopfgrenze gefundenen Durchsatzes. Daran anschließend wurde versucht festzustellen, welchen Einfluß ungleichmäßige Zuführung hat, dabei wurde nach dem auf Bild 3 gezeigten Schema verfahren.

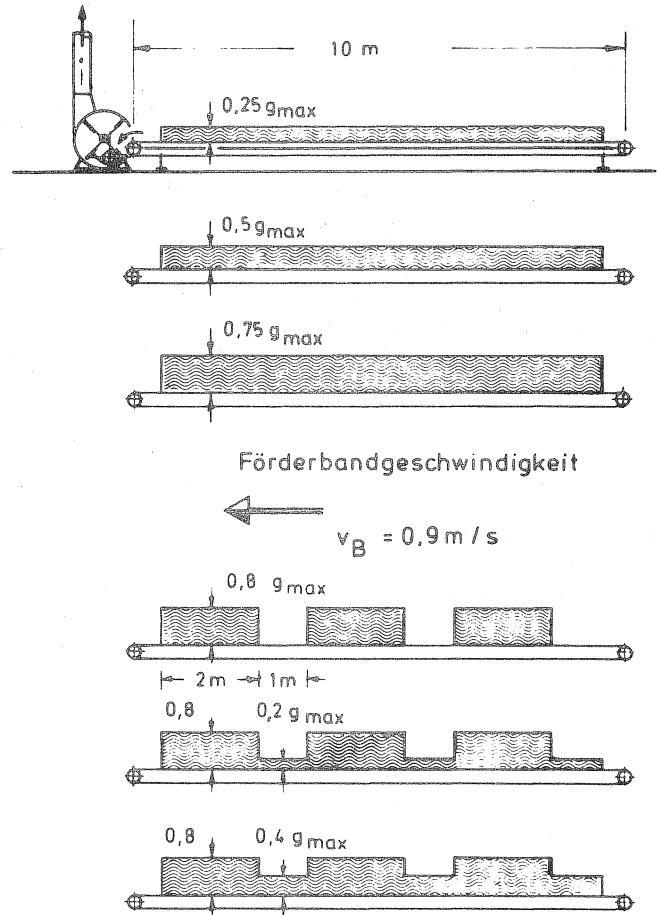


Bild 3. Arten der Gutzufuhr mit dem Förderband; Q_{max} ist der Gutzdurchsatz an der Stopfgrenze, g_{max} die Q_{max} entsprechende Belegung des Förderbandes.

- oben: gleichmäßige Zufuhr mit
 - a) $0,25 Q_{max}$
 - b) $0,50 Q_{max}$
 - c) $0,75 Q_{max}$
- unten: ungleichmäßige Zufuhr mit
 - a) abwechselnd $0,8 Q_{max}$ und 0
 - b) " $0,8 Q_{max}$ und $0,2 Q_{max}$
 - c) " $0,8 Q_{max}$ und $0,4 Q_{max}$

5. Versuchsergebnisse

Es zeigte sich, daß eine gleichmäßige Zuführung des Fördergutes den Leistungsbedarf gering halten kann. Ungleichmäßige Beschickung, die im Versuch simuliert wurde, bringt erhebliche Drehmomentspitzen, die einen Wert des 1,8fachen des mittleren Antriebsdrehmomentes erreicht haben, Bild 4.

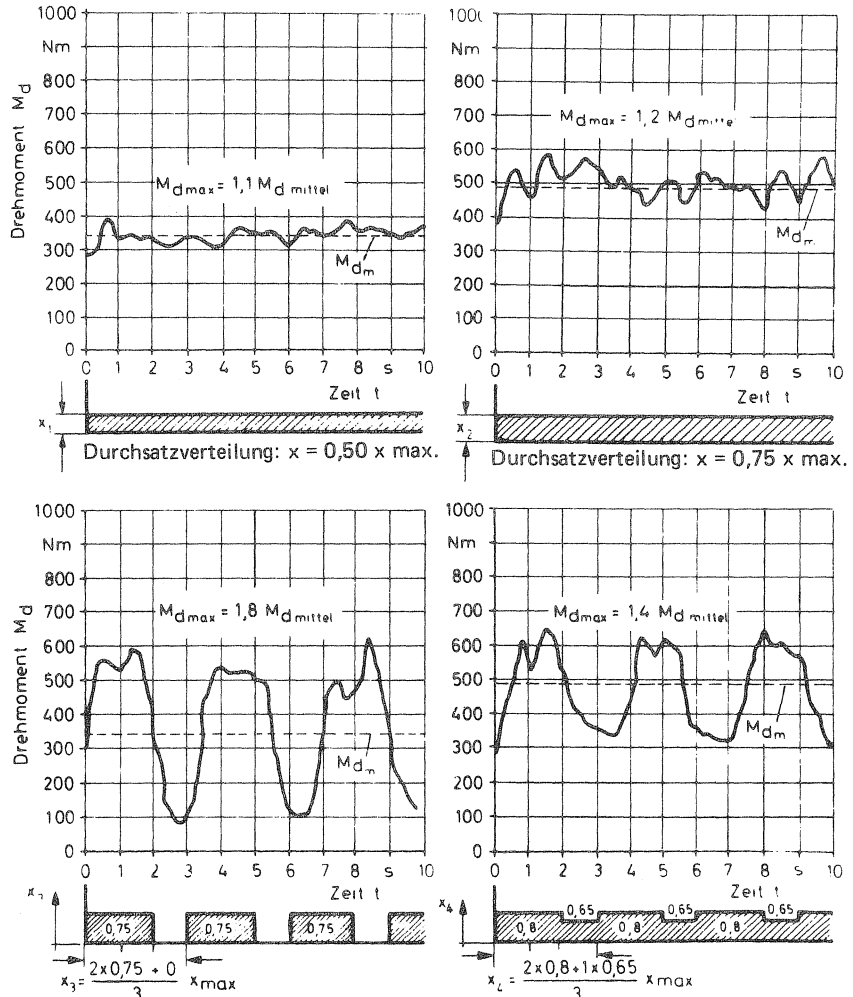
Das bedeutet, je ungleichmäßiger die Beschickung vorgenommen wird, um so größer muß die Leistungsreserve des Antriebsmotors sein; oder anders ausgedrückt, die mittlere Motorbelastung [8] beträgt in einem solchen Fall nur 55 %. — Gleichmäßige Zuführung aus Selbstentladewagen oder Dosierstationen führt daher zwangsläufig

1. zu einer geringeren erforderlichen Antriebsleistung (geringere Investition)
2. zu einer geringeren Überlastung der Antriebsmotoren (höhere Lebensdauer).

Drei in der Praxis heute gebräuchliche Gebläsetypen wurden für die Untersuchungen ausgewählt: als Fördermaterial fanden Silomais und angewelktes Wiesengras Verwendung, beides gehäckselt und gleichmäßig zugeführt. Aus den Meßergebnissen von diesen drei Gebläsen, die getrennt für beide Materialarten aufgetragen sind, wird sichtbar, wie die Konstruktion des Gebläses entscheidend für seine Leistungsfähigkeit ist.

Bild 4. Drehmomentverlauf des Gebläses bei unterschiedlicher Materialzufuhr entsprechend der an der Abszisse angegebenen Charakteristik.

oben: gleichmäßige Zufuhr
unten: ungleichmäßige Zufuhr



5.1 Ergebnisse: Anwelkgut

Das **Bild 5** zeigt die Meßergebnisse bei der Förderung von Anwelkgut. Das Gebläse mit dem Rohrdurchmesser $d = 450$ mm zeichnet sich durch einen hohen Leistungsbedarf im Leerlauf aus, der aus dem höheren Luftdurchsatz von $6 \text{ m}^3/\text{s}$ resultiert. Der Leistungsbedarf steigt mit zunehmendem Gutdurchsatz fast linear an, liegt aber immer über dem der beiden anderen Gebläse, die aufgrund ihrer Kenndaten als Hochleistungsilobefüllgebläse zu bezeichnen sind. Die Stopfgrenze wurde bei Anwelkgut kurz vor einem Durchsatz von 25 t/h erreicht. Sie liegt damit höher als bei den anderen Gebläsen, was zum Teil auf den hohen Luftdurchsatz zurückzuführen ist, denn die Luft wird hier bei der Förderung von Anwelkgut, das aufgrund seiner Struktur eine geringere Schwebegeschwindigkeit hat, stärker als förderndes Element wirksam.

Reine Wurfgebläse, hier ein Gebläse mit einem Rohrdurchmesser $d = 230$ mm und einem sehr geringen Luftdurchsatz von $1 \text{ m}^3/\text{s}$, erscheinen für die Förderung von Anwelkgut wenig geeignet, da die Stopfgrenze sehr früh, im vorliegenden Fall etwa bei einem Durchsatz von 5 t/h , erreicht wird. Dagegen war das Gebläse mit einem Rohrdurchmesser $d = 310$ mm und dem etwas höheren Luftdurchsatz von ca. $2 \text{ m}^3/\text{s}$ und einer wesentlich geringeren Umfangsgeschwindigkeit als das Gebläse mit 450 mm Rohrdurchmesser zum Fördern von Anwelkgut sehr geeignet, zumal der Leistungsbedarf bis zum Erreichen der Stopfgrenze bei etwa 20 t/h unterhalb dessen für das Gebläse mit dem hohen Luftdurchsatz liegt.

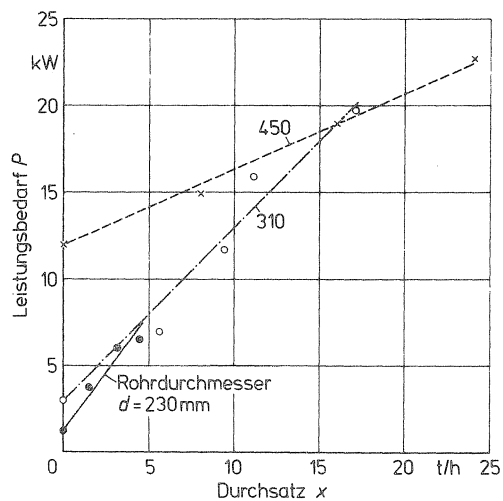


Bild 5. Leistungsbedarf P von Silobefüllgebläsen in Abhängigkeit vom Durchsatz x bei Anwelkgut.

Anwelkgut mit 44 - 46 % TM, Gewichtsanteil des Häcksels > 40 mm ist 15 %

Förderhöhe:	13,5 m		
Rohrdurchmesser d :	230 mm	310 mm	450 mm
Leistungsbedarf P :	$= 2,04 + 1,12 x$	$= 2,69 + 1,02 x$	$= 12,17 + 0,42 x$
n :	4	4	4
r :	0,97	0,98	0,99
Stopfgrenze Q_{max} :	5,8 t/h	22,7 t/h	32,4 t/h
Luftdurchsatz:	$1,0 \text{ m}^3/\text{s}$	$2,0 \text{ m}^3/\text{s}$	$6,0 \text{ m}^3/\text{s}$
Umfangsgeschw. u :	34 m/s	34 m/s	58 m/s

5.2 Versuchsergebnisse: Silomais

Das Bild 6 faßt im Vergleich zum vorhergehenden die Meßwerte zusammen für die gleichen Gebläsetypen beim Fördern von Silomais mit 34 % TM. Die Förderhöhe betrug ebenfalls 13,5 m. Der Maßstab ist verändert, da aufgrund des geringen TM-Gehaltes des Gutes der Durchsatz höher liegt als bei Gras. Es ist deutlich sichtbar, daß das Gebläse mit dem hohen Luftdurchsatz und dem großen Rohrdurchmesser sehr bald seine Stopfgrenze, wiederum bei einem Durchsatz von etwa 25 t/h, erreicht und dazu einen Leistungsbedarf hat, der über dem der anderen Gebläsetypen liegt. Das reine Wurfgebläse mit geringem Luftdurchsatz und engem Rohrdurchmesser erreicht den höchsten Durchsatz.

Das Gebläse mit 310 mm Durchmesser, welches beim Fördern von angewelktem Wiesengras gut abschnitt, bringt beim Fördern von Silomais ebenfalls befriedigende Durchsatzleistungen, zumal der Leistungsbedarf dabei sehr niedrig liegt. So kann die Empfehlung gegeben werden: Betriebe, die sowohl angewelktes Siliergut als auch Silomais fördern wollen, finden in Gebläsen, die mit einem Rohrdurchmesser von 310 mm arbeiten, ein für sie im Moment besonders brauchbares Gerät.

Als Faustzahl kann aus diesen Messungen gelten, daß für den Antrieb von Hochleistungsgebläsen bei gleichmäßiger Zuführung für Anwelkgut eine auf den Durchsatz bezogene Leistung von etwa 1,2 kW je t/h und bei Silomais von etwa 0,7 kW je t/h bereitzustellen sind.

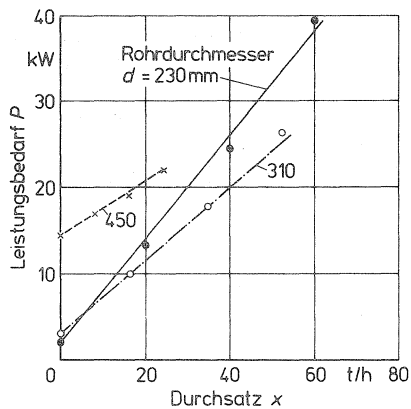


Bild 6. Leistungsbedarf P von Silobefüllgebläsen in Abhängigkeit vom Durchsatz x bei Silomais.

Silomais mit 34 % TM, Gewichtsanteil des Häcksels > 25 mm ist 3,6 %			
Förderhöhe:	13,5 m		
Rohrdurchmesser d:	230 mm	310 mm	450 mm
Leistungsbedarf P:	$= 1,50 + 0,59 x$	$= 2,53 + 0,44 x$	$= 14,51 + 0,31 x$
	n = 4	n = 4	n = 4
	r = 0,99	r = 0,99	r = 0,99
Stopfgrenze Q _{max} :	81,0 t/h	71,3 t/h	32,4 t/h

5.3 Einfluß der Förderhöhe

Aus technischen Gründen konnte für den Versuchsstand nur eine Förderhöhe von 13,5 m verwendet werden; in der Praxis werden diese Werte jedoch heute vielfach schon überschritten. Es wurde daher an einem alten Funkturm eine Gebläseleitung montiert mit einer Förderhöhe von 30 m, um mit einem Hochleistungsgebläse (Rohrdurchmesser 230 mm) verschiedene Meßpunkte zu ermitteln. Dabei zeigte sich, daß das verwendete Gebläse, das vorher schon bei einer Förderhöhe von 13,5 m eingesetzt wurde, für die größere Förderhöhe keine wesentlich höhere Antriebsleistung erfordert. Der Leerlaufbedarf liegt natürlich von vornherein aufgrund des größeren Widerstandes auf der Druckseite höher. Aus den Ergebnissen. Bild 7, wird sichtbar, daß die Hochleistungs-Silobefüllgebläse im allgemeinen bereits für Silohöhen von 20 m ausgelegt sind.

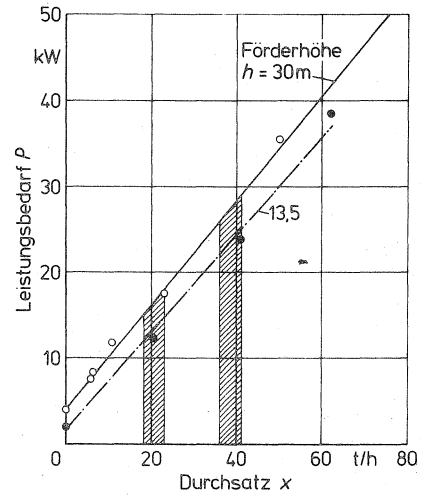


Bild 7. Leistungsbedarf bei der Einlagerung von Silomais in Abhängigkeit vom Durchsatz bei verschiedenen Förderhöhen; Gebläserohrdurchmesser d = 230 mm.

Silomais mit 34 % TM, Gewichtsanteil des Häcksels > 25 mm beträgt 3,6 %

Förderhöhe h = 30 m:
 $P = 3,96 + 0,61 x$; n = 7, r = 0,99

Förderhöhe h = 13,5 m:
 $P = 1,50 + 0,59 x$; n = 4, r = 0,99

5.4 Leistungsbedarf im praktischen Betrieb bei unterschiedlichen Arbeitsverfahren

Für den Landwirt, aber auch den Ingenieur, ist es interessant zu wissen, wie sich verschiedene Arbeitsverfahren der Silogutbergung den Gebläseleistungen bzw. Antriebsleistungen zuordnen lassen. Grundsätzlich kann man davon ausgehen, daß der Landwirt immer bestrebt sein wird, Siliergut möglichst gleichmäßig dem Fördergebläse zuzuführen: entweder über einen Selbstentladewagen oder eine Dosierstation. Bei Verwendung einer Dosierstation verfügt er über ein gewisses Pufferglied in der Arbeitskette, d.h. nachdem der Wagen schnell entleert wurde, kann die Zuteilung zum Gebläse mit der Geschwindigkeit erfolgen, die ausreicht, die Dosierstation zu entleeren, bis der nächste Wagen ankommt. Anders verhält es sich beim Einsatz von Selbstentladewagen. Hier wird die Aufenthaltsdauer am Silo durch die Leistungsfähigkeit des Befüllgebläses bestimmt. Da im Interesse einer hohen Bergeleistung die Abladezeit möglichst kurz sein soll, bedingt das eine hohe Förderleistung des Gebläses.

An einem Beispiel aus der Silomaisernte wird versucht, diese Zusammenhänge aufzuzeigen. Dazu sollen einige ausgewählte Arbeitsverfahren in Tafel 1 näher betrachtet werden. Transport und Einlagerung geschehen einmal unter Verwendung von Kipper-Anhängern in Verbindung mit einer Dosierstation und zum anderen mit Einsatz von Selbstentladewagen. Die Verfahren sind jeweils näher gekennzeichnet durch die eingesetzten Feldhäcksler, 1reihig, 2reihig oder 3reihig, durch die notwendigen Arbeitskräfte und die erzielbare Verfahrensleistung mit der dazu notwendigen Förderleistung.

Beim ersten Verfahren übernimmt eine Arbeitskraft das Häckseln und Transportieren, und zwar mit einem Kipper zu einer Dosierstation. Mit diesem Arbeitsverfahren läßt sich eine Verfahrensleistung von 5 t/h erreichen, die Einlagerungsleistung des Gebläses muß dafür etwa 7 t/h betragen. Die Dosierstation hat genügend Zeit, um das Material über einen längeren Zeitraum dem Gebläse zuzuführen, und zwar genau die Zeit, die die Arbeitskraft benötigt, um wieder auf das Feld zu fahren, den Wagen voll zu häckseln und ihn zum Hof zurück zu transportieren.

Anders sieht es aus, wenn bei diesem Verfahren nicht schnellentleert, sondern ein Selbstentladewagen oder Häckselladewagen eingesetzt wird. Die Verfahrensleistung beträgt wie beim vorher besprochenen Arbeitsverfahren 5 t/h, die Einlagerungsleistung muß

aber 40 t/h betragen, einfach aus dem Grund, weil bei einem längeren Aufenthalt der Arbeitskraft und des Transportfahrzeuges am Silo die gesamte Verfahrensleistung sinken würde. D.h. im ersten Fall (Kipper – Dosierer) müßten für den Gebläseantrieb etwa 10 kW und im zweiten Fall (Selbstentladewagen) etwa 30 kW bereitgestellt werden. Sofern im zweiten Fall mit Schlepperdurchtrieb gearbeitet wird, steht diese Antriebsleistung zur Verfügung.

Auch der Vergleich der beiden 2reihigen Verfahren zeigt deutlich, daß bei Verwendung einer Dosierstation die erforderliche Einlagerungsleistung niedriger ist als bei Verwendung von Selbstentladewagen. Sie liegt im ersten Fall bei etwa 18 t/h und benötigt dazu eine Antriebsleistung von etwa 18 kW und beim Einsatz von Selbstentladewagen 36 t/h mit einer Antriebsleistung von etwa 24 kW.

Aus diesen Beispielen wird deutlich, daß die mit Hochleistungssilobefüllgebläsen erreichbaren Einlagerungsleistungen immer genügen. Um die notwendigen Antriebsleistungen zur Verfügung zu stellen, ist jedoch u.U. der Schlepperzapfwellenantrieb erforderlich.

Schrifttum

[1] *Duffee, F.W.* et al.: M.F. Projekt 406 – Hay harvesting machinery – Blowers, Agricultural Engineering Department, University of Wisconsin, Madison 1955.
 [2] *Segler, G., G. Ackermann u. K. Keuneke*: Untersuchungen an Fördergebläsen mit Einschleusung durch das Schau-felrad. Landtechnische Forschung Bd. 9 (1959) Nr. 4, S. 89/96.
 [3] *Kampf, G.*: Theoretische und experimentelle Untersuchungen an Wurfgebläsen. VDI-Forschungsheft 466. Düsseldorf: VDI-Verlag 1958.
 [4] *Matthies, H.J. u. H. Breustedt*: Wurf-förderung und pneu-matische Förderung bei Gebläsehäckslern. Landtechnische Forschung Bd. 2 (1952) Nr. 1, S. 14/17.

Art und Ausstattung des Verfahrens		notwendige		Verfahrensleistung
		Förderleistung	Förderdauer	
Feldhäcksler-arbeitsbreite	Anzahl der Arbeitskräfte	t/h	min	t/h
1. Feldhäcksler + Kipper-Anhänger + Dosiertisch*)				
1reihig	1 AK	7	60	5
2reihig	2 AK	18	60	13
3reihig	3 AK	50	60	37
2. Feldhäcksler + Selbstentladewagen				
1reihig	1 AK	40	2 x 6	5
2reihig	3 AK	36	4 x 6	15

*) nach *Auernhammer*

Tafel 1. Aufwand und Leistung bei verschiedenen Verfahren der Silomaiserte und -einlagerung.

[5] *Gluth, M.*: Untersuchungen zur Wurfgebläseförderung. VDI-Forschungsheft 544, Düsseldorf: VDI-Verlag 1971.
 [6] *White, R.G.*: Selecting a forage harvesting system. Information Series Nr. 225, (1968) Dept. of Agr.-Eng., East Lansing Mich.
 [7] *Kromer, K.-H.*: Mechanisierung der Futterwirtschaft in den USA. Grüne Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, 13 (1971).
 [8] *Meyer, H.*: Die Bedeutung eines stufenlosen Getriebes für den Ackerschlepper und seine Geräte. Grundl. Landtechnik H. 11 (1959) S. 5/12.

Futterrüben arbeitsparend lagern und aufbereiten

Durch schlagkräftige Mechanisierungsverfahren für Saat, Pflege und Ernte nahm der Arbeitsaufwand im Futterrübenanbau von ca. 470 auf rund 50 AKh/ha gewaltig ab und rückte in den Bereich anderer Futterpflanzen. Dagegen ist in der Innenwirtschaft nach wie vor die Handarbeitstufe vorherrschend, so daß sich der Engpaß von der Außenwirtschaft auf die innerbetriebliche Weiterverarbeitung verlagert hat. Hier müssen daher die Bemühungen um eine weitere Senkung des Arbeitsaufwandes ansetzen, um die Futterrübe, ein hochverdauliches, wirtschaftliches Futtermittel mit hohen St-Erträgen, konkurrenzfähig zu erhalten und sie auch wieder für den größeren Milchviehbetrieb dem Futterwert entsprechend interessant werden zu lassen. Über Lager- und Aufbereitungseinrichtungen für Futterrüben informiert Dr. H. Pirkelmann, Landtechnik Weihenstephan

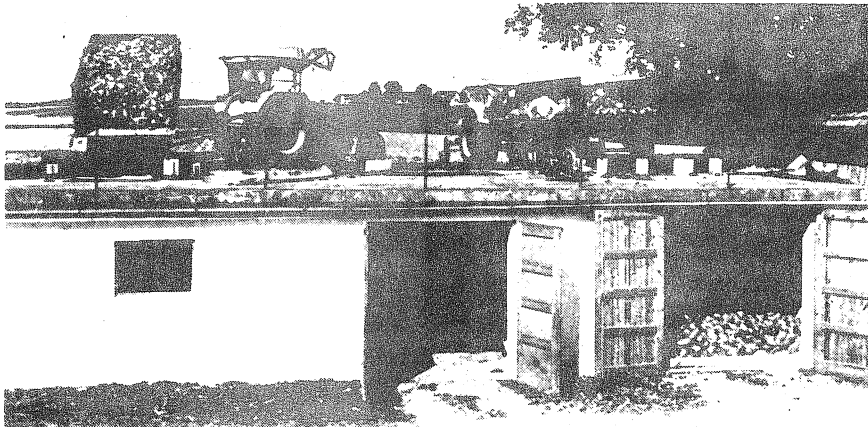


Abb. 1: In den Hang gebauter befahrbarer Rübenbehälter mit mehreren Einschüttöffnungen und Toren zur ebenerdigen Entnahme.



Abb. 2: Mit dem Kipper aufgesetzte niedrige Feldmiete mit großem Platzbedarf.

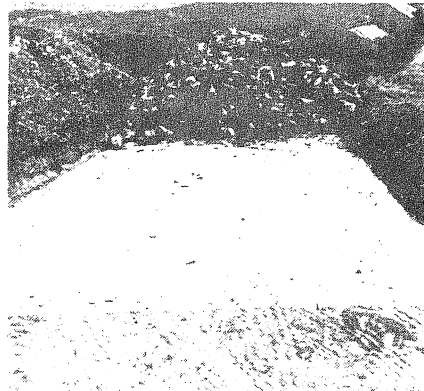


Abb. 3: Hofmiete mit befestigtem Boden aus Betonverbundsteinen und seitlichem Erdwall.



Abb. 4: Zum Stapeln und zur Entnahme dient der Frontlader mit Rübengabel. Das erfordert befestigten Boden.

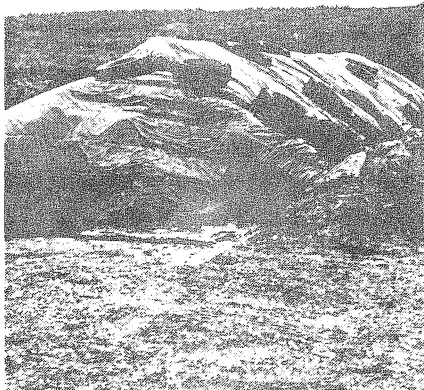


Abb. 5: Mit Reifen eingeschwarte folienumhüllte Strohmatte (Folmatt-Matten) zur Abdeckung einer Rübenmiete.

Für alle innerbetrieblichen Mechanisierungsverfahren nimmt das Rübenlager eine zentrale Stellung ein. Seine Zweckmäßigkeit wird heute neben der Eignung für eine weitgehend verlustfreie Aufbewahrung der Rüben von den Einsatzmöglichkeiten technischer Hilfsmittel zur Befüllung und Entnahme und den entstehenden Kosten bestimmt. Drei Lagermöglichkeiten stehen zur Auswahl: der Keller, die Miete und die Scheunenlagerung.

Lagerung im Keller

Der Keller, einst die meist benützte Lagerform für Futterrüben, hat heute aus verschiedenen Gründen sehr an Bedeutung verloren. Zunächst sind es die mit über 100 DM/cbm sehr hohen Investitionskosten, die einen wirtschaftlichen Neubau kaum noch ermöglichen. Zum anderen lassen häufig die Lagerbedingungen wegen zu hoher Temperaturen und zuwenig Steuerungsmöglichkeiten für die Entlüftung zu wünschen übrig. Die Folge sind große Atmungsverluste, Fäulnis und Auskeimen der Rüben.

Schließlich besteht bei den üblichen Kellern kaum die Möglichkeit der Mechanisierung. Selbst wenn die Rüben bei der Einlagerung in eine Einschüttgasse abgekippt werden können, müssen sie im Keller vielfach von Hand weggeräumt und hochgestapelt werden. Auch die Entnahme ist in der Regel mühsame Handarbeit. Ausnahmen bilden, abgesehen von der Investition, freistehende Keller, die in einen Hang eingebaut werden können.

Die Befüllung ist dann über mehrere Einschüttöffnungen in der befahrbaren Decke durch Kipper oder Kratzbodenwagen möglich (Abb. 1). Damit die Rüben beim Anprall auf den Boden nicht zerschmettern, muß unter der Öffnung ein Prallobst hängen. Die Entnahme aus dem Lager erfolgt ebenerdig über große Tore, so daß alle Entnahmetechniken einsetzbar sind.

Lagerung in Mieten

Am weitesten verbreitet ist heute die Miete. Die Feldmiete hat den Vorteil, daß bei der Ernte kurze Transportwege anfallen. Die Befüllung erfolgt mit hoher Leistung durch Abkippen der Rüben. Dabei entstehen niedrige Rübenhaufen mit einem sehr großen Flächenbedarf (Abb. 2). Die Abdeckung erfordert deshalb einen hohen Aufwand, obwohl zur Wärmedämmung an Stelle von Stroh und Erde immer häufiger die arbeitsgünstigere Kombination von Folie und Stroh zum Einsatz kommt. Dabei breiten Sie zunächst über die Rüben eine 0,10 bis 0,15 mm starke PE-Folie, bringen kurz vor Frosteintritt eine Schicht Stroh auf und legen zum Schutz vor Niederschlägen nochmals eine Folie auf und beschweren sie am Rand mit Erde. Im First müssen im Abstand von 3 bis 4 m Lüftungsschlitze vorgesehen werden. Die Entnahme ist Handarbeit, da sich bei unbefestigten Böden Frontlader kaum verwenden lassen. Bei Regen und Schnee ist zudem die Anfahrt an die Feldmieten problematisch.

Aus diesen Gründen ist verstärkt die Hofmiete anzustreben. Als bleibende Einrichtung sollten Sie sie unbedingt mit einem festen Boden versehen. Soweit Sie nicht auf eine bestehende Beton- oder Asphaltplatte zurückgreifen können, empfiehlt sich die Auslegung des Mietenbodens mit Betonverbundsteinen. Eine seitliche Begrenzung mit einem Erdwall ermöglicht die Auf-

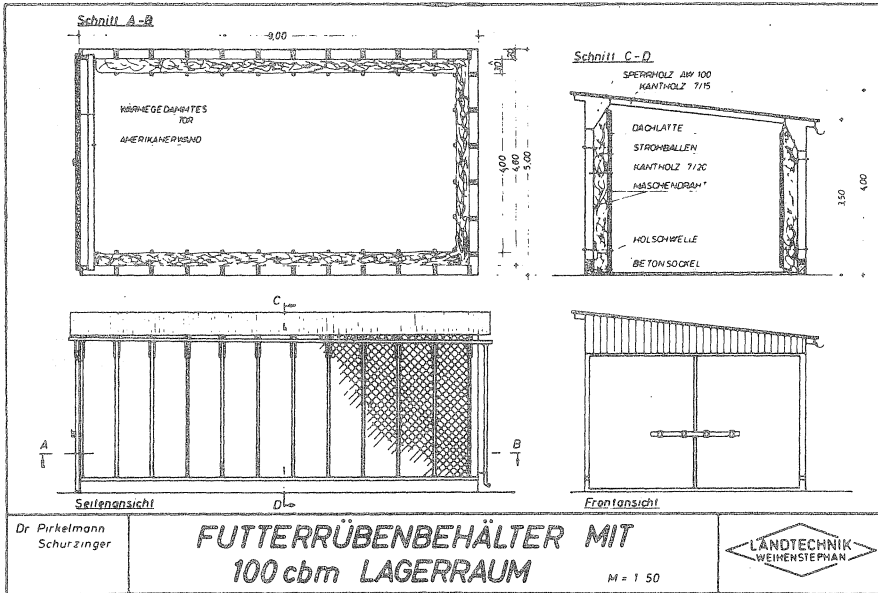


Abb. 6: Aufbau eines Futterrübenhochbehälters in Leichtbaukonstruktion.

schüttung eines platzsparenden, hohen Rübenhaufens (Abb. 3). Die Stapelung erfolgt mit dem Frontlader, der sich auch wiederum zur Entnahme eignet (Abb. 4). Eine andere Möglichkeit besteht in der Aufschüttung eines hohen Rübenkegels mit Hilfe eines Förderbandes.

Bei größeren Lagerhöhen ist sehr wichtig, daß die Rübenhaufen vor der Abdeckung gut auskühlen können. Beim Abdecken selbst sind vor allem die unteren Randzonen vor Frost zu schützen. So zeigte sich bei Untersuchungen an der Landtechnik Weihenstephan bei Temperaturen bis zu -20°C , daß bei einem ausschließlich mit Folie abgedeckten, ca. 3,5 m hohen Rübenhaufen nur bis zu einer Höhe von etwa 1,5 m Frostschäden bis zu einer Tiefe von 20 bis 25 cm in den Randzonen auftraten. Darüber wurde ein Frieren durch die aufsteigende Eigenwärme verhindert. Der First der Miete bzw. die Spitze des Kegels muß bei derartigen Schütthöhen unbedingt mit ausreichend großen Lüftungsöffnungen versehen werden, um die entstehende Atmungswärme aus den Mieten abzuleiten. Die Lagertemperatur hat bei ca. 4°C den optimalen Bereich und sollte über Mienthermometer öfters überprüft werden.

Neben der bereits erwähnten Abdeckung mit Folie und losem Stroh haben sich folienumhüllte, abgesteppte Strohmatten sehr gut bewährt. Diese sogenannten Folimattmatten (Vertrieb Rasche & Uhlhorn, 2832 Twistringen) sind in den Breiten von 1,6 und 2,0 m in beliebigen Längen zu einem Preis von ca. 120 DM/qm lieferbar. Sie werden zunächst in einer Schicht längs, bei sehr niedrigen Temperaturen in einer weiteren Schicht mit Abstand für die Firstschlitze quer aufgelegt und mit Reifen ähnlich wie die Silofolien gegen Abheben eingeschwert (Abb. 5). Die Wärmedämmung ist damit entsprechend dem Temperaturverlauf ohne großen Arbeitsaufwand zu steuern. Zur Entnahme schlagen Sie die Matten nur zurück und können sie anschließend wieder über die Mietenöffnung breiten.

Arbeitsparende Lagerung in Scheunen oder Hochbehältern

Soweit freie Kapazitäten verfügbar sind, ist aus arbeitswirtschaftlicher Sicht die Lage-

rung in der Scheune eine ideale Form zur Einwinterung der Futterrüben. Die Wärmedämmung der Außenwände kann mit Strohbällen, die Abdeckung ebenfalls mit Folie und Stroh erfolgen.

Der Scheune vergleichbare Rübenlager können Sie sich durch Hochbehälter in einfachen Konstruktionen schaffen, die vor allem in Betrieben mit beengtem Hofraum eine günstige Lösung darstellen können (Abb. 6). Dazu würden im Abstand von 1 m in den Boden Rundhölzer eingestellt und an der Oberseite mit Querriegeln, die die Bedachung aufnehmen, verbunden. An der Außenseite dieses Gerüsts wird ein Maschendraht mit Folie oder nur ein tragfähiges, beschichtetes Gewebe angebracht, die den zwischen den Standsäulen eingelegten Strohbällen Halt geben. Eine Strohschicht aus Hochdruckbällen allein ohne zusätzliche Abdichtung durch eine Folie bringt keine ausreichende Wärmedämmung. An der Innenseite verhindert wiederum eine Schicht Maschendraht oder ein Kunststoffnetz das Umkippen der Ballenwand. Der Boden besteht aus Verbundsteinen. Die Dachunterseite wird mit Schaumstoff- oder Mineralfasermatten isoliert. Der Behälter ist stirnseitig durch ein wärmedämmtes, zweischaliges Tor aus Sperrholzplatten befahrbar. Hinter dem Tor ist zusätzlich ähnlich wie bei der Lagerung von losem Dünger eine Amerikanerwand angebracht, damit der Behälter voll genutzt werden kann und das Tor keinen Druck durch die Rüben aufnehmen muß. Da die waagrecht eingeschobenen Bretter in jeder Höhe herauszuziehen sind, können Sie die Entnahme von

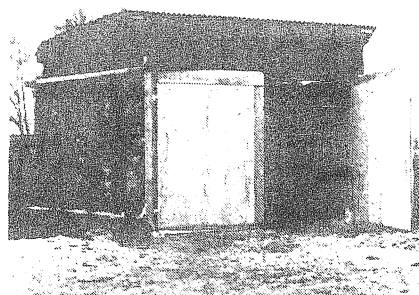


Abb. 8: Gefüllter Hochbehälter mit Amerikanerwand hinter dem isolierten Flügeltor. Fotos: Dr. Pirkelmann

Arbeitszeitbedarf [Akh/ha] für verschiedene Einlagerungsverfahren von Futterrüben

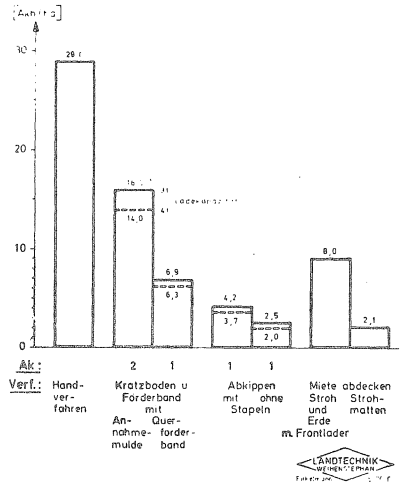


Abb. 7: Arbeitszeitbedarf (Akh/ha) für verschiedene Einlagerungsverfahren für Futterrüben.

oben oder mit Frontlader von unten beginnen (Abb. 8). Eine zusätzliche Abdeckung der Rüben erübrigt sich. Nach der jeweiligen Entnahme müssen Sie nur wiederum das Tor verschließen.

Einen Kubikmeter Lagerraum für 40 DM

Die Behälterkonstruktion ist sehr gut für den Eigenbau geeignet. Werden für alle Materialien, die größtenteils im landwirtschaftlichen Betrieb aus eigener Erzeugung verfügbar sind, durchschnittliche Marktpreise unterstellt, so ist mit ca. 25 DM cbm Material und 15 DM Lohnkosten bei einem Stundenlohn von 8 DM zu rechnen. Die Gesamtinvestition beläuft sich damit bei einem Behältervolumen von ca. 100 cbm auf rund 40 DM/cbm Lagerraum.

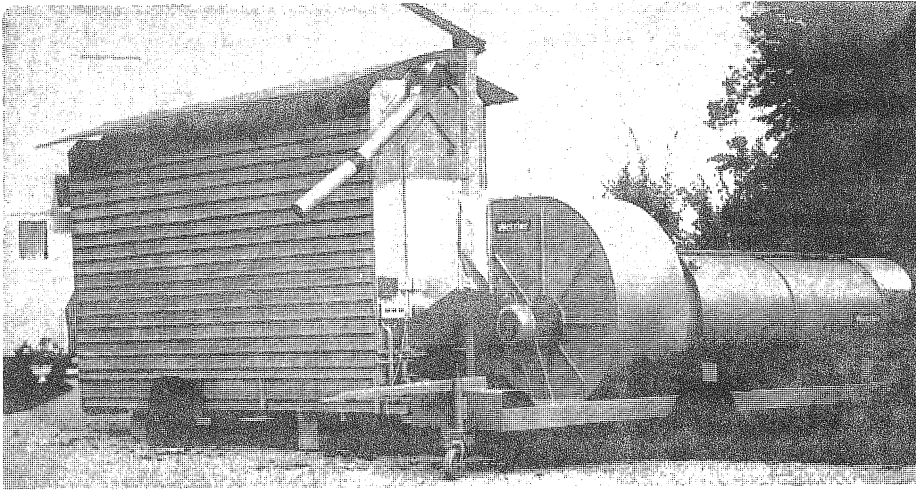
Zur Befüllung derartiger Behälter sind Förderbänder oder Kratzkettenförderer zu empfehlen. Um eine Verdichtung durch Erde und Blätter und damit einen Wärmestau in den Rüben an der Abwurfstelle zu vermeiden, ist eine weitgehende Reinigung der Rüben bei der Einlagerung anzustreben. Möglichkeiten dazu bieten Gitterroste in den Annahemulden, Siebroste im Bodenblech bei Kratzkettenförderern oder Siebkettenreiniger als Querförderbänder. Dabei bringen die beiden letztgenannten Einrichtungen den besseren Reinigungseffekt, während sich die Roste in der Annahemulde durch liegenbleibende Rüben zusetzen können. Auch die Übergabe der Rüben vom Transportwagen auf die breiteren Querförderbänder ist leichter als in die 2 m breiten Annahemulden, die nur mit 2 Arbeitskräften zu beschicken sind. Die Querförderer können zudem mobil sein und hinter den Wagen geschoben werden, so daß das vor allem mit 2-Achswagen zeitraubende Rückwärtsanrangieren entfallen kann. Der Arbeitszeitbedarf für die verschiedenen Einlagerungsverfahren einschließlich der Mietenabdeckung ist in Abb. 7 dargestellt.

Aus dem Lager bis zum Trog

Zur Entnahme dient wiederum der Frontlader. Bei täglich kleineren Entnahmemengen wird der Schnitzler in den Rübenbehälter gestellt und von Hand beschickt. Dadurch ergibt sich gegenüber dem Transport

zum im Stall oder Futterraum aufgestellten Rübenschnitzler eine merkliche Arbeitszeitsparung. Die mögliche Entnahmeleistung bewegt sich zwischen 50 und 70 kg/min, wenn die Rüben von Hand aufgehoben oder mit der Mistgabel angespitzt werden, bzw. zwischen 100 und 130 kg/min bei Verwendung einer speziellen Rübengabel. Die Entnahmemenge beim Frontlader wird wesentlich von der Gabelgröße bestimmt.

Mit einem Füllgewicht von 350 kg beträgt die Entnahmeleistung bei befestigtem Boden des Rübenlagers ca. 200 dt/h. Setzen Sie zu den verschiedenen Entnahmeverfahren entsprechend leistungsfähige Geräte zum Schnitzeln und Verteilen ein, so kann die Futterrübe im Arbeitsaufwand durchaus auf vergleichbarer Mechanisierungsstufe mit anderen Grundfutterarten konkurrieren.



Der gezeigte fahrbare Schubwendetrockner ist mit einer Abdeckhaube versehen, die bewirkt, daß Trockengut wird durch das im Vordergrund ersichtliche Ablaufrohr auf den Ackerwagen übergeben. Der Warmluftzeuger sitzt auf einem getrennten Fahrgestell.

Körnertrocknung – eine Aufgabe für den Lohnunternehmer

Von Dr. Arno Strehler

In steigendem Maße übernehmen Großmähdrescher in der Hand des Lohnunternehmers die Ernte von Raps, Getreide und Körnermais. Von Großbetrieben abgesehen, übersteigt die Mähdrescherleistung die Schlagkraft der Anlagen zur Getreideannahme und -aufbereitung am landwirtschaftlichen Betrieb. Trockengetreide kann der Landwirt zwar vor der Reinigung und Bearbeitung zwischenlagern und Zug um Zug später aufbereiten, wenn der schlagkräftige Mähdrescher des Lohnunternehmers die Felder des Betriebs bereits abgeerntet hat. Fällt hingegen Getreide in nicht lagerfähigem Zustand an, dann wird bei Material von über 18 Prozent Feuchtegehalt die Zwischenlagerung größerer Getreidemengen beim Landwirt problematisch. Es sei denn, der Zwischenlagerraum wird mit Belüftungseinrichtungen ausgestattet. Der Bau eines belüftbaren Zwischenlagerbehälters kommt dem Landwirt in der Regel erheblich billiger als die Aufstockung der Trocknerleistung auf die vom Großlohdrescher geforderte Höhe. Da ein Trockner nur bei guter Auslastung in einen kostengünstigen Bereich kommt, verbietet sich die obengenannte Aufstockung der Trockner zur Erlangung der nur kurzfristig anfallenden hohen Mähdreschertagesleistung. Aufwendungen zur Erstellung eines belüftbaren Zwischenlagers erübrigen sich, wenn der Lohnunternehmer parallel zu seinem Mähdrescher mobile Trockner betreibt, die am jeweiligen Betrieb entweder im Hofraum oder bei vom Stromnetz unabhängigen Anlagen auf dem Feld betrieben werden können.

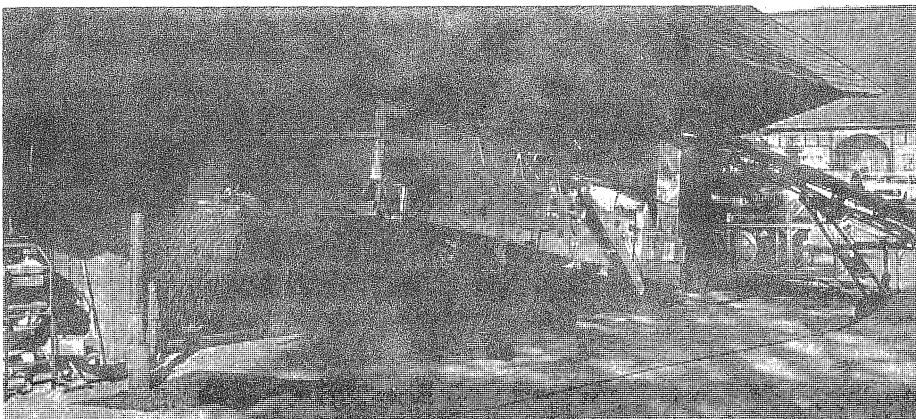


Bild 4: Im vorliegenden Beispiel wird der fahrbare Bandtrockner unter einem Vordach betrieben und mit Körnermais beschickt. Der Trockengutabwurf erfolgt über der Getreideannahmegrube. Die Feuchtgutbeschickung erfolgt in diesem Beispiel über Frontlader und Förderband. Der Trockenmaisdurchsatz dieser Anlage beträgt je nach Anfangsfeuchtegehalt 1,5–2 t/h.

Dieses Verfahren bringt folgende Vor- und Nachteile für den Landwirt und den Lohnunternehmer:

Vorteile für den Landwirt:

1. zügige Ernte, geringes Wetterrisiko
2. Frühzeitige Ernte, Vorteile für Zwischenfruchtanbau
3. Keine Investitionen für Konservierungsanlagen
4. Keine Arbeit mit der Getreidetrocknung
5. Erntegut bleibt am Betrieb
6. Günstige Drusch- und Trocknungspreise wegen systembedingter höherer Maschinenauslastung

Nachteile für den Landwirt:

1. Abhängigkeit vom Lohnunternehmer in der Terminplanung
2. Anpassung der Lagerungsanlage an mit hoher Leistung anfallendes Trockengut vom mobilen Trockner des Lohnunternehmers.

Vorteile für den Lohnunternehmer:

1. Bessere Mähdrescherauslastung durch frühzeitigen Erntebeginn
2. Weitere Verdienstmöglichkeit durch das Trocknen selbst
3. Vergrößerung des Kundenkreises durch Ausweitung des Angebotes

Nachteile für den Lohnunternehmer:

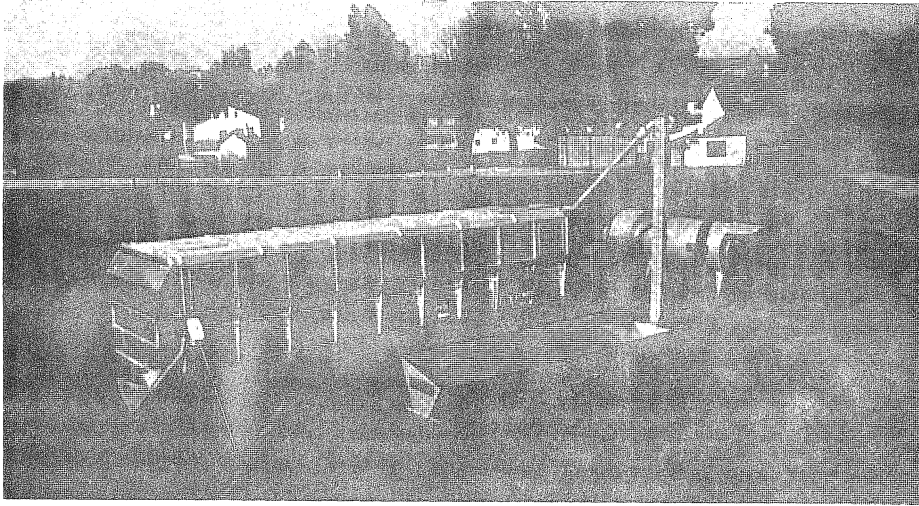
1. Mehr Arbeit
2. Mehr Fachwissen nötig
3. Mehr Verantwortung, da unsachgemäße Trocknung zu Regreßansprüchen führen kann.

Die Vorteile des versetzbaren Trockners in der Hand des Lohnunternehmers sind so eindeutig, daß man nur schwer begreifen kann, weshalb sich nicht mehr mähdrescherbetreibende Lohnunternehmer entsprechend ausrüsten. Entweder kennen die Lohnunternehmer die Möglichkeiten nicht oder aber sie scheuen die hohen Investitionen in ein Konservierungsverfahren, das durch die sogenannte Energiekrise zu unrecht in Mißkredit geraten ist. Mit dem Ziel, ein für gut befundenes Verfahren zu verbreiten, sollen nachfolgend zur Information und zur Klarstellung der Zusammenhänge die versetzbaren Trocknerarten und die Energiekosten besprochen werden.

Von nahezu allen Trocknersystemen gibt es versetzbare Ausführungsformen, die sich für den überbetrieblichen Einsatz eignen. Bei den Satz Trocknern ist es die sogenannte Wagentrocknung; von den Umlauftrocknern werden sowohl Zentralrohr- als auch Schachttrockner in versetzbarer Form hergestellt. Schubwendetrockner und Bandtrockner sind in Deutschland die verbreitetsten Ausführungsformen der Durchlauftrockner in mobiler Form.

Die Wagentrocknungsanlage

Über bewegliche Luftleitungsschläuche werden je Warmluftzeuger ein oder mehrere Wagen angekoppelt. Durch den Doppelboden des Wagens wird die Luft in das Trocknungsgut eingeblasen, bis der erwünschte Endfeuchtegehalt erreicht ist. Durch Abstellen des Brenners (von Hand oder automatisch) wird die Kühlphase eingeleitet. Ist das Material auch an der Abblaufseite gekühlt, dann ist die Einzelcharge fertig und der nächste Wagen wird zur Trocknung angekuppelt. Dieses Trocknungssystem findet bei Leistungsklassen



Der gezeigte fahrbare Schubwendetrockner ist mit einer Abdeckhaube versehen, die bewirkt, daß kein Staub austritt. Diese Abdeckhaube ist allerdings nur notwendig, wenn der Trockner in Ortschaften betrieben wird. Über eine Annahmemulde wird das Feuchtgut mittels Elevator in den Feuchtgutvorratsbehälter gefördert. Eine Körnerschnecke fördert das Trockengut am anderen Ende des Trockners auf den bereitstehenden Transportwagen.

bis 1,5 t/h Trockenmais und ca. 5 t/h Getreide einen sinnvollen Anwendungsbe- reich. Das entspricht etwa 50 ha Körner- mais oder 100 ha Getreide. Die Trockner- aufbauten lassen sich auch in der Form von Containern von der Industrie kaufen. Daneben ist der Selbstbau von Wagenauf- bauten für Trocknungszwecke üblich.

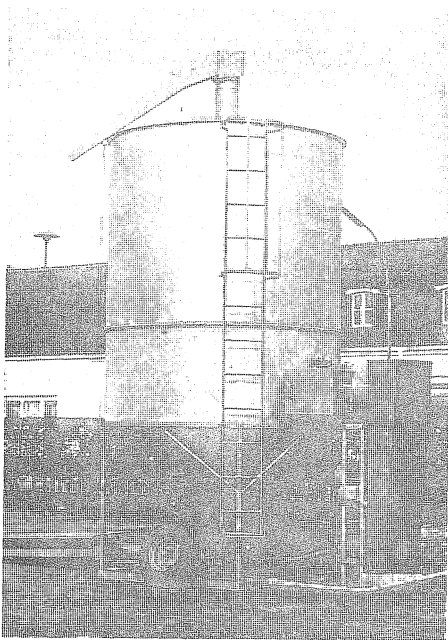
Dimensionierung der Wagentrocknungs- anlage: Je Wagenschluß sind bei Körner- mais 250 000 kcal/h Heizleistung und ca. 14 000 m³/h gegen 100 mm WS Lüfterleistung vorzusehen. Die Heizleistung muß sich für die Getreidetrocknung auf 30 % des oben- genannten Wertes reduzieren lassen, was durch Düsenwechsel und Druckänderung oder noch einfacher durch Verwendung eines Mehrstufenbrenners erreicht werden kann. Je Wagenanschluß sollten 3 Trock-

nungswagen bereitgestellt werden, damit die Anlage durchgehend in Betrieb sein kann.

Aufgrund der neuerlich recht hohen Strompreise bei Überanschlußwerten, wird es für viele versetzbare Anlagen notwen- dig, das Gebläse über die Schlepperzapf- weile anzutreiben. Um den hohen Heizöl- preisen auszuweichen, werden bereits Warmlufterzeuger in mobiler Form für Ver- suchszwecke gebaut, die Festbrennstoffe wie Stroh und Abfallholz verwerten kön- nen. Diese eignen sich sowohl für die Wag- entrocknung als auch für andere mobile Trocknerbauarten.

Umlaufd Trockner

Alle Satztrockner haben den Nachteil, daß die am Warmlufteintritt gelegenen Körner am stärksten herabgetrocknet werden, während jene auf der Abluftseite gelege- nen bei Abschluß der Trocknung noch feucht sind. Nur bei ausreichender Durch- mischung ist die Lagerfähigkeit der Ge- samtpartie erreicht. Der sogenannte Um- laufd Trockner stellt ebenfalls einen Satz- trocken dar, jedoch besteht bei ihm die Möglichkeit, das Gut im Trocknungsbehäl- ter gelegentlich umzuschichten; das ge- schieht beim Zentralrohrd Trockner durch eine zentrale Schnecke, beim Doppelschachtrockner mittels Kettenelevator und horizontaler Förderschnecke. Der Zentral- rohr-Umlaufd Trockner war im Ausland schon über längere Jahre hinweg im Einsatz. Bild 2 zeigt eine derartige Anlage. Neuer- dings erschien auf dem deutschen Markt ein Umlauf-Doppelschachtrockner. Es han- delt sich hier um den „Trabant 100“. Über einen fahrbaren Warmlufterzeu- ger (bis 1 Mill./h und über 50 000 m³/h Lüfterleistung) wird der Trocknungsbehäl- ter mit Warmluft beschickt. Dieser Trock- nungsbehälter teilt sich auf in zwei außen- liegende, geschlossene Gutsschichten, die jeweils in drei Kammern unterteilt sind. Dazwischen wird in Längsrichtung Warm- luft eingeblasen. In schonender Weise wird der Mais durch Horizontalschnecken und einen horizontal wie auch vertikal lau- fenden Kettenrundförderer umgelagert. Das Fassungsvermögen des Trockners



Der Zentralrohrumlauftrockner wird sowohl für Gasbeheizung als auch mit Warmlufterzeu- gern angeboten. Die Behälterbefüllung erfolgt über einen Annahmetrichter und eine in Behäl- termittle angebrachte Förderschnecke, die den senkrechten Korntransport übernimmt. Über die gleiche Schnecke werden Kornumlauf und Behäl- terentleerung bewerkstelligt.

liegt bei ca. 13 t Feuchtgut. Für Befüllung, Kühlung und Entleerung werden jeweils 40 Minuten benötigt. Die gesamte Trock- nungszeit hängt vom Feuchtegehalt des Materials ab. Bei Körnermais von 40 % Anfangsfeuchtegehalt wird die Behei- zungszeit bei etwa 6 Stunden liegen. Dar- aus ergibt sich ein Arbeitsrhythmus von 8 Stunden je Charge. Die hieraus resultie- rende Gesamttrocknungsleistung liegt dann bei etwa 1,7 t/h Feuchtmaisdurch- satz. Bei Tag- und Nachtbetrieb bewältigt diese Anlage den Körnermais von minde- stens 6 ha.

Bei Getreide hängt die Leistungsfähigkeit sehr stark von der zulässigen Trocknungs- lufttemperatur ab. Bei Futtergetreide las- sen sich 3—4 t/h Trockengut durchsetzen.

Schubwendetrockner

Versetzbare Schubwendetrockner werden bis zu einer Leistungsklasse von 1,5 Mill. kcal/h geliefert. Das entspricht bei Körner- mais einer Durchsatzleistung von nahezu 2,6 t/h Trockengut. Bei Getreide reicht Leistung dann von 6—9 t/h. Durch stän- dige Wenden des Gutes erlaubt der Schubwendetrockner höhere Trocknungs- lufttemperaturen als die übrigen Quer- stromd Trockner. Der fahrbare Durchlauf- trocken läßt sich direkt vom Mähdrescher beschicken. Der Landwirt übernimmt dann am Feld das Trockengut, der Feuchtgut- transport entfällt, was besonders bei Kör- nermais von Bedeutung ist. Dieses Trock- nungssystem neigt leider etwas zur Staub- entwicklung, was den Betrieb in der Nähe von Wohnsiedlungen ausschließt, wenn nicht durch spezielle Abdeckhauben und Staubabscheider dieser Nachteil behoben wird. Dafür müssen allerdings erhebliche Geldmittel freigesetzt werden.

Bandd Trockner

Nach dem Trocknungsprinzip ähnelt der Bandd Trockner dem Schubwendetrockner. Durch ein luftdurchlässiges, über Walzen laufendes Band aus Stangengewebe wird das Trocknungsgut vorwärtsbewegt. Gutsvermischung während der Trocknung sind zwei Wendestationen aufgebaut; auf ihrer Höhe werden unter das Stangenge- webe Abdeckbleche eingebaut, welche eine überhöhte Staubentwicklung vermei- den, wie sie beispielsweise beim Schub- wendetrockner anfällt. Der Trocknungsbehäl- ter läßt sich bei der versetzbaren Form schrägstellen, so daß das Trockengut di- rekt auf einem darunterfahrenden Acker- wagen abgeworfen werden kann. Ein er- heblicher Vorteil des Bandd Trockners liegt im sicheren Trockenguttransport, wodurch Einzelchargen abgetrennt werden können und sich der Trockner außerdem auch für kleinere Partien im absätzigen Verfahren betreiben läßt, ohne zu lange Befüll- und Entleerungszeiten zu bewirken. Die ange- botenen Durchsatzleistungen liegen ähnl- ich wie bei dem versetzbaren Schubwen- detrockner. Eine vom Stromnetz unabhän- gige Bauform wird geliefert.

Die Energiekosten

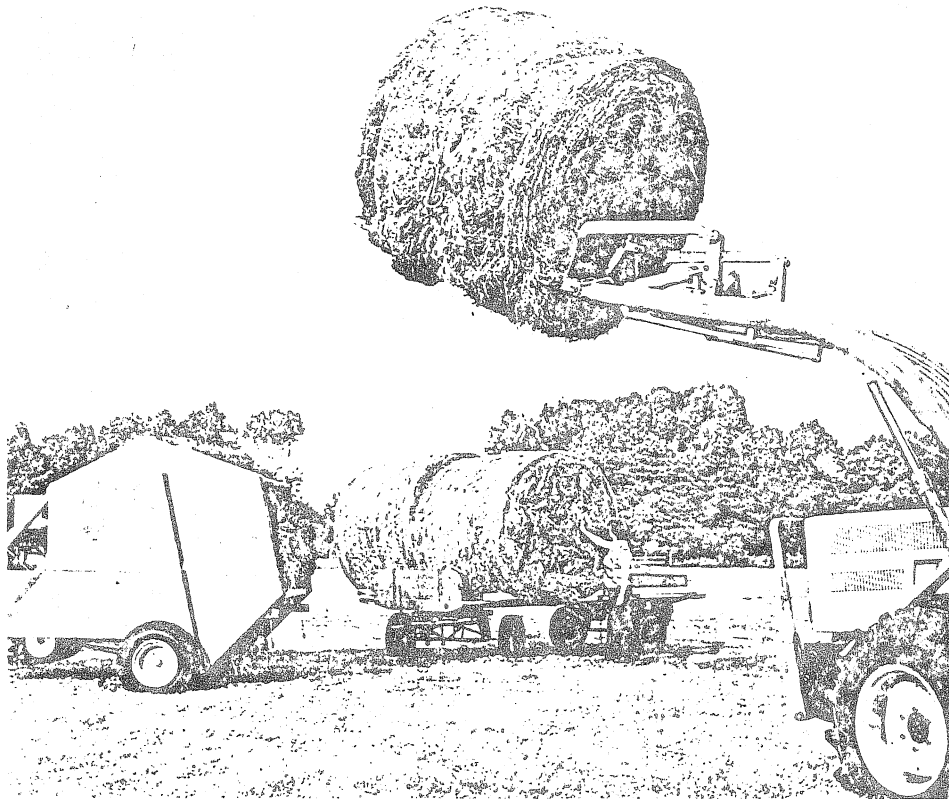
Durch die vor nicht allzu langer Zeit er-

heblich gestiegenen Heizölpreise glaubten sich viele Berater veranlaßt, die Trocknung von Getreide als unwirtschaftliches Konservierungsverfahren darzustellen. Bedenkt man allerdings, daß zur Trocknung von 1 Getreide- und Körnermaistrocknung 14 % Endfeuchtegehalt nur 1 l Heizöl notwendig ist, dann muß man erkennen, daß in diesem Fall die Energiekostenveränderung nur eine untergeordnete Rolle spielt, da die Kapitalkosten bei der Getreidetrocknung wesentlich stärker zu Buche schlagen (ca. 0,50 bis 1,50 DM/dt). Anders sieht die Situation bei Körnermais aus. Hier werden

schon etwa 6—8 l Heizöl je Dezitonne Trockengut benötigt und die Heizölpreissteigerung um 0,15 DM/l bewirkt damit eine Mehrbelastung von 0,9 bis 1,20 DM/dt Trockengut. Allerdings ist diese Steigerung der Energiekosten noch nicht unbedingt Anlaß, die Trocknung von Körnermais als unwirtschaftlich zu bezeichnen. Die Grünfütterheiße Lufttrocknung hat unter der Steigerung der Heizölpreise am stärksten gelitten; je Dezitonne Trockengut werden 30—38 l Heizöl benötigt, wodurch die Preissteigerung des Heizöls um 0,15 DM/l 4,50 bis 5,70 DM/dt Mehrkosten bewirkt.

Diese Zusammenhänge sollten dem Lohnunternehmer veranschaulichen, daß die Getreide- und Körnermaistrocknung nach wie vor ökonomisch sinnvoll sind und vorwiegend von Landwirten mit Betrieben bis 50 ha Getreideflächen zusammen mit dem Lohndrusch dringend als Dienstleistung benötigt werden. Eine wirksame Energiekostensenkung bei der KM-Trocknung ist durch Verwendung von Öfen in Sicht, die Holzabfälle und Stroh zur Luftanwärmung verwerten können. Allerdings sind noch einige Entwicklungsarbeiten notwendig, um eine arbeitsarme Brennstoffzuführung herauszufinden.

Alles über Großballen



Großballen erlauben erhebliche Verbesserungen bei Bergung, Transport, Einlagerung und Verbrauch von Heu und Stroh. Sie erfordern aber auch ein konsequentes Umdenken und Ändern des Verfahrensablaufes.

Alle Großballenlösungen bringen gegenüber den bisherigen Bergeverfahren folgende entscheidenden Besonderheiten und Vorteile:

- Sehr hohe Probleistung und schnelles Räumen großer Flächen
- Verminderung des Arbeitszeitaufwandes und der Zahl der Arbeitskräfte
- Gutes Ausnutzen kurzer Schönwetterperioden, in denen nur gepreßt wird; Abtransport und Einlagerung der Großballen können später erfolgen
- Vollständige und einfache Mechanisierung aller Arbeiten beim Laden, Abladen, Ein- und Auslagern mit dem Schlepper
- Gute Eignung der Großballenpressen für überbetrieblichen Einsatz
- Lagerung im Freien unter bestimmten Voraussetzungen möglich
- Niedriger Bindegarnverbrauch
- Schonende Behandlung des Halmgutes.

Aber auch die Nachteile und Einschränkungen sind zu beachten, wie vor allem:

- Es werden besondere Ansprüche an Zug- und Ladeschlepper gestellt

Heuernte mit der Rundballenpresse. Mit Plattformverbreiterung lassen sich zwar 2 Ballen nebeneinander legen, problematisch aber auf engen Straßen.

Der Bigbaler formt eckige Ballen. Sie werden dreimal gebunden und im Gegensatz zu Rundballen auch geknotet.

Großballen sind interessant für Betriebe, die ihre Schlagkraft in der Heu- und Strohernte erhöhen und gleichzeitig Arbeit sparen wollen. Vier typische Großballenpressen wurden in Weihenstephan untersucht. LD Dr. H. Schulz, Dipl. Ing. agr. A. Perwanger und Ing agr. H. Mitterleitner von der Landtechnik Weihenstephan berichten über erste Erfahrungen.

Die Untersuchungen an der Landtechnik Weihenstephan wurden im Rahmen von Forschungsaufträgen des Bayerischen Landwirtschaftsministeriums und der Stiftung der Landmaschinenindustrie durchgeführt



■ Zur Einlagerung kommen nur ebenerdige, befahrbare Gebäude in Frage, es sei denn, man hat Hocheinfahrten oder leistungsfähige Greiferanlagen

■ Beim Verbrauch muß genügend Platz vorhanden sein oder geschaffen werden können

■ Die derzeitigen Abmessungen und Raumgewichte lassen einen wirtschaftlichen Transport über Entfernungen von mehr als 50 km nicht zu

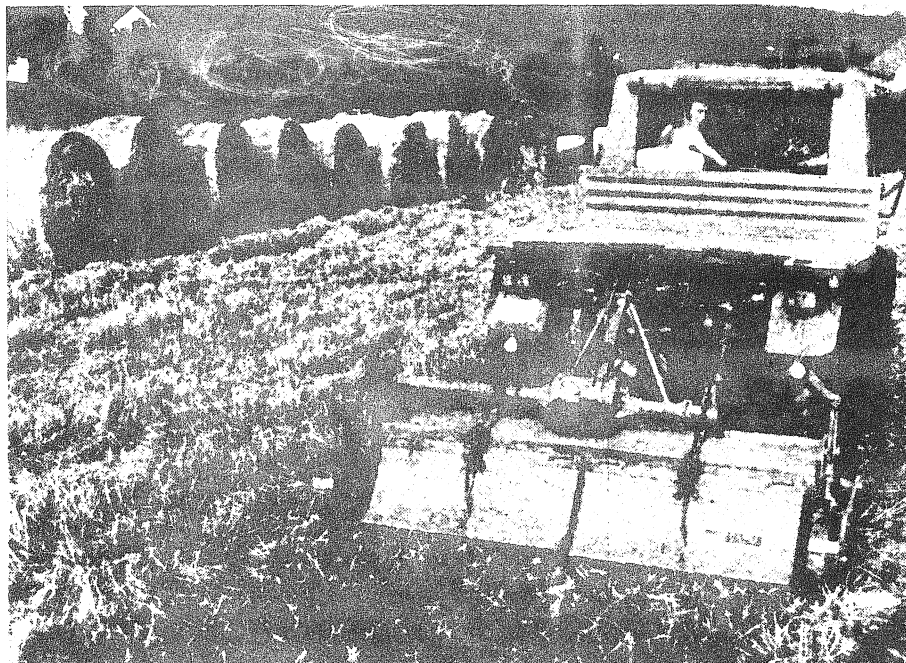
■ Heu und Stroh in Großballenform sind noch nicht so gut verkäuflich wie in Hochdruckballen.

Großballenpressen arbeiten absatzig, d. h. zum Binden muß angehalten, zum Ablegen bei einigen zurückgestoßen werden. Die Pressen lassen sich so vorteilhaft handhaben wie ein Ladewagen: Sie laufen in geradem Zug hinter dem Schlepper, sind kompakt und wendig, haben durch den geraden Materialfluß ein sehr hohes Schluckvermögen und sind wenig anfällig gegen Verstopfungen und Fremdkörper.

Eckige Ballen vom Bigbaler

Es gibt Großballenpressen für eckige und runde Ballen. Der Bigbaler von Howard Rotavator preßt mit einer stoßweise arbeitenden Forderschwinge das von der Pick-up aufgenommene Gut zu einem rechteckigen Ballen. Der wird mit starkem Polypropylen-Bindegarn dreimal in Längsrichtung gebunden. Der gewünschte Verdichtungsgrad ist an einem Manometer ablesbar.

Zum Binden muß der Schlepperfahrer kurz anhalten und einen Seilzug betätigen. Nach dem Binden öffnet sich automatisch die Rückwand, und der Ballen



Mit einer Großballenpresse ist das Feld schnell geräumt und die Stoppelbearbeitung kann sofort beginnen.

wird beim Weiterpressen durch das nachrückende Material herausgeschoben.

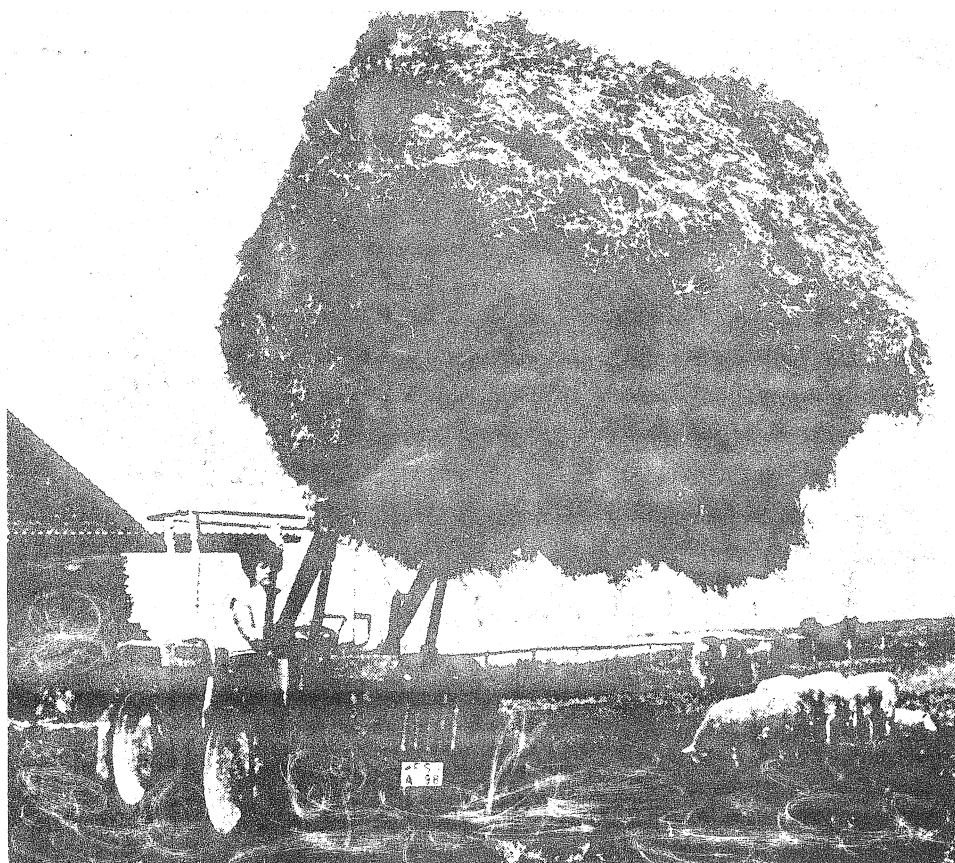
Wegen der stoßweisen Verdichtung treten beim Bigbaler hohe Spitzen im Antriebsdrehmoment auf. Ein Schlepper mit 75 PS reicht zwar aus, für die volle Auslastung sind aber 100 - 120 PS zu empfehlen. Dann schafft der Bigbaler

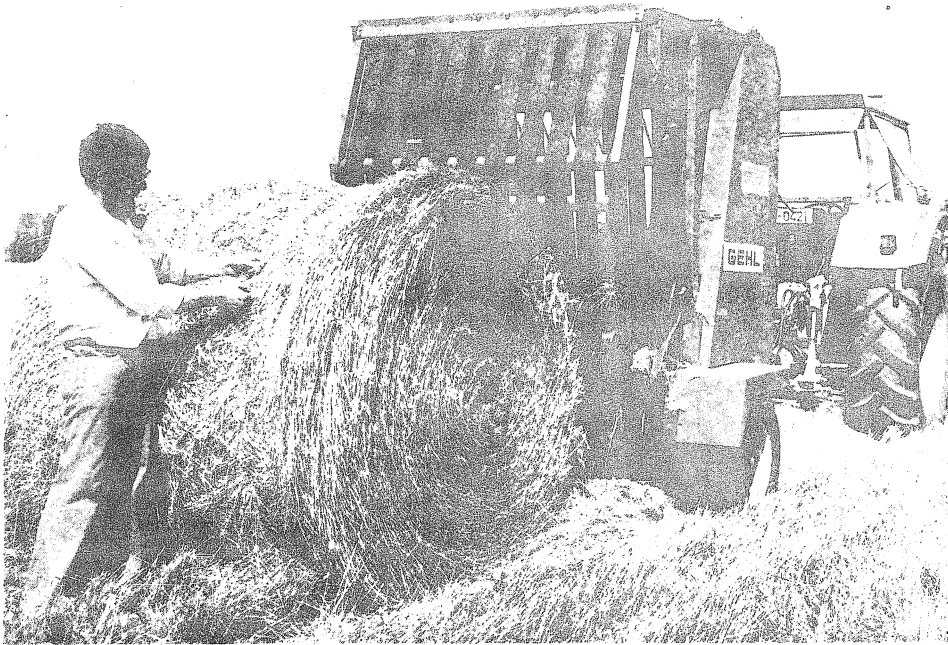
Auch mit kleineren Schleppern kann man Großballen transportieren, wenn sie einen starken Frontlader und genügend Hinterachslast haben.

13 t/h Stroh bzw. 20 t/h Heu, vorausgesetzt, die Knoter arbeiten einwandfrei. Hier gab es bisher Schwierigkeiten, die jetzt aber offenbar weitgehend behoben sind.

Rundballenpressen arbeiten ohne Knoter

Rundballenpressen werden in etwa 20 Ausführungen angeboten. Sie verdichten nicht stoßweise, sondern wickeln das Schwad gleichmäßig auf. Die amerikanischen Maschinen wickeln mit langen, umlaufenden Bändern oder Ketten, die sich dem wachsenden Ballendurchmesser anpassen, von innen nach außen,

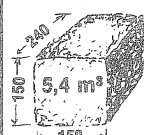
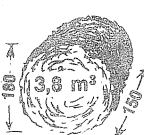
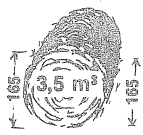
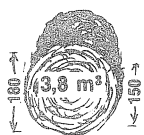




Diese Rundballenpresse arbeitet mit umlaufenden Bändern. Es wird von innen nach außen gewickelt, und der Durchmesser kann beliebig groß gewählt werden.

ähnlich wie man einen Teppich aufrollt. Dadurch haben die Ballen einen dichten Kern und eine lockerere Außenzone. Der Ballendurchmesser läßt sich verändern. Bei der Welger-Rollpresse dagegen umschließen sechs kurze Bändereinheiten eine Preßkammer von unveränderlicher Größe. Das Material wird von außen nach innen verdichtet. Dadurch sind diese Rundballen innen lockerer als außen, haben immer den gleichen Durchmesser und eine sehr exakte Form. Man kann den Verdichtungsgrad in weiten Grenzen wählen. Die Rundballen werden am Umfang spiralförmig mit normalem Sisal- oder Kunststoffbindegarn umwickelt. Zwölf Windungen reichen für eine sichere Bindung aus. Das Garn wird einfach mechanisch abgeschnitten und nicht verknotet. Dann wird die Rückwand hydraulisch geöffnet und der Ballen ausgestoßen. Das geht im Gegensatz zum Bigbaler an beliebiger Stelle, also auch am Feldrand.

Daten typischer Großballenpressen

Ballen	Howard Bigbaler	Gehibale 1500	New Holland 850	Welger RP 180	
Format (cm)					
Gewicht	Heu kg Stroh kg	(400)–600 (300)–400	(400)–650 (300)–400	300–700 250–500	
Dichte	Heu (dt/m³) Stroh (dt/m³)	0,7–1,3 0,6–0,9	1,1–1,6 0,8–1,1	1,2–1,8 0,9–1,2	0,9–1,8 0,6–1,3
Maschinen					
Abmessungen					
Länge (cm)	508	413	389	480	
Breite (cm)	230	240	241	245	
Höhe (cm)	230	268	257	245	
Gewicht (kg)	2 500	1 700	1 725	1 650	
Preis o. MWST (DM)	28 900,—	20 990,—	23 500,—	20 300,—	



Hydraulisch schwenkbare Mistgabel mit Federstahlzinken. Die Rückwand besser erhöhen.

Noch Verbesserungen möglich

Rundballenpressen laufen sehr ruhig, funktionssicher und haben ein großes Schluckvermögen. Die Preßleistung wird aber durch den Zeitaufwand beim Binden und Ausstoßen begrenzt. Sieben Steuerungs- und Schaltvorgänge je Ballen erfordern die volle Aufmerksamkeit des Fahrers. Hier sind noch Verbesserungen nötig.

Infolge des gleichmäßigen Drehmomentverlaufs reichen 50 PS aus. Man kann aber auch 100 PS vor die Rundballenpressen spannen und schafft dann 10 t Stroh/h bzw. 15 t Heu/h. Das ist etwa doppelt so viel wie bei der Hochdruckpresse mit Ballenschleuder!

Weniger Bindegarn

Die Preise für Sisalgarn sind in letzter Zeit fast auf die Hälfte gefallen. Auch das Kunststoffgarn hat nachgezogen. Der Bigbaler hat gegenüber Hochdruck- und Rundballen einen wesentlich geringeren Verbrauch an 1fm Bindegarn je t Preßgut. Es ist aber Spezialgarn erforderlich, das aus England importiert wird und z. Z. fast 50% mehr kostet als Hochdruckballengarn.

Bei Rundballen müssen Sie nur mit 40% der Bindegarnkosten von Hochdruckbal-



So läßt sich ein Großballenstapel nur kurzfristig abdecken. Der erste Sturm fegt die Folie weg. Sturmsichere Abdeckung muß ganzflächig festgelegt werden.



Die dichtgepreßte Außenseite dieser Rundballen läßt nur wenig Feuchte eindringen. Stroh läßt sich auch im Winter draußen lagern, Heu aber besser unter Dach.

len rechnen. Ganz Sparsame können sogar Niederdruckbindergarn verwenden. Kunststoffbindergarn ist unbedingt zu empfehlen, wenn man Rundballen längere Zeit im Freien oder auf gewachsenem Boden lagern will. Sisalgarn verrottet bei Bodenkontakt. Dagegen hilft auch die auf den Packungen angegebene „verrottungssichere Imprägnierung“ nichts.

Gleichmäßige Schwaden – exakte Großballen

Die Schwaden sollten fast so breit sein wie die Pick-up. Bei schwachen Schwaden muß man pendeln, also mal links, mal rechts und in der Mitte das Stroh hereinlassen. Von der Schwadstärke hängen auch die Bröckelverluste ab, die

besonders bei trockenem, brüchigem Material auftreten. Wir haben bei den Rundballenpressen 4 – 8% Verluste bei Grummet und 13 – 16% bei brüchigem Gerstenstroh gemessen. Rundballenpressen sind in diesem Punkt noch verbesserungswürdig.

Die Daten der verschiedenen Pressen und Ballen können Sie aus der Tabelle ersehen. In der Dichte liegen eckige Großballen etwas niedriger als Hochdruckballen. Rundballen dagegen erreichen etwa das gleiche Raumgewicht, es läßt sich sogar noch übertreffen, wenn man ganze Stapel vergleicht.

Auch für feuchteres Gut geeignet?

Mit dem Bigbaler kann man nach englischen Erfahrungen auch Belüftungsheu

mit Wassergehalten bis zu 35% pressen. Die Ballen werden bis zu drei Schichten übereinander gestapelt und belüftet. An der Belüftung von Rundballen wird noch gearbeitet. Es wurden auch schon die ersten Silierversuche gemacht. Dieses Verfahren ist aber noch nicht praxisreif.

Kann man die Ballen draußen lassen?

Großballen sind unempfindlicher als Hochdruckballen. Einzeln auf dem Feld liegende eckige Großballen können etwa 25 mm Regen ohne Schaden verkraften. Gut geformte Rundballen vertragen 100 – 200 mm Regen. Der meiste läuft ab, nur die Oberfläche wird 5 – 10 cm tief durchnäßt. Die Ballen müssen aber einzeln liegen.

Bei feuchtem Boden sollte man Heuballen auf Rundhölzer oder alte Autoreifen legen. Stroh zum Einstreuen kann in Gegenden mit nicht zu feuchtem Klima ohne weiteres im Freien gelagert werden. Bei Stapeln von eckigen Großballen leidet nur die oberste Lage unter Regen. Der Stapel läßt sich aber leicht mit einer Folie abdecken. Sie muß aber gegen Wind gesichert sein, am besten mit einem Netz.

Von Rundballenstapeln läuft der Regen nicht so gut ab wie von einzelnen Ballen. An den Berührungsflächen der Ballen dringen die Niederschläge in den Stapel ein. In den USA setzt man daher die Rundballen senkrecht übereinander und nimmt die Durchfeuchtung der obersten Schicht in Kauf.

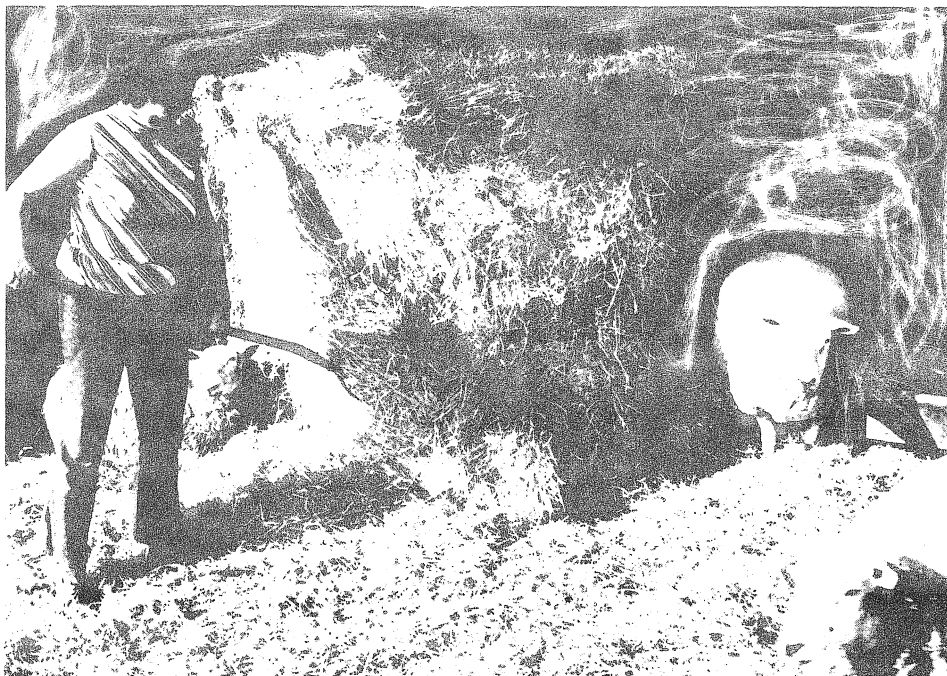
So werden Großballen bewegt

Zum Transport von Großballen zum Feldrand oder im Betrieb reicht eine Heckgabel an Schleppern ab 25 PS. Zum Laden und Stapeln braucht man Frontladerschlepper ab 40 PS. Hubkraft von 1000 kp und ausreichende Belastung der Hinterachse sind erforderlich. Wer mehr als drei Ballen übereinander stapeln will, sollte sich einen Hubstapler für das Schlepperheck anschaffen. Geländegängige Gabelstapler sind nur für Großbetriebe und Lohnunternehmer interessant.

Für den Frontlader gibt es hydraulisch betätigte Spezialzangen, z. B. von Howard für 2800 DM ohne Anbau. Billiger geht es mit schlanken Federstahlzinken an der Mistgabel, die z. B. bei Baas für 500 DM zu haben ist.

Aber vorsichtig fahren, damit die Ballen sich nicht verformen. Mit dieser Gabel kann man auch Rundballen anstecken, aber nur in Richtung zur Ballenlängsachse, nicht radial. Alle Frontladergeräte sollten hydraulisch schwenkbar oder parallel geführt sein.

Der Umgang mit Großballen ist nicht ungefährlich. Rundballen können an Hängen über 15° Neigung ins Rollen kommen, wenn sie falsch abgelegt werden. Auch bei der Frontladerarbeit ist



Auf die Seite gelegt kann ein Rundballen auch im Stand abgewickelt werden. Das geht ohne Schwierigkeit, wenn der Ballen von allen Seiten zugänglich ist.

Vorsicht geboten. Die Ballen muß man so stapeln und sichern, daß sie nicht vom Wagen bzw. Stapel herunterfallen können.

Tips für den Transport

Die eckigen Ballen haben den Vorteil, daß man sie quer auf vorhandene Wagen legen und so auf etwa 2,5 m Transportbreite kommen kann. Die Ballen liegen fester, wenn man sie vorher auf die Seite legt. 6 – 8 Ballen kann man in zwei Lagen auf 4,5 – 6 m lange Wagen packen. Wesentlich schwieriger ist eine gute Wagenausladung bei Rundballen. Zwar kann man die 1,5 m langen Gehl- oder Welger-Ballen zu zweit nebeneinander auf Wagen mit Plattformverbreiterung legen. Die Ladung ist dann aber 3 m breit, auf verkehrsreichen Straßen also sehr problematisch. Mit 1,2 m langen Rundballen ließen sich dagegen auch Lkw besser ausladen.

Arbeitszeitbedarf nur noch halb so groß

Beim Auf- und Abladen der Großballen werden Leistungen von etwa 24 t/h erreicht. Zum Einlagern sind natürlich ebenerdige Gebäude nötig, Ausnahme Hocheinfahrt oder Selbstgreifer. Für Pressen, Laden, Transport und Einlagerung von Großballen haben wir einen Arbeitszeitbedarf von nur 1 AKh/ha ermittelt. Dabei sind ein Strohertrag von 40 dt/ha und 1 km Feldentfernung unterstellt. Beim Einsatz der Hochdruckpresse mit Ballenschleuder und Abladen mit Förderband wären 2,5 AKh/ha erforderlich.

Wie löst man Großballen auf?

Bei den eckigen Ballen geht das verhältnismäßig einfach: Die senkrechten Schichten lassen sich nach Aufschneiden des Bindegarns leicht von Hand entnehmen. Nur wenn die Ballen sehr fest oder etwas feucht gepreßt sind, bilden sich zusammenhängende Stränge. Diese Stränge haben aber den Vorteil, daß man sie wie einen Hochdruckballen unter den Arm klemmen und in die verwinkeltesten Ecken bringen kann. Beim Auflösen beginnt man am besten dort, wo die Knoten liegen. Dann braucht man zum Einstreuen im Laufstall nur 4 – 5 Minuten.

Liegende Rundballen lassen sich nach Entfernen des Bindegarns in wenigen Sekunden abrollen. Dabei entsteht ein Teppich von 15 – 30 m Länge, wenn man entgegen der Wickelrichtung rollt. Arbeitet man in Wickelrichtung, kann man einen ganz feinen Schleier auf einer Länge von etwa 100 m ablösen. Strohballen lassen sich allein abrollen, bei Heuballen ist man besser zu zweit.

Rundballen lassen sich auch schichtweise ringsum mit der Gabel auflösen, wenn man sie senkrecht stellt. Der Ballen muß allerdings von allen Seiten zugänglich sein. Mechanische Geräte zum Auflösen von Rundballen sind in Entwicklung.



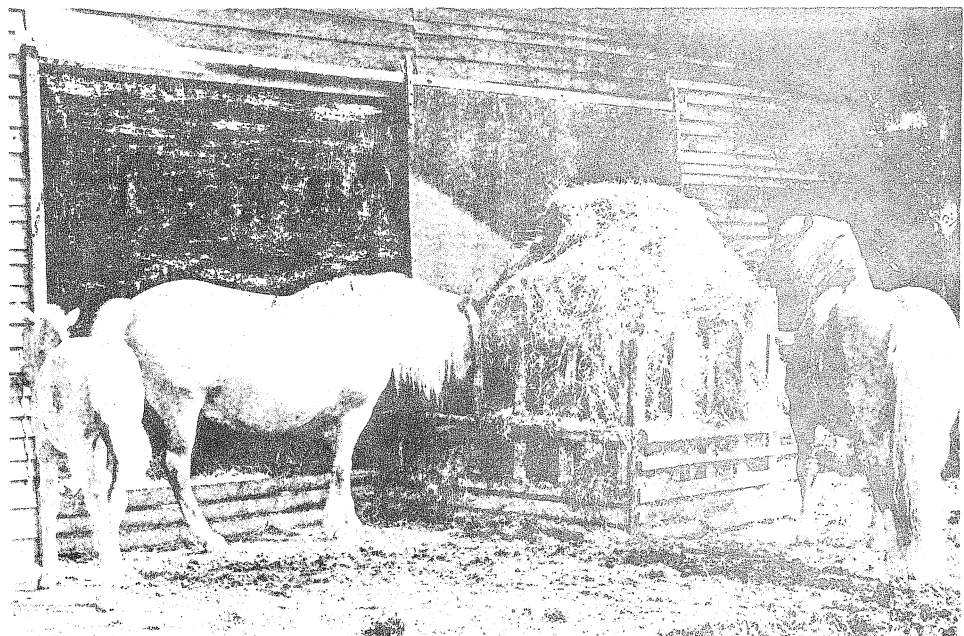
So lassen sich zwei Ballen auch zum Hof bringen, wenn man nicht über öffentliche Straßen muß. Die hohe Rückwand der Frontladergabel verhindert, daß der Ballen auf den Schlepper fällt.

Zur Selbstfütterung werden Ballen in Vorratsraufen gelegt. Einschichtige Ballenstapel kann man auch mit verschiebbaren Freßgittern verfüttern, ähnlich wie bei der Selbstfütterung im Fahrstilo. Aber Vorsicht! Wenn Heuballen direkt auf eine noch so sauber und trocken erscheinende Mistmatratze gestellt werden, kann es zu stärkerer Erwärmung und Gärung kommen. Legen Sie lieber Balken oder alte Reifen unter die Ballen. Bindegarn besser entfernen, damit sich die Tiere nicht darin verheddern können.

Wo gehören Großballen hin?

Es ist zwar zu erwarten, daß sich die verschiedenen Großballenverfahren in den nächsten Jahren auch bei uns stärker durchsetzen werden. Sie kommen aber sicherlich nicht für jeden Betrieb in

Frage. Wer nicht bereit und in der Lage ist, die Handgabel gegen den Frontlader zu tauschen und innerbetrieblich dafür genügend Platz zu schaffen, für den sind Großballen ungeeignet. Wer aber eine entscheidende Beschleunigung und Erleichterung der Heu- und Strohbergrung anstrebt und auch in der Innenwirtschaft die Vorteile des Verfahrens nutzen kann, wird sicherlich für diese neuen Lösungen zu begeistern sein. Auch für die industrielle Strohverwertung und für die Energiegewinnung aus Stroh dürften die Großballen Fortschritte bringen. So wird z. Z. die Herstellung von Stramitplatten aus Rundballen geprüft. Die ersten Großballenöfen zum arbeitssparenden Verheizen größerer Strohmenngen für Trocknungsanlagen, Ställe und Wohnhäuser sind im Bau.



Großballen eignen sich gut zur Selbstfütterung. Ein vier- oder sechsteiliges Palisadenfreßgitter läßt sich selbst herstellen und verhindert größere Futterverluste. Fotos: Schulz (12)

Präsentation der vom BMFT geförderten Projekte über rationelle Energieverwendung (22. - 24.11.1976 Bonn).

Referat, veröffentlicht im Statusbericht 1976 des Bundesministeriums für Forschung und Technologie

Forschungsvorhaben: "Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Getreidestroh"

Projekt: ET 5183 A

Referent: Dr. Arno Strehler, Landtechnik Weihenstephan

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eugen-Maria Hofstetter u.a.

Bereits seit 2 Jahren befaßt sich die Landtechnik Weihenstephan mit dem Verbrennen von Stroh. Die ersten Untersuchungen betrafen im Rahmen eines Forschungsauftrages vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten über die Möglichkeiten der Strohverwertung, den praktischen Einsatz eines dänischen Strohheizkessels auf einem landwirtschaftlichen Betrieb. Seit 1975 verfügt die Landtechnik Weihenstephan über einen größeren Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie zum Thema "Untersuchungen über verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Stroh". Im Rahmen dieses Forschungsauftrages lagen die Schwerpunkte der bisherigen Untersuchungen auf folgenden Gebieten:

Heizwertbestimmung von Stroh verschiedener Getreidearten und -sorten.

Prüfung bestehender Strohheizkessel auf Leistung, Wirkungsgrad und sonstige heizungstechnische Kennwerte.

Weiterentwicklung von Prototypen.

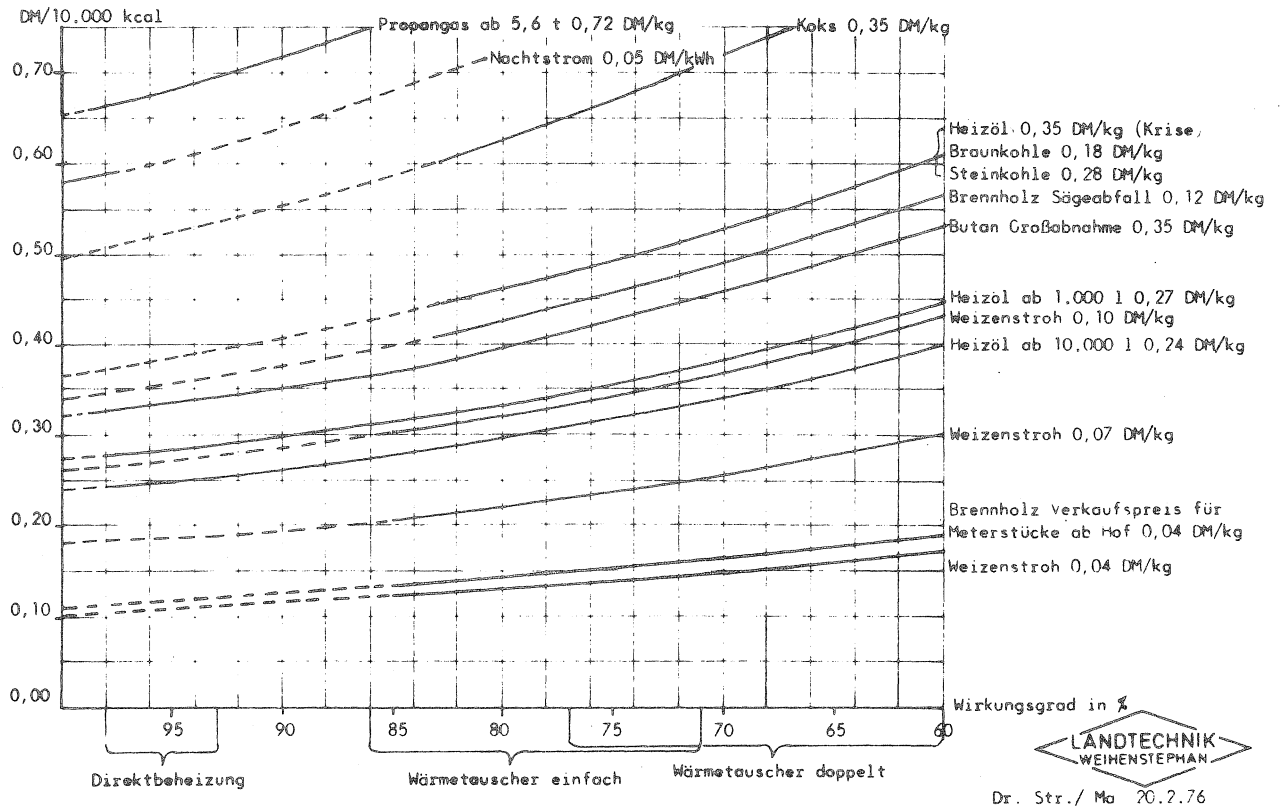
Bau von fahrbaren Warmlufterzeugern für die Trocknung von Agrarprodukten.

Nachfolgend werden Teilgebiete des Arbeitsvorhabens behandelt einmal die Rentabilität der Energiegewinnung aus Stroh und zum anderen die technischen Möglichkeiten der Energiegewinnung für die Wohnraumheizung und die Trocknung von Agrarprodukten.

Der Heizwert von Stroh schwankt im weiten Rahmen von 11.000 bis 16.000 kJ/kg. Strohart, Strohsorte und Feuchtegehalt bewirken die Unterschiede. Derzeit werden bei uns 35 verschiedene Strohsorten der vier wichtigsten Getreidearten in ihrem Heizwert untersucht. Um einen Vergleich mit anderen Brennstoffen herzustellen, der Heizwert von Stroh liegt etwa im Bereich des Heizwertes von Brennholz, jedoch unter dem von Braunkohle. Heizöl liegt bei 43.000 kJ/kg.

Wenn auch der Heizwert von Stroh für die Verbrennung günstig erscheint, so ist noch nicht gesagt, ob sich die Strohverbrennung insgesamt lohnt. Letztlich kommt es auf die Gesamtkosten an, die den Anlagenpreis, den Brennstoffpreis, die Lagerräumkosten, den Wirkungsgrad und den Arbeitsaufwand berücksichtigen, der mit der Strohverbrennung verbunden ist. Bei den derzeit vorhandenen Strohverbrennungsöfen konnte ein Wirkungsgrad von 60 bis 70 % festgestellt werden. Beim Vergleich der Preiswürdigkeit verschiedener Brennstoffe geht man vom spezifischen Preis aus, der sich auf eine bestimmte Energiemenge bezieht. Im vorliegenden Fall seien 43.000 kJ die Bezugsbasis, die wegen des Vergleichs zu Heizöl gewählt wurde. Bild 1 zeigt in grafischer Darstellung den Kostenvergleich. Ganz links ist der spezifische Preis aufgetragen, der keinerlei Unterschiede im Wirkungsgrad berücksichtigt. Werden verschiedene Wirkungsgrade unterstellt, die auf der Abszisse berücksichtigt werden, dann ergibt sich der Preis der verwertbaren Energie. Es zeigt sich, daß kostengünstiges Stroh und Brennholz in Meterstücken im spezifischen Preis so günstig liegen wie Heizöl mit 12 Pfennig pro kg. Allerdings muß für Stroh ein Minimalpreis von 4,00 DM/dt eingesetzt werden, in welchem der Düngerwert (1,-- DM/dt), Bergung und Transport (2,-- DM/dt) und die Kosten für die Einlagerung (1,-- DM/dt) berücksichtigt werden. Sobald Stroh einen höheren Verkaufswert bekommt, ist anstelle des Düngerwertes der Verkaufswert einzusetzen, der ja insbesondere im letzten Jahr sehr hoch war. Neben billigem Stroh liegt auch Holz in Meterstücken sehr kostengünstig, soweit man einen Preis ab Hof von DM 20,--/Ster einsetzt. Dieses Holz ist in der Holzverarbeitung nur bedingt verwertbar, und zählt somit ebenfalls zu den pflanzlichen Abfallstoffen, die sich für die Energiegewinnung anbieten.

relative Vorzüglichkeit verschiedener Brennstoffe bei gestaffeltem Wirkungsgrad



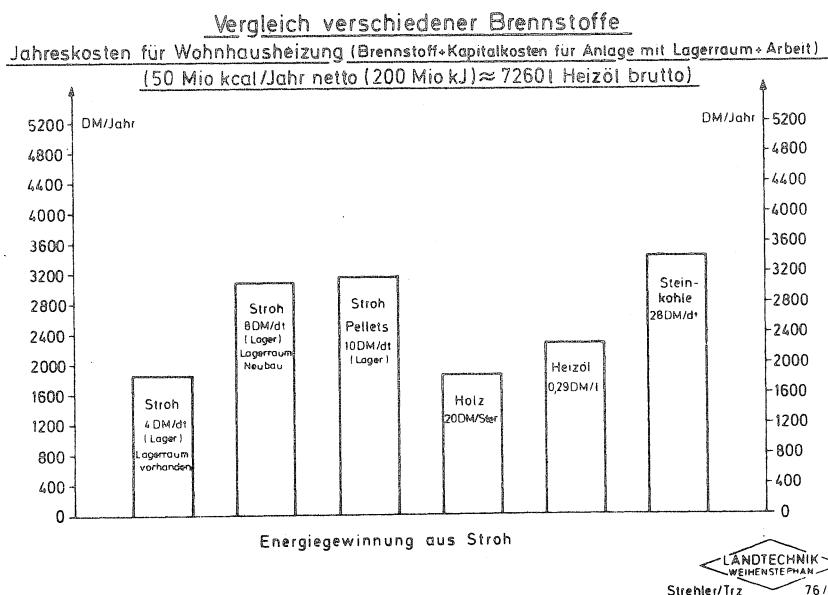
Der Vergleich der verwertbaren Energie ist jedoch noch nicht ausschlaggebend für den Endvergleich. Es müssen noch die Arbeitsbelastung, die Lagerraumkosten und eventuelle Unterschiede in der Kapitalkostenhöhe für die Heizkessel berücksichtigt werden. In Tabelle 1 sind die Jahreskosten bei Verheizung verschiedener Brennstoffe angegeben. Unterstellt wurde hierbei ein Heizkessel mit einer Leistung von 125.000 kJ/h.

Tabelle 1: Vergleich der Jahreskosten bei Verheizung verschiedener Brennstoffe

Spalte 1	2	3	4	5	6
Brennstoffart	Kessel (10% v. Neuwert) in DM	Lagerraum (8 % v. Neuwert) in DM	Brennstoffkosten in DM	Arbeitskosten für Heizen in DM	Summe der Jahreskosten in DM
Steinkohle	220,00	240,00	2350,00	400,00	3.410,00
Holz (Meterscheite DM 20,00/Ster)	450,00	180,00	800,00	400,00	1.830,00
Stroh (HD-Ballen DM 8,00/dt)	450,00	470,00	1500,00	720,00	3.140,00
Stroh (HD-Ballen DM 4,00/dt, Lager- raum vorhanden)	450,00	-, --	700,00	720,00	1.870,00
Heizöl (0,29 DM/l)	350,00	350,00	1550,00	16,00	2.266,00
Flüssiggas	400,00	460,00	4450,00	16,00	5.326,00
Stroh (Pellets DM 10,00/dt)	450,00	280,00	1850,00	400,00	2.980,00

Zur besseren Veranschaulichung werden die Jahresgesamtkosten in Bild 2 grafisch dargestellt.

Bild 2



Es zeigt sich, daß Stroh, das nur mit dem Düngerwert am Feld bewertet wurde und zu dessen Einlagerung bereits kostenloser Raum vorhanden ist, mit der Verheizung von Holz als Meterscheite am kostengünstigsten abschneidet. Stroh in Form von Pellets und Stroh mit einem Wert von 8,00 DM/dt im Lager kommen erheblich teurer als Heizöl bei dem unterstellten Preis. Bei den unterstellten Daten darf Stroh nur DM 6,00/dt im Lager wert sein, um in der Verbrennung nicht teurer zu kommen als Heizöl bei einem Preis von 0,29 DM/l. Daraus folgt, daß die Verheizung von Stroh nur im landwirtschaftlichen Betrieb sinnvoll ist, der zum einen den kostenlosen Lagerraum bereitstellen kann und bei welchem das Stroh nicht teurer als mit DM 3,00/dt ab Feld verkauft werden kann. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn das Getreidestroh für den Landwirt ein echtes Problem darstellt, das er nicht anderweitig verwerten bzw. verkaufen kann. Allerdings ist nicht auszuschließen, daß durch günstige Vorrichtungen zur automatischen Strohverheizung die Arbeitskosten so stark reduziert werden können, daß Stroh in der Gesamtkostenbilanz günstiger zu stehen kommt. Arbeiten zur Schaffung einer automatischen Strohbeschickungsanlage sind in der Landtechnik Weihenstephan im Gange. Die Arbeitskosten wurden bei den bisherigen Betrachtungen mit 720,00 DM/Jahr eingesetzt. Es kann jedoch im Einzelfall unterstellt werden, daß die Stundenlöhne wesentlich geringer anzusetzen sind, vor allem, wenn der Landwirt, wie das häufig in Wintermonaten der Fall ist, keine weiteren Verdienstmöglichkeiten hat. Dann wird die Strohverheizung nochmals kostengünstiger und die Vorzüglichkeit gegenüber Heizöl steigt. Da die Holzverheizung ebenfalls sehr günstig erscheint, sollten die Kessel für Stroh und Holz in gleicher Weise geeignet sein. Unsere Untersuchungen zeigten, daß diese Voraussetzungen von allen bisher geprüften Kesseln erfüllt werden. Anhand einiger Darstellungen sollen nun die verschiedenen Ofenbauarten besprochen werden. Bild 3 zeigt die wichtigsten Bauartengruppen der derzeit vertriebenen Geräte. Bild 3 oben zeigt das Schema der ersten Strohöfen, die von Passat/Dänemark gebaut wurden. Neuerdings werden auch von einer einheimischen Firma, der Firma Loibl/Alzhausen, Öfen nach einem ähnlichen Prinzip hergestellt. Diese

Anlagen werden in Leistungen von 75.000 kJ/h bis 500.000 kJ/h hergestellt. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Preise je nach Leistungsklasse der Anlage.

Tabelle 2: Anschaffungspreise der Passat-Heizkessel

1	2	3
Kesseltyp	Leistung in kJ/h	Preis in DM mit Zubehör und MWSt ab Lager des Händlers
HO 20	25.000	2.820,00
HO 45	160.000	4.545,00
HO 65	270.000	7.250,00
HO 100	500.000	9.375,00

Bild 3

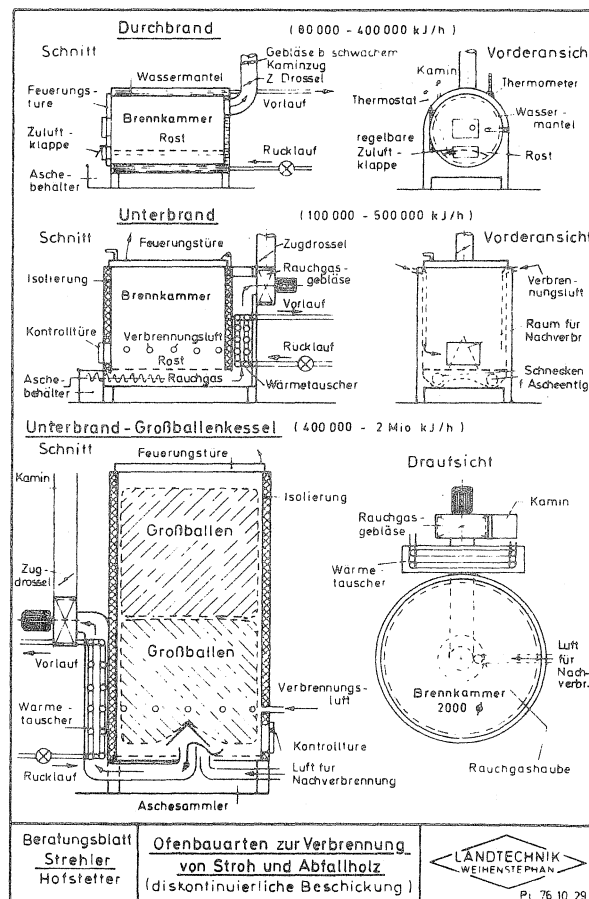
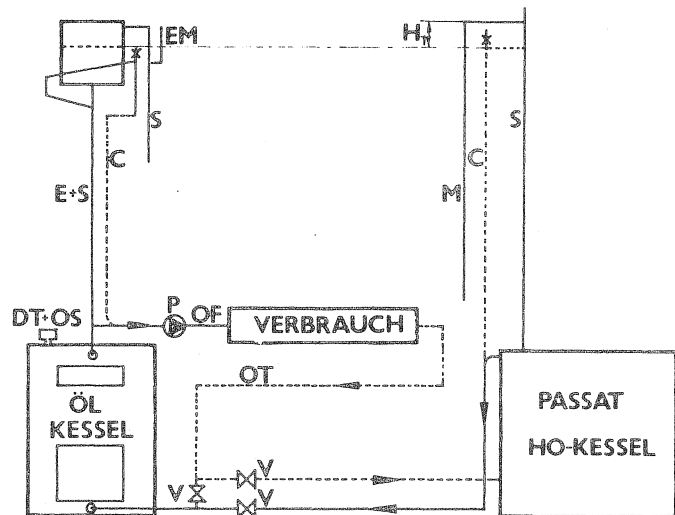


Bild 4



In der Mitte des Bildes wird das Schema der Öfen gezeigt, die Herr Linneborn konstruiert hatte. Diese Anlagen sollen in Zukunft bei der Firma Viessmann gebaut werden, wobei nicht auszuschließen ist, daß noch einige Abwandlungen auftreten werden. Diese Öfen werden bislang mit Hochdruck-Ballen von oben beschickt. Ein natürlicher Kaminzug ist nicht gegeben, es müssen grundsätzlich Gebläse verwendet werden. Diese saugen die Rauchgase über den Aschenraum durch ein Heizregister ab. Bei diesen Öfen entstehen wesentlich höhere Brennkammertemperaturen, worauf die bessere Verbrennung zurückzuführen ist. Durch Anbringung eines Gasbrenners als Stützfeuer war es uns gelungen, Stroh von Anfang an rauchfrei zu verbrennen. Der Gasbrenner mußte dazu etwa 15 Minuten laufen.

Die auf Bild 3 unten gezeigte Anlage stellt einen Großballenofen dar, der gleichzeitig 2 Ballen faßt. Mit solchen Anlagen erreicht man Heizleistungen von 500.000 bis 2.000.000 kJ/h. Vier derartige Anlagen sind bislang im praktischen Einsatz. Es gibt noch einige Probleme mit der Zugregelung und der automatischen Heizleistungsregulierung. Die Großballenöfen haben den Vorteil, daß sie nicht so häufig nachgeheizt werden müssen. Die Nachheizarbeit ist mechanisiert. Über den endgültigen

Anschaffungspreis der Großballenöfen kann noch nichts gesagt werden. Die speziellen Kessel für die Verwertung von Stroh und Holz lassen sich in den Wasserkreislauf einer vorhandenen Wohnraumheizung eingliedern. Bild 4 gibt ein vereinfachtes Anschlußdiagramm.

Von diesem Wohnhausheizsystem lassen sich noch weitere Heizregister für die Stallbeheizung, Werkstattbeheizung und Luftanwärmung für die Trocknung mit Energie versorgen.

Gerade die Trocknung pflanzlicher Produkte verlangt erhebliche Energiemengen und stellt daher neben der Wohnraumbeheizung den wichtigsten Konsumenten aus Stroh gewonnener Energie dar. Tabelle 3 zeigt, welche Energiemengen nötig sind, um das Erntegut von 1 ha verschiedener Fruchtarten zu trocknen.

Tabelle 3

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8
Gutsart	U_1 in %	U_2 in %	notw. Wasser- entzug in kg/dt Trocken- gut	Ertrag dt/ha Trocken- gut	notw. Wasser- entzug kg/ha	Q_{spez} in kJ/kg	nötige Energie in Mio. kJ/ha
Grünfutter Heißluft	82	14	380	100	38000	3360	127,7
Grünfutter Warmluft vorgewelkt	60	14	115	100	11500	5040	58
Körnermais	40	14	43	50	2150	5040	10,8
Raps	25	10	20	30	600	5040	3
Getreide	20	14	7,5	50	375	6300	2,4

Zeichenerklärung:

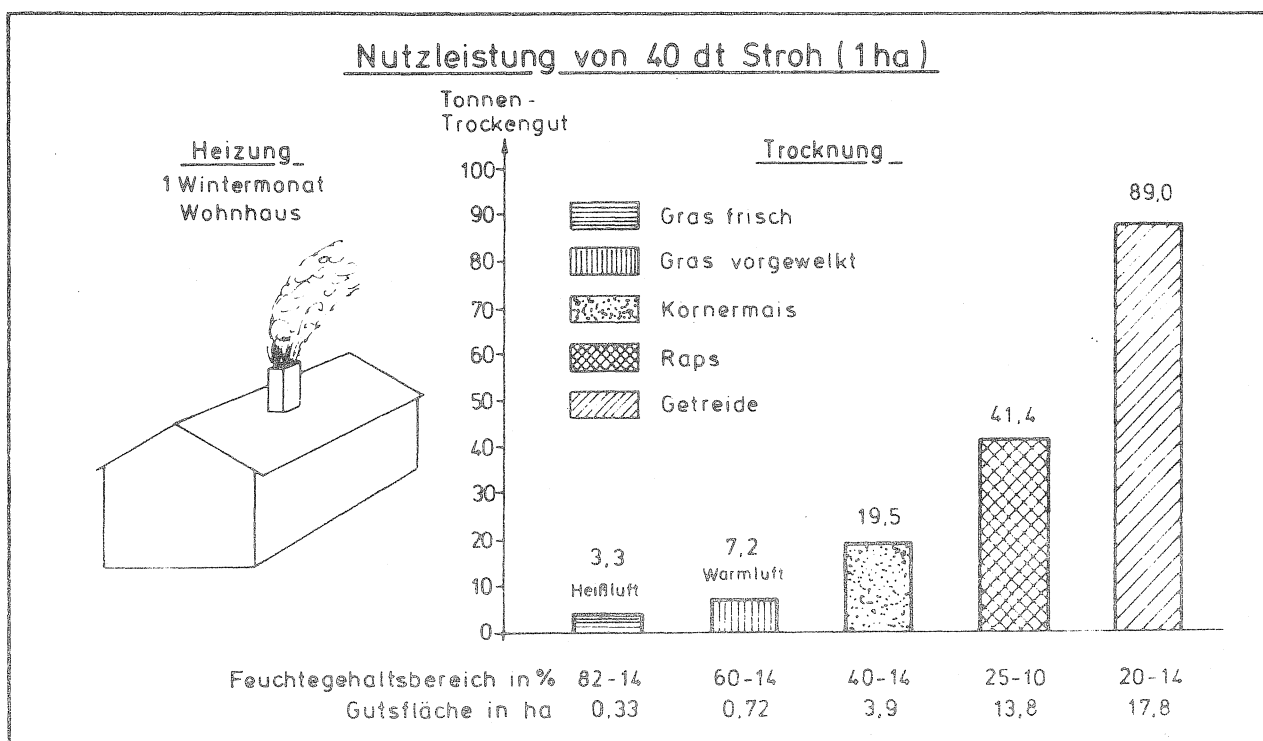
U_1 = Anfangsfeuchtegehalt

U_2 = Endfeuchtegehalt

Q_{spez} = spezifischer Wärmeverbrauch in kJ je kg Wasserverdampfung

Aus Tabelle 3 zeigt sich, daß gerade für die Grünfütteretrocknung enorme Energiemengen notwendig sind. Nur ist es sehr selten der Fall, daß in Grünlandgebieten überschüssiges Stroh anfällt. Somit kommt das Grünland zur Nutzung der Strohenergie für Trocknungszwecke kaum in Frage, allerdings tun sich hier beste Möglichkeiten für Brennholz auf. Hingegen verfügen Körnermaisgebiete in der Regel über überschüssiges Stroh. Auch in der Körnermaistrocknung wird viel Energie verbraucht, die ohne weiteres durch Stroh bereitgestellt werden könnte. Das gleiche gilt für die Raps- und Getreidetrocknung.

Bild 5 gibt nochmals einen anschaulichen Überblick über die Nutzleistung von 1 ha Stroh zur Energiegewinnung.



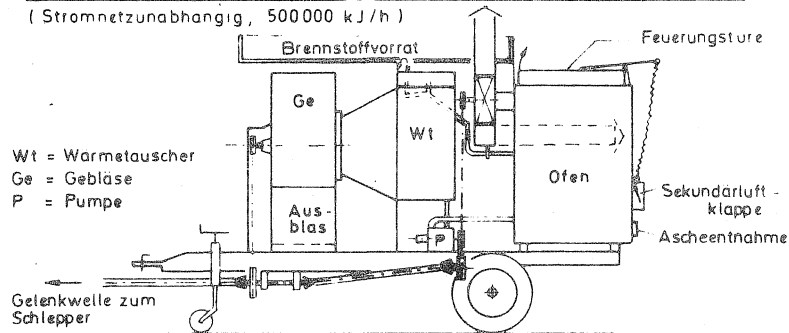
Da die Verwertung von Stroh und Altholz gerade für die Trocknung von Interesse schien, wurden an der Landtechnik Weihenstephan mehrere Warmlufterzeuger gebaut, bei denen diese Brennstoffe verwertet werden können. Bild 6 gibt einen Überblick über die wesentlichsten Bauarten, die bislang an der Landtechnik Weihenstephan verwirklicht wurden.

Bild 6 oben zeigt ein stromnetzunabhängiges Gerät. Über die Schlepperzapfwelle wird ein Gebläse angetrieben. Hinter dem Gebläse sitzt ein Wasserwärmetauscher, der über dem am Fahrgestellende sitzenden Strohheizkessel gespeist wird. Das Rauchgasgebläse und die Wasserumwälzpumpe werden ebenfalls über die Schlepperzapfwelle angetrieben.

Bild 6

Versetzbarer Warmlüfterzeuger mit Wasserwärmetauscher

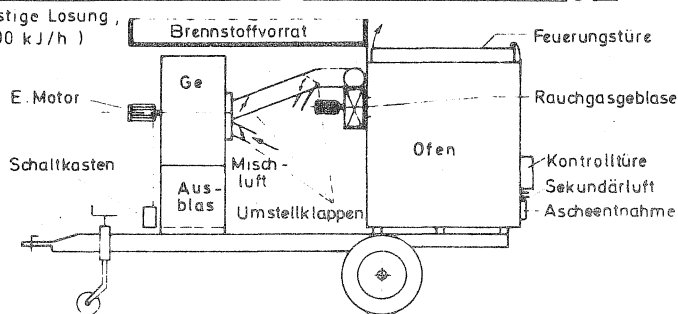
(Stromnetzunabhängig, 500 000 kJ/h)



Wt = Wärmetauscher
Ge = Gebläse
P = Pumpe

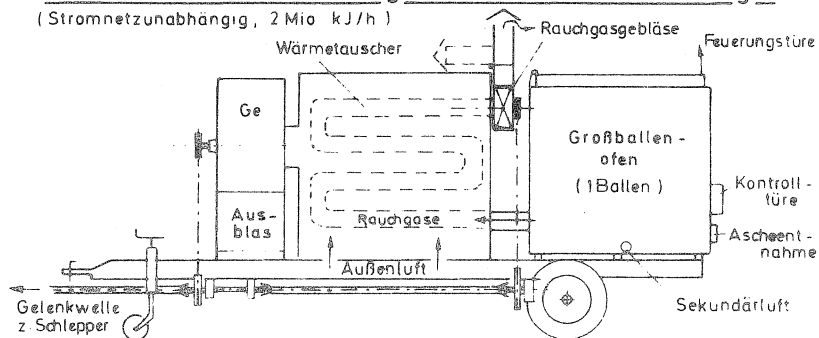
Versetzbarer Warmlüfterzeuger mit Direktbeheizung

(Kostengünstige Lösung, 800 000 kJ/h)



Versetzbarer Warmlüfterzeuger für Großballenverheizung

(Stromnetzunabhängig, 2 Mio kJ/h)



Die Brennstoffbefüllung geschieht von oben, was jedoch noch in keiner Weise befriedigt. Durch Bedienung einer Umstellklappe lassen sich auch die Rauchgase bei rauchfreier Verbrennung zur Trocknung mitverwenden. Die Heizleistung der Anlage liegt bei ca. 400.000 kJ/h. Damit lassen sich ungefähr 1,3 t Getreide pro Stunde trocknen. Diese Anlage wurde auch schon zur Grünfütterertrocknung eingesetzt, wobei auf einer Wagentrocknung stark vorgewelktes Gut getrocknet wurde. Die Kombination des Trockners mit dem Wasserkreislauf wurde deshalb gewählt, damit der

selbe Ofen auch zur Wohnhausheizung benutzt werden kann. In der Mitte des Bildes ist ein fahrbarer Warmluftzeuger mit Direktbeheizung dargestellt. Hier werden die Rauchgase direkt zur Trocknung genutzt. 2 Elektromotoren treiben das Rauchgas- und das Warmluftgebläse an. Da in der Anfahrphase eine starke Rauchentwicklung auftritt, kann durch Klappenstellung verhindert werden, daß die Rauchgase in das Trockengut gelangen. Erst bei sauberer Verbrennung werden die Rauchgase zusammen mit beliebig einstellbarer Mischluft in das Trockengebläse eingespeist. Die Heizleistung dieses Gerätes liegt bei ca. 750.000 kJ/h. Damit können mehr als 2 t Getreide in der Stunde konserviert werden.

Für höhere Leistungsklassen, wie sie bei der Körnermaistrocknung gefordert werden, wurde ein fahrbarer Warmluftzeuger unter Verwendung eines Großballenofens gebaut. Über einen Luftwärmetauscher wird verhindert, daß die Rauchgase in das Trockengut eindringen können. Am vorderen Teil des Fahrgestells sitzt das Trocknungsgebläse, das zusammen mit dem Rauchgasgebläse über die Schlepperzapfwelle angetrieben wird. Dieser Warmluftzeuger erreichte in ersten Versuchseinsätzen Heizleistungen von 2 Mill. kJ/h, womit 6 t Getreide pro Stunde und eine Tonne Körnermais pro Stunde getrocknet werden können. Für diese Heizleistungen muß das Gerät alle 2 Stunden mit einem weiteren Großballen versorgt werden.

Ausblick:

Abschließend läßt sich sagen, daß es bereits durchaus praktikable Lösungen für die Wohnraumheizung und Versorgung von Warmluftzeugern für die Trocknung unter Verwendung von Stroh als Energielieferant gibt. Allerdings sind in vielen Details noch Verbesserungen nötig. Im Bereich der automatischen Ofenbeschickung und der Ascheentleerung gibt es noch keine befriedigenden praxisreifen Methoden, so daß diese Arbeiten vorerst noch von Hand erledigt werden müssen. Ein Landwirt, der jetzt schon in Erwägung zieht einen Strohofen zu kaufen, muß sich deshalb im klaren darüber sein, daß er die Unabhängigkeit von Heizöl nur mit einem erhöhten Bedienungsaufwand und einer entsprechenden Kapitalbereitstellung für den Ofenkauf erlangen kann. Wer die Beschickungsarbeiten nicht scheut und Stroh oder Abfallholz kostengünstig zur Verfügung hat, der kann diese Brennstoffe bereits jetzt sinnvoll nutzen.

Möglichkeiten der Pflanzung und Aussaat im Freilandgemüsebau

Dr.-Ing. K.-H. Kromer, Freising

Vor der Behandlung der technischen Lösungen von Pflanzung und Aussaat sind die Forderungen zu definieren:

- Große Posten hoher und einheitlicher Qualität durch positive Beeinflussung des Erntezeitpunktes (ggf. Verfrühung) und ein gleichmäßiger Bestand nach Reife und Ertrag. Dies setzt Gleichstand der Pflanzen in der Reihe und exakte Ablagetiefe voraus.
- Senkung des Arbeitszeitbedarfes und der Maschinenkosten durch Anwendung von Verfahren mit hoher Leistung und geringem Arbeitskräftebesatz. Möglichst geringer Investitionsaufwand bei niedrigen Saatgutkosten und -aufwand.

Für den Feldgemüseanbau kommen im wesentlichen die in Tabelle Abb. 1 aufgeführten Kulturen in Frage. Hauptaufgabe im Feldgemüsebau ist bekanntlich die Mechanisierung der Ernte, da diese in der Handarbeitsstufe bis 80% des gesamten Arbeitszeitbedarfes ausmacht. Dabei ergibt sich das Spannungsfeld, wonach durch die Erhöhung des Mechanisierungsgrades zwar der AKh-Bedarf sinkt, jedoch gleichzeitig der Investitionsaufwand ansteigt. Es ist dies in Abbildung 2 für Einlegegurken dargestellt. Die Pfeile veranschaulichen die Tendenz. Hinsichtlich des Arbeitszeitbedarfes gelten für den Anbau dieselben Zusammenhänge wie dies in Abb. 3 für Kopfkohl dargestellt ist. Ziel der Mechanisierung muß es sein, Arbeitsspitzen über dem Jahresablauf zu vermeiden, d. h. einen etwa gleichen Mechanisierungsgrad in allen Kulturen von Anbau bis Aufbereitung zu erreichen. Ansonsten stellt sich u. U. die Frage der Arbeitszeitbedarfsenkung nicht, wenn z. B. zum Zeitpunkt des Anbaues Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, die andersweitig nicht eingesetzt werden können.

Die Frage ob Pflanzung oder Direktsaat ist nur unter Berücksichtigung der pflanzenbaulichen und betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkte zu beantworten.

Die Pflanzung kann ohne und mit Erdtopf erfolgen. Die Standardverfahren der Pflanzung ohne Erdtopf (Pflanzmaschinen) sind weitgehend ausgereift. Weiterhin haben umfangreiche Untersuchungen zur Pflanzung ohne Erdtopf, z. B. bei Kohlgemüsen [4] ergeben, daß der Verlust der Primärwurzel eine Verlängerung der Vegetation um bis zu zwei Wochen bringt (Verpflanzungsschock, ohne Beregnung). Daher finden wir z. Z. eine technische Weiterentwicklung nur bei der Pflanzung mit Erdtopf (Erdtopfsetzmaschinen). Infolgedessen wird diese Gerätetechnik besonders behandelt. Außerdem zeigt ein Vergleich des Arbeitszeitbedarfes und des Ak-Besatzes in Abb. 3, daß die Forderung nach Arbeitszeitsenkung durch die Pflanzung kaum erfüllt wird. Dies ist nur möglich bei Direktsaat und möglichst gleichzeitiger Ablage auf Endabstand. Somit stellt die Einzelkornsaat einen weiteren Schwerpunkt der technischen Entwicklung besonders für den großflächigen Anbau dar. Immerhin wurden bereits 1974 64% der Freilandgemüseanbaufläche in Betriebsgrößen von 10 ha und mehr bewirtschaftet [6].

Nachfolgend sollen der Geräteaufbau der möglichen Anbausysteme unter Angabe von Hersteller und Anschaffungspreis behandelt werden:

Pflanzung

- Pflanzmaschinen
- Erdtopfsetzmaschinen

Abb. 1: Zusammenfassung wesentlicher Feldgemüsekulturen, unterteilt nach Pflanzung und Direktsaat, nach ihren gebräuchlichsten Saatgutformen sowie Zuordnung der Anbautechnik und der Sägeräte

Gemüseart	ANBAU						AUSSAATTECHNIK				
	Anzucht Beet	Topf	Pflanzung	Direktsaat	Saatgutform normal	pilliert	Drill-saat	Einzelkornsaat ¹⁾			
							Zellenrad	Löffelrad	Lochband	pneumat	
BLATTGEMÜSE											
Kopfkohl	○	○	○	●	●*	○		■	■	■	
Blumenkohl	○		○	●	●*	○		■	■	■	
Kohlrabi	●	○	●	○	○*	○		■	■	■	
Rosenkohl	●		●	○	○*			■	■	■	
Grünkohl	○		○	●	●*			■	■	■	
Chinakohl				●	●*			■	■	■	
Spinat				●	●		■				
Kopfsalat	○	●	●	○	○	○	■	■	■	■	
FRUCHTGEMÜSE											
Buschbohne				●	●			■	■	■	■
Grünerbse				●	●		■	■	■	■	■
Einlegegurke				●	●			■	■	■	■
Buschtomate				●	●			■	■	■	■
ZWIEBELGEMÜSE											
Zwiebel				●	●	○	■	■	■	■	
Porree	●		●	○	○	○	■	■	■	■	
WURZELGEMÜSE											
Möhre				●	●	○	■	■	■	■	
Knollensellerie	●	○	●					■	■	■	
Rote Rüben				●	●		■	■	■	■	■
Radies				●	●*	○	■	■	■	■	■

● überwiegend angewendet
○ teilweise angewendet

* allgemein kalibriert
1) Einzelkornsäegerät - Systeme

■ in der Praxis angewendet

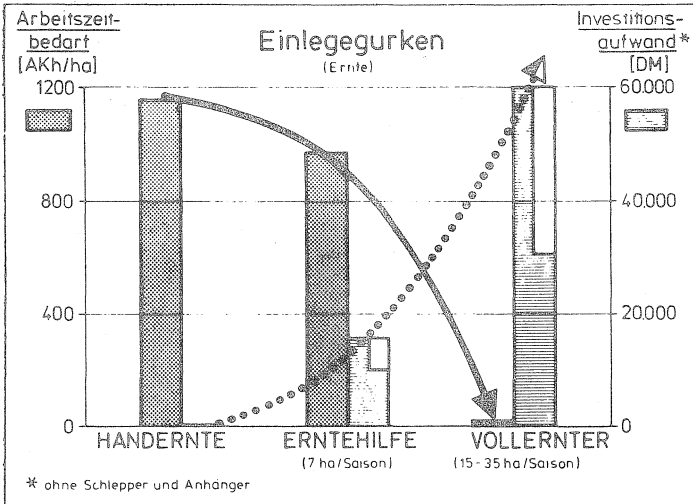


Abb. 2: Arbeitszeitbedarf und Investitionsaufwand bei der Einlegegurken-ernte in Abhängigkeit vom Mechanisierungsgrad (in Klammer () die Saisonleistung pro Geräteeinheit)

Direktsaat

Drillmaschinen

● Einzelkornsäegeräte (incl. Dünsämaschinen)

Soweit vorhanden werden die arbeitswirtschaftlichen Kenndaten angegeben.

Pflanzung

Hierbei ist davon auszugehen, daß unter den folgenden Anbau-bedingungen stets gepflanzt wird:

1. Intensivbewirtschaftung mit mehreren Kulturen pro Saison
2. Angestrebte Verfrühung zur Erzielung von Primeurpreisen, wobei zu prüfen ist, wie weit dies z. B. auch durch Folienanbau zu erreichen ist.
3. Anzucht bei langer Vegetationszeit erforderlich (z. B. Knollensellerie)
4. Verkürzung des kritischen Anbauzeitraumes
5. Anbau auf Endabstand
6. Schwierige Unkrautkontrolle (selektierte Unkräuter)
7. Jungpflanzenproduktion

Pflanzmaschinen werden nach ihrem Arbeitsprinzip in Klemmscheiben-, Klemmfedern- und Schnappgreifergeräte unterteilt. Die Arbeitsgeschwindigkeit beträgt allgemein 0,5—0,8 km/h, was einen Schlepperkriechgang erfordert. Bei einem Nebenzeitanteil von 15 % werden für ungetopfte Ware etwa 1 000 bis 1 500 Pflanzen/AKh [1] erreicht. Bei getopfter Ware (Kopfsalat) kann mit 850 Pflanzen/AKh gerechnet werden, gegenüber Handpflanzungen 500 Töpfe/AKh. Demnach ermöglichen Pflanzmaschinen eine Erhöhung der Arbeitsleistung um 10—40 %.

Das Klemmscheibenprinzip wird von der Fa. Weiste verwendet, hierbei wird der Abstand in der Reihe durch akustisches Signal oder Farbmarkierung vorgegeben. Der Reihenabstand beträgt 50 cm, versetzt über 30 cm je Druckrollenantrieb. Die Geräte sind auch mit Topfballenhalten (Stahldraht) und Topfbalenschar lieferbar.

Kosten für die Erweiterung: 175 DM/Reihe. Der Preis beträgt 3reihig 2 556; 4reihig 3 509 und 5reihig 4 150 DM. Das Klemmfedersystem wird von der Fa. Kemnik verwendet mit gleichem Reihenabstand wie zuvor, Pflanzenabstände 18—100 cm in der Reihe mit einer Abweichung von 1—2 cm bei ca. 50 % des Bestandes. Das Schnappgreiferprinzip verwenden die Firmen

Abb. 4: Erdtopfsetzmaschine mit Handeinlage, elektr. Fahntrieb (Werkbild Mavor KG)

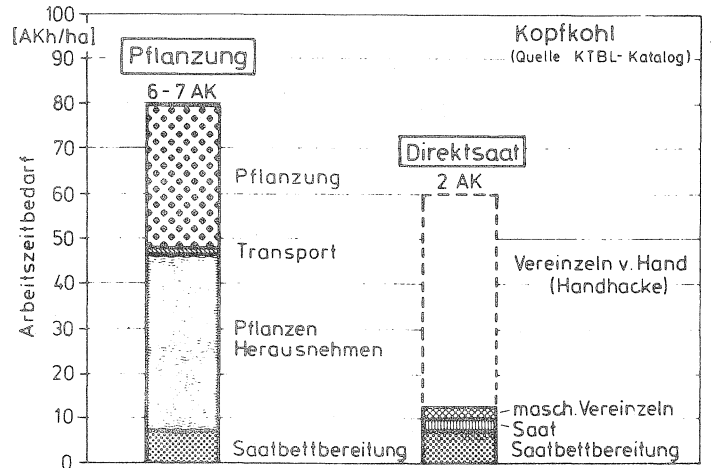
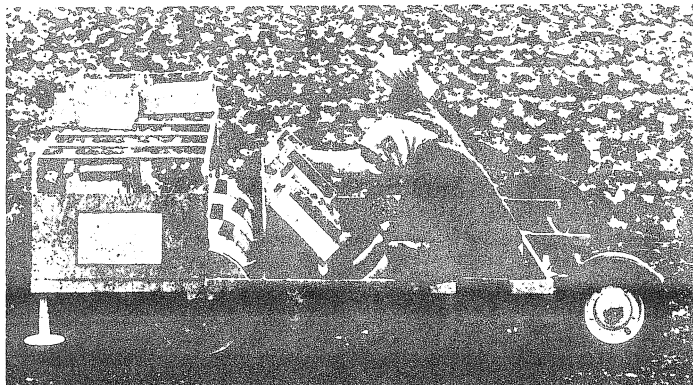


Abb. 3: Arbeitszeitbedarf und erforderliche Arbeitskräfte für Pflanzung und Direktsaat von Kopfkohl [10]

Metz und Ateliers Ribouleau (Schröder). Reihenabstände unverändert, Pflanzenabstände in der Reihe 13—70 cm durch Verwendung von 24,16 oder 8 Greifern. Der Preis für ein fünfreihiges Gerät beträgt ca. 6 000 DM.

Die Fa. Meier bietet ein selbstfahrendes Gerät an (1,2 PS Benzinmotor 0,5 PS E-Motor). Die Arbeitsbreite beträgt 1,25 bis 1,75 m. Der Reihenabstand ist einstellbar. Der Pflanzenabstand beträgt für zwei verschiedene Walzen 21,25 und 30 cm bzw. 19,5, 22,5 und 27 cm. Maximal 6 Reihen, Preis: 2 675 DM. Auf etwa dem gleichen Prinzip beruht das Gerät der Fa. Kester, 6reihig, Preis: 3 000 DM.

Erdtopfsetzmaschinen

Die Arbeitsgeschwindigkeit beträgt 1,5—3 km/h, und es werden bis 850 Töpfe/AKh erreicht. Es ist eine generelle Unterscheidung in Setzmaschinen mit Handeinlage und halbautomatische Setzmaschinen zu machen. Das Arbeitsprinzip beruht überwiegend auf einer Nockenwalze zur Lochung, bei einem Gerät erfolgt die Ablage mittels Pflanzenschuhrad.

Nockenwalzen-Prinzip

Hierbei werden Nocken bzw. Klötze mit unterschiedlicher Abmessung auf einer Walze aufgeschraubt, dabei ist der Reihenabstand stufenlos und der Pflanzenabstand in der Reihe in Stufen verändert (Abb. 4). Druckrollen allgemein nachlaufend. Zwei AK sind für die Pflanzeneinlage erforderlich, eine AK zum Pflanzzubringen und ein Schlepperfahrer. Daraus ergeben sich für alle Maschinen ca. 700—1 000 Pflanzen/AKh max. 1 800 Pfl/AKh [8]. Die Fa. Hornung entwickelte ein Schlepperanbaugerät (auch als Kreho-Gerät vertrieben) für Beetbreiten von 1,25, 1,35, 1,5 und 1,7 m mit maximal sechs Reihen. Reihenabstand über 20 cm. Pflanzenabstand in der Reihe in Stufen von 15—54 cm. Die Druckrollen sind mit Blatthebern ausgerüstet, die Ablagetiefe wird über unterschiedliche Lochtiefen variiert. Preis, fünf-reihige: ca. 5 500 DM. Jeweils 2 AK für zwei Reihen, bei fünf Reihen 3 AK zum Einlegen.

a) Landwirtschaftliches Saatgut

	Ø TKG [g]	Ø Aussaatmenge [kg/ha]
Winterweizen	45	170
Sommerweizen	38	195
Hafer	37	135
Roggen	40	120
Gerste	4,6	150
Mais	275	25
Zuckerrübe	15	10
Raps	5	10
Ackerbohne	750	200

b) Gärtnerisches Saatgut

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

Abb. 5: TKG und Aussaatmengen von landw. Kulturen und Feldgemüse

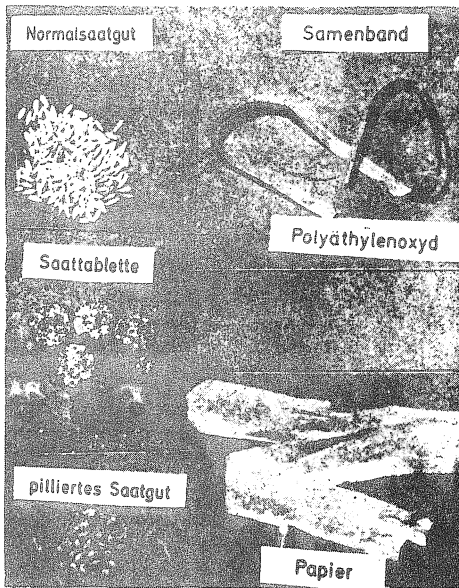


Abb. 8: Saatgutformen von Feldgemüse

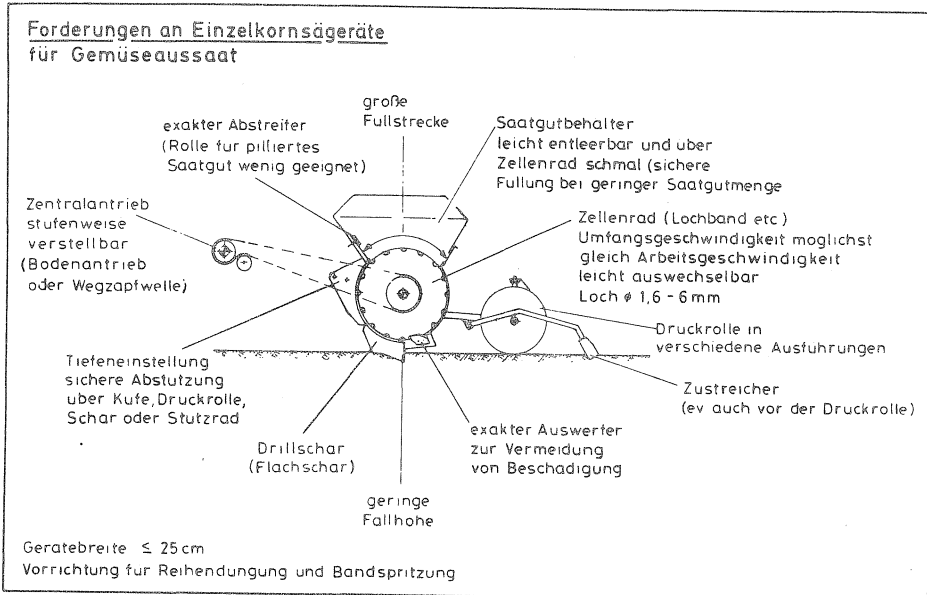


Abb. 7: Anforderungen an Einzelkornsägeräte zur Direktsaat von Feldgemüse (am Beispiel eines Zellenrad EKS mit senkrechtem Zellenrad)

Kromer/Po 76/10

Pflanzschuhrad-Prinzip

Die Fa. Dokex bietet ein Schlepperanbaugerät an, Arbeitsgeschwindigkeit bis 0,8 km/h. Das Pflanzschuhrad hat Bodenantrieb und Auswerfer, Topfgröße 4—8 cm. Der Reihenabstand beträgt über 22 cm und maximal 42 cm, abhängig von der Anzahl der Reihen. Pflanzenabstand: 20—60 cm, Pflanztiefe einstellbar. Maximale Pflanzleistung 4reihig: 2 600 Töpfe/Akh (Firmenangabe) Die Preise belaufen sich bei 4reihig auf 7 000, 5reihig 7 250 und 6reihig 7 500 DM (hfl = DM).

Die Geräte der Firmen Javo und Multiplanta entsprechen dem Aufbau der vorbeschriebenen Maschinen.

Halbautomat

Das Gerät der Fa. Rumetsch ist ein auf Einzelaggregaten beruhendes Anbaugerät. Vom Magazin erfolgt die Ablage über Transportband in das Pflanzenschar mit nachlaufender Zustreichrolle. Pflanzenabstand in der Reihe: 24—60 cm, Vierkantöpfe. Preis pro Aggregat: 1 000 bis 1 200 DM. (Fotos S. 153)

Die Fa. Jamafa bietet ein selbstfahrendes Gerät an, wobei die Töpfe aus dem Magazin über Transportbänder und eine kreisförmige Rutsche abgelegt und mittels hydraulisch bewegtem Hebel wechselseitig angedrückt werden. 5—8 Reihen (bis 4 Transportbänder) und maximal 5 000 Pflanzen/Akh (Firmenangabe). Preis: 9 400 DM.

Der amerikanische Pot Planter der Fa. Holland Transplanter Co, Holland, Michigan kann auch zur Aussaat durch Folie eingesetzt werden.

Auf die Möglichkeiten einer Lochung vor der Pflanzung (z. B. bei Porree) soll noch hingewiesen werden. Die Lochung erfordert 7,5—11 Akh/ha, die Pflanzung mit dem Gerät der Fa. Weiste rund 130 Akh/ha.

Abb. 8: Techn. Daten und Preise häufiger verwendeter Einzelkornsägeräte*). Preisbasis 1975, o. MWSt; ZA = Zentralantrieb, EA = Einzelantrieb

System und Fabrikat der Einzelkornsägeräte	Anzahl der Reihen	A b s t a n d		Antrieb	P r e i s * pro		
		der Reihen [cm]	in der Reihe [cm]		1-reihig DM	4-reihig DM	Aggregat DM
Zellenrad							
Fa. Fendt	2 — 5	25	2,6 — 15,4	Wegzapfwelle	—	—	—
Fa. Semdner	1 — 5	17	1,5 — 10	EA Druckrolle	990,—	4 160,—	740,—
Fa. Kleine Unicorn	4 — 14	40 — 50	2,5 — 23	EA / ZA Lauf-räder	—	3 677,—	689,—
Fa. Fühse Monozentra	4 — 14	25	8,5 — 20	ZA Lauf-räder	—	4 798,—	ca. 575,—
Monodrill	2 — 7	25	2 — 9	Bodenrad	—	3 448,—	539,—
Fa. Schmotzer Monodrill	4 — 14	25 (45)	6 — 14	ZA Lauf-räder	—	5 500,—	ca. 850,—
Löffelrad							
Fa. Nibewerk	1 — 12	20 (25)	2,8 — 18,6	ZA Lauf-räder	1 365,—	7 760,—	—
Lochband							
Fa. Stanhay	1 — 12	30	6 — 25	ZA Lauf-räder	690,—	4 560,—	—
Pneumatisch							
Fa. Fühse Monoair	4 — 12	45	5 — 14	ZA Lauf-räder	—	8 119,—	ca. 1 400,—

Geräte für die Aussaat

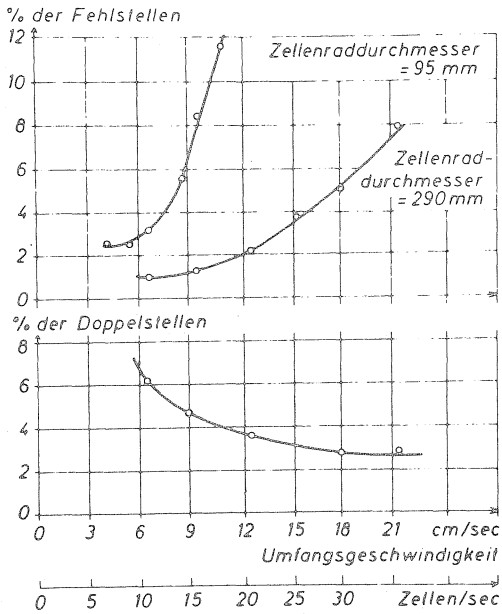
Direktsaat

Gemäß der eingangs gemachten Feststellung ist in Drillsaat und Einzelkornsaat zu unterscheiden. Die landwirtschaftlichen Geräte sind infolge der in Abb. 5 angegebenen unterschiedlichen TKG und Aussaatmengen nur bedingt einsetzbar.

Der Akh-Aufwand beträgt für Blumenkohl und Möhren 12 Akh/ha, für Buschbohnen 14 Akh/ha, für Einlegegurken 13 Akh/ha, für Kopfsalat 12—15 Akh/ha und für Porree 15 Akh/ha. Dies bedeutet gegenüber Pflanzung eine Senkung um über 90%.

Drillmaschinen

Es werden diese für den großflächigen Anbau verwendet mit Einsatzkaster und evtl. Zugabe von Sand, Torf oder totem Samen. Nach dem Prinzip des Austragelementes wird in Schubrad-, Bürstenrad- und Zentrifugal-Drillmaschinen unterschieden. Das Schubradprinzip wird z. B. von der Fa. Isaria verwendet, im Gartenbau verbreitet ist die Bürstenrad-drillmaschine der Fa. Semdner, bei der die Einstellung der Austragsmenge durch ein Lochband erfolgt. Die Zentrifugal-drillmaschine der Fa. Stokland kann ab 1 kg/ha eingesetzt werden, hat sich jedoch nur für Radies und Spinat weiter eingeführt.



Löffelrad - Präzisionssägerät

(System Nibex der Fa Nibeveken AB)

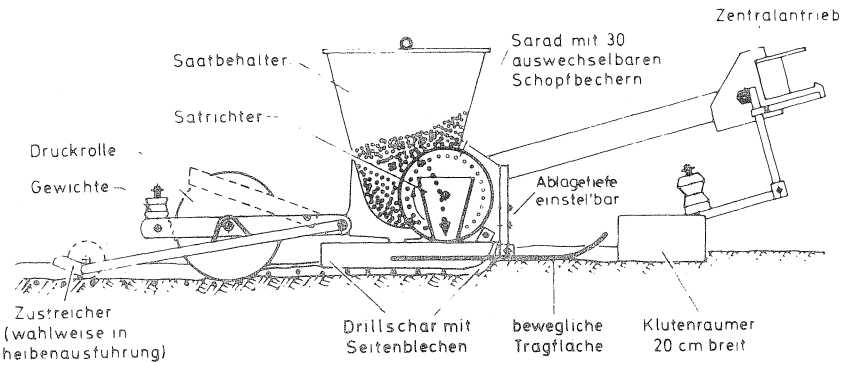


Abb. 10: Schematischer Aufbau des Nibex-Präzisionssägerätes

Abb. 9: Einfluß von Zellenraddurchmesser und -umfangsgeschwindigkeit auf die Ablagegenauigkeit (nach BRINKMANN)

Einzelkornsägeräte (EKS)

Für die Feldgemüseaussaat werden im wesentlichen modifizierte Rüben- und Maiseinzelkornsägeräte verwendet. Der Einsatz richtet sich nach den biotechnischen Saatguteigenschaften, im wesentlichen der Saatgutform (Abb. 6). Hiernach ist zu unterscheiden in

- Normalsaatgut — Gleichmäßig rundes Saatgut, kalibriert und für Feinsämereien pilliert mit einem Pillendurchmesser von 2,5—4 mm. Die Saatgutkosten betragen dann das vier- bis achtfache gegenüber unpilliertem Saatgut, die Aussaatmenge das bis zu 10fache.
- Samenband — Die Samenbandkosten liegen bei 50 bis 60 DM/1000 m und an Bandmaterial werden Polyäthylenoxyd oder Papier verwendet.
- Saattablette — Umhüllung aus Antiverkrustungsmittel und es ist die Beigabe von Startdünger möglich. Durch Beimischung von Aktivkohle Schutzeffekt gegen Herbizide.
- Samenfüllung — Das Saatgut wird in ein Substrat eingemischt, wodurch bei Aussaat optimale Keimfeuchte und Vermeidung von Verkrustung sichergestellt ist.

Von Bedeutung sind jedoch hauptsächlich Geräte zur Ausbringung von Normalsaatgut. Die Anforderungen an Einzelkornsägeräte sind in Abb. 7 zusammengefaßt. Die Beurteilung erfolgt nach dem Pflanzenstand, insbesondere im Bereich des 0,5—2fachen des Sollabstandes. Dieser wird beeinflusst durch den Kornabstand (z. B. gemessen in der Sandrinne), die Ablagetiefe und den Aufgang (Keimkraft und -fähigkeit).

Ein weiteres Kriterium ist die zulässige Arbeitsgeschwindigkeit bei optimalen Pflanzenstand und damit die Flächenleistung. Allgemein beträgt die Arbeitsgeschwindigkeit 1,5—4,5 (6) km/h. Unbedingte Voraussetzung ist eine einwandfreie Saatbettvorbereitung. Gerätetechnisch hängt der erreichbare Pflanzenstand (Ablagegenauigkeit) ab vom

- Arbeitsprinzip des Einzelkornsägerätes
- Saatgutform
- Arbeitsgeschwindigkeit

Nach dem Arbeitsprinzip ist in Zellenrad-, Löffelrad-, Band- und pneumatische Säugeräte zu unterscheiden. Die technischen Daten und Preise der im Gartenbau häufiger verwendeten Einzelkornsägeräte (EKS) sind in Abb. 8 zusammengefaßt.

Zellenrad-EKS

Allgemein Aussaat von kalibriertem Saatgut bei Rettich, Radies, Kohl, Kohlrabi, Blumenkohl, Spinat, Erbsen und Buschtomaten

und von pilliertem Saatgut bei Salat, Endive, Möhre, Zwiebel, Porree, Rote Rübe und Gurke.

Der schematische Aufbau der Einzelkornsägeräte ist aus Abb. 7 ersichtlich. Der Einfluß von Zellenraddurchmesser und -umfangsgeschwindigkeit auf die Fehl- u. Doppelstellen ist in Abb. 9 veranschaulicht.

Bei dem Gerät der Fa. Fendt ist augenblicklich keine Erweiterung über 5 Reihen hinaus vorgesehen. Die Konzeption ist auf den Zwischenachsenanbau am Geräteträger abgestimmt.

Die Fa. Sembdner verwendet einen Bürstenabstreifer und eine Ausrufrolle zur Verminderung der Saatgutbeschädigung. Werkzeugloser Wechsel des Zellenrades, durch schmale Bauweise für Reihenabstände ab 17 cm. Am Geräterahmen ist eine glatte Vorwalze vorgesehen. Von der Fa. Kleine sind das IR 2 und Unicorn im Einsatz und müssen für Reihenabstände von 25 cm versetzt angebracht werden. Das Zellenrad ist relativ klein. Beim IR 2 dient das Bodenrad als Kragenschar. Monodrill der Fa. Fähse wird im Gemüsebau weitgehend durch deren Monozentra ersetzt. Die Fa. Schmotzer benützt beim Unadrill ein schrägliegendes Zellenrad (Schöpfaggregat), dadurch große Füllstrecke jedoch Reihenabstand mindestens 25 cm.

Löffelrad-Sägeräte

Hierbei handelt es sich im wesentlichen um die Dünnsämaschine Nibex der Fa. Nibeveken, deren schematischer Aufbau aus Abb. 10 ersichtlich ist. Für die verschiedenen Kulturen stehen 26 passende Schöpflöffelräder zur Verfügung, zur sicheren Löffelfüllung ist bei Feinsämereien ein Vorrat von mindestens 50 g im Saatbehälter erforderlich. Der Abstand in der Reihe kann neben der Drehzahl des Löffelrades auch durch Blindlöffel vergrößert werden (auch für Blocksaat).

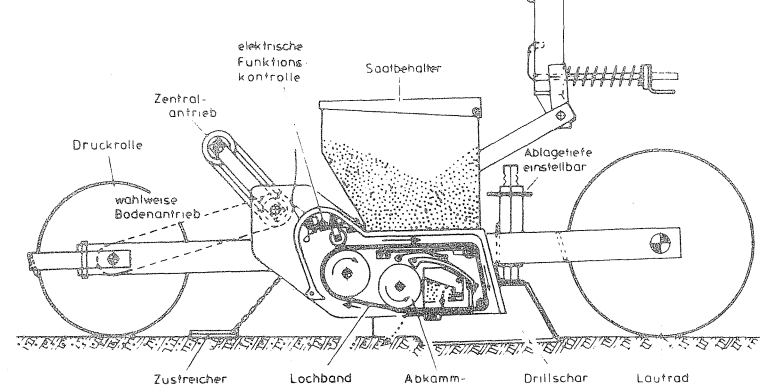
Band-EKS

Am bekanntesten ist das Lochbandgerät der Fa. Stanhay, deren Arbeitsprinzip Abb. 11 veranschaulicht. Für verschiedenes Saatgut wird jeweils ein entsprechendes Gummi-Lochband verwendet, dadurch kann neben der Bandgeschwindigkeit der Pflanzenabstand durch die Lochfolie variiert werden. Lochbandschlupf ist wegen dann ungenauer Pflanzenablage zu vermeiden. In den USA führt sich regional zunehmend das Zahnbandgerät der Fa. Dahmann ein.

Abb. 11: Schematischer Aufbau des Stanhay-Lochband-Einzelkornsägerätes

Lochband - Einzelkornsägerät

(System Stanhay)



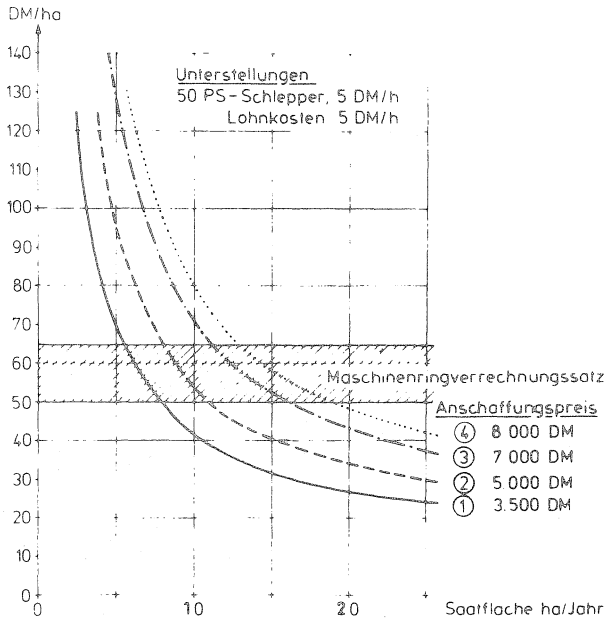


Abb. 12: Kosten der Arbeitserledigung bei Einzelkornsaat, Beetbreite 1,5 m, in Abhängigkeit vom Investitionsaufwand und der Einsatzfläche pro Jahr
10 Zeichnungen, 1 Foto Kromer

Pneumatische EKS

Prinzipiell ist in Durchluft- und Saugluft-Bauweise zu unterscheiden. Versuchsergebnisse über den Einsatz mit dem Monoair der Fa. Fähse, dem Aeromat der Fa. Becker und dem Cyclo-Planter der Fa. IHC weisen die gute Eignung pneumatischer EKS bei hoher Arbeitsgeschwindigkeit aus. Das Saugluftprinzip ist nach den bisherigen Erfahrungen für Feinsämereien und pilliertes Saatgut besser geeignet.

Ein Vergleichsversuch mit Einlegegurken-Normalsaatgut ergab bei einer Ablagegenauigkeit von über 70% *) folgende zulässige Arbeitsgeschwindigkeit: Löffelradgerät = 2,5 km/h; pneumatisches EKS-6 = 8,5 km/h. Mit dem Lochband EKS wurde bei 3,5 km/h eine Genauigkeit von 62% erreicht. Die Aussaat von pilliertem Saatgut mit einem Zellenrad EKS ergab die höchste Genauigkeit bei ca. 3 km/h. Bei 4reihiger Aussaat werden demnach Flächenleistungen bis 1,25 ha/h bei einem AKh-Bedarf von 0,79 AKh/ha erreicht (6 km/h, Schlaglänge 400 m, Hauptzeitanteil 90%).

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Ergebnisse gelten dann z. B. bei Einlegegurken folgende Gesamt-Aussaatkosten: Löffelradgerät 940 DM/ha, pneumatisches EKS 930 DM/ha, Lochband EKS 880 DM/ha und für pilliertes Saatgut und Zellenrad EKS 1350 DM/ha. Hierbei sind die Arbeits-, Maschinen- und Saatgutkosten enthalten. Der Vorteil der pneumatischen Geräte ist hier also nicht in der Kostenminderung als vielmehr der höheren Schlagkraft zu sehen.

In Abb. 12 ist die Abhängigkeit der Maschinen- und Arbeitskosten vom Investitionsaufwand und der Saatfläche pro Jahr dargestellt [3]. Bei Beetanbau 1,5 m breit und 4 Reihen wird danach bei einem Anschaffungspreis von 5000 DM bereits ab 1 ha/Jahr der Eigenbesitz kostengünstiger.

Für die meisten Fälle wird sich die Modifikation vorhandener Geräte zur Rübensaat als zweckmäßig erweisen. Für den kleineren Betrieb kommen einreihig nur mechanische Einzelkornsäegeräte in Frage, pneumatische EKS werden sinnvoll nur bei 4 und mehr Reihen eingesetzt. Je nach Kultur (Saatgut) und Anbautechnik ist die Eignung der verschiedenen Systeme zu beurteilen. Über 5 Reihen werden allgemein Heckenbaugeräte eingesetzt. In Abb. 1 war auch die übliche Zuordnung von Saatgut und EKS zusammengefaßt. Die EKS für die Jungpflanzenanzucht (Topf) sind von EISELE [2] umfassend beschrieben.

*) im 0,5–2fachen des Sollabstandes

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die technischen Lösungen für die Pflanzung von getopfter Ware und die Einzelkornsaat in Topf und Freiland verfügbar sind. Eine Senkung des AKh-Bedarfes ist durch Übergang zu Direktsaat, evtl. auch nur 1reihig mit Handgeräten zu erreichen.

Literatur

1. Bohn, R.: Die Technik im Gartenbau 2 Handbuch des Erwerbsgärtners Bd 3 Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1974
2. Eisele, G.: Moderne Aussaatverfahren Gartenwelt 75. Jg. Nr. 13/1975, S. 293 bis 296
3. Estler, M.: Die Technik der Maisbestellung DLG-Manuskript Nr. 017, Frankfurt/M., Jan. 1974
4. Frenz, F.-W., Hege, H., Lecker, F. und J. Krams: Direktaussaat von Kohlgemüse ins Freiland Gemüse 8 (1972) 4, S. 104–108
5. Hendriks, J. P.: Enkele Planmethoden bij Perspotia Groenten en Fruit, Jan. 1975, S. 1343
6. Krödel, F.: Der Gemüsebau im Spiegel der Gartenbauerhebung 1972/73 Gemüse 11 (1975) 9, S. 242–244
7. Labowsky, H.-J.: Unveröffentlichte Versuchsergebnisse Institut f. Landtechnik, Abteilung Technik im Gartenbau 1975
8. Rops, A.: Een nieuwe Perspottenplantwagen voor de vollegrondsgroenteteelt Groenten en Fruit, März 1975, S. 1741
9. Zengerle, K.-H.: Pflanzmaschine in Wiesbaden Gemüse 9 (1973) 6, S. 179–180
10. Kalkulationsunterlagen für Betriebswirtschaftliche Landwirtschaft Bd 10. Arbeitsvoranschlag KTBL 1969
11. Firmenprospekte und -angaben

Mechanische Ernte und Aufbereitung von Erdbeeren

Von Dr.-Ing. K. H. Kromer und Dipl.-Ing. agr. H.-J. Labowsky, Freising-Weißenstephan*)

Die Erdbeere ist eine der wenigen Obstarten, die sich bislang der mechanischen Ernte und Aufbereitung entzieht. Die Gründe sind in deren biotechnischen Eigenschaften, d.h. dem Reifen über einem längeren Zeitraum und der geringen Fruchtfestigkeit, zu suchen. Dies hat dazu geführt, daß im Jahr 1974 bereits 89 % am Gesamtkonservenverbrauch der Bundesrepublik importiert wurden. Die Literatur weist in den letzten Jahren die Entwicklung verschiedener Prototypen von Erntemaschinen in den USA [11, 13, 15, 18, 24] und darauf basierend auch in Italien [4, 14, 19], England [16], Rußland [22] und Deutschland [20] auf. Bereits seit Ende der fünfziger Jahre wird an der Züchtung mechanisierungsgerechter Sorten gearbeitet. Hierbei wurden die folgenden biotechnischen Eigenschaften für einen hohen verkaufsfähigen Ertrag gefordert:

1. hoher Flächenertrag
2. konzentriertes Reifen
3. aufrechter Wuchs
4. widerstandsfähige Beeren.

Ausgewählte Ertragsergebnisse weisen aus, daß durch eine Einmal-Handernte, optimale Reifeverteilung vorausgesetzt, 50 bis über 80 % des möglichen Gesamtertrages einer mehrmaligen Handernte und über 90 % verwertbare Früchte geerntet werden. Damit war die Voraussetzung für den Einsatz von Erdbeer-Einmalerntemaschinen geschaffen, nachdem sich in den letzten Jahren Systeme der Mehrmalernternte nicht verbessern ließen.

In diesem Beitrag werden die bisherigen Untersuchungen der biotechnischen Eigenschaften zusammengefaßt und über eigene Versuche berichtet. Es sind diese die Grundlagen für die Ernte und Aufbereitung der mechanisch geernteten Ware. Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird die augenblicklichen Chancen der mechanisierten Produktion von Erdbeeren abstecken.

Biotechnische Eigenschaften

Hierbei interessieren insbesondere die Untersuchungen der physikalischen Eigenschaften, und hiervon wiederum der mechanischen und optischen. Nachdem in den USA nur der Anbau in den Staaten Oregon und Washington, und bis zu ei-

nem gewissen Grade in Kanada (Ontario) dem Anbau in Deutschland vergleichbar ist [8], wird es notwendig sein, ergänzend zu den amerikanischen Untersuchungen eigene Versuche mit den in Deutschland üblichen Sorten durchzuführen. Hier überwiegt bekanntlich regional die Sorte Senga Sengana mit 78,8 % der Selbstopflück-Anbaufläche [21].

Bisherige Untersuchungen

Die Messung der Fruchtgröße und Dichte von 25 Sorten erfolgte durch Janick [7]. Größe und damit Anzahl der Früchte pro Volumeneinheit sind ohne Einfluß auf die Dichte. Die durchschnittliche Dichte betrug 0,59 g/cm³. Eine Reifesortierung nach der Fruchtgröße ist mit einer Genauigkeit von 80 % möglich [14].

Ruff und Holmes [18] ermittelten die Abhängigkeit von Frucht reife, Beerengröße, Trennwinkel und Belastungsgeschwindigkeit auf die Trennkraft Stiel-Beere. Danach ändert sich diese nur gering über der Reife, das Verhältnis Kraft / Gewicht sinkt jedoch mit der Reife. Eine Verringerung der Fruchtbeschädigung wird durch eine möglichst große Abwinkelung des Stieles an der Beere und gleichzeitige Rotationsbeanspruchung des Stieles erreicht. Beide Forderungen werden bei konventionellen Rollen-Entstiel- bzw. Entkelchvorrichtungen nicht verwirklicht. Nach Mehra [10] nimmt die Trennkraft mit zunehmender Reife geringfügig ab, nach Sansavini, di Ciolo und Minzono [19] ist sie sortenabhängig.

Das Schwingungsverhalten des Stiel-Beere-Systems wurde von Ruff und Holmes [18] untersucht, wobei sich die Beere pneumatisch in der Schwebe befand. Damit wurde die Grundlage für eine selektive Ernte nach dem Saug-Vibrations-Verfahren geschaffen. Idell, Holmes und Humphries [6] ermittelten in Fortführung dieser Arbeiten den Luftwiderstandbeiwert in Abhängigkeit von der Sorte und der Luftgeschwindigkeit. Er ist unabhängig von der Beerengröße und liegt in Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit im Bereich von 1,15 bis 1,38.

Die Reifesortierung erfolgt allgemein nach der Farbe, weshalb bei den kommentierten Versuchen der Reifegrad durch die Farbe definiert wurde. Hierbei gelten die gleichen Zusammenhänge wie bei vergleichbaren Sortierverfahren, z.B. bei To-

maten [3, 9]. Remissionsmessungen nach der Differenzmethode ergeben im Bereich von 525–528 nm und 650–671 nm eine Genauigkeit von 93 % bei nur einer Betrachtungsfläche.

Lawrence, Martin und Varseveld [11] sowie Jakoblev [22] führten erste Messungen der Schalen- und Fruchtfleischfestigkeit bei Erdbeeren durch. Diese Kenntnis ist besonders für mögliche Beschädigung bei der mechanischen Ernte und Aufbereitung sowie für den Transport wichtig. Lawrence et al. verglichen dabei die Festigkeitswerte von frischer Ware mit tiefgefrorener und in Stücke geschnittener Ware, wobei sich jedoch keine Korrelation ergab. Die Messung erfolgte mittels eines Druckstempels von 4,8 mm Ø und einer Eindringgeschwindigkeit von 11 cm/min. Die Fruchtfestigkeit von 15 Sorten betrug 0,083 N bis 0,149 N.

Eigene Untersuchungen

Von amerikanischen und deutschen Sorten wurde auf einer Instron-Universalprüfmaschine der Stempel- und Plattentest an Erdbeeren durchgeführt, unmittelbar nach der Ernte und nach 24 stündiger Lagerung (8–10° C 50 % rel. Luftfeuchtigkeit). Der Versuchsraum war voll klimatisiert bei 20° C und 75 % relativer Luftfeuchtigkeit. Der Stempeldurchmesser betrug 3 mm (Belastungsfläche 7,07 mm²), der Plattendurchmesser 65 mm (Belastungsfläche 3318 mm²). Damit wurde durch den Stempel die Belastung Beere-Beere und durch den Plattentest Belastung Beere-Fläche simuliert. Die Belastungsgeschwindigkeit betrug 5 cm/min.

Die Auswertung der Meßergebnisse erfolgte nach max. Bruchkraft [N], Kraftanstieg [N/mm] und Deformation [mm]. Ziel der Untersuchungen war es festzustellen, ob die Sorte Senga Sengana eine der bereits mechanisch geernteten amerikanischen Sorten vergleichbare Festigkeit aufweist. Die Versuche erfolgten mit jeweils 6 Wiederholungen und 3 Reifegraden (grün, rosa, rot). Die Ergebnisse wurden statistisch verrechnet und über Varianzanalyse ausgewertet.

Tabelle 1 veranschaulicht die Ergebnisse der Sorte Senga Sengana. Danach besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen Bruchkraft, Kraftanstieg und Deformation einerseits und dem Reifestadium andererseits. Mit zunehmender Frucht reife sin-

*) Institut für Landtechnik der TU München, Abteilung Technik im Gartenbau

Tabelle 1

Fruchtfleischfestigkeit der Sorte Senga Sengana, Erntetermin 10. 7. 1975
Verhältnis Fruchtdurchmesser zu Fruchtlänge 1,15

Meßgröße	Stempeltest							
	ohne Lagerung				nach Lagerung (24 h)			
Fruchtreife	rot	rosa	grün	GD(5%)	rot	rosa	grün	GD(5%)
Bruchkraft [N]	0,6	1,1	1,9	0,7	0,8	1,1	2,1	0,8
Kraftanstieg [N/mm]	0,4	0,7	1,1	0,3	0,4	0,6	1,0	0,3
Deformation [mm]	1,7	1,6	2,2	0,5	2,2	2,2	2,4	0,5

Meßgröße	Plattentest							
	ohne Lagerung				nach Lagerung (24 h)			
Fruchtreife	rot	rosa	grün	GD(5%)	rot	rosa	grün	GD(5%)
Bruchkraft [N]	5,5	5,6	26,8	25,8	6,1	7,1	11,8	2,8
Kraftanstieg [N/mm]	1,2	1,5	5,6	5,3	1,2	1,4	2,5	0,7
Deformation [mm]	6,7	5,1	6,4	2,0	6,0	6,8	6,3	1,3

ken Bruchkraft, Kraftanstieg und Deformation. Die Werte sind bei der Sorte Senga Sengana zumeist mit 95 %iger Sicherheit statistisch gesichert. Bei einem Vergleich mit den amerikanischen Sorten bestätigen sich die Untersuchungen von *Jakovlev*, wonach es sich bei der Sorte Senga Sengana um eine Beere mit hoher Festigkeit handelt (Bild 1). Die Literatur weist außerdem eine geringe Schwankung bei reifen Früchten in Abhängigkeit von der Größe auf.

Nach 24stündiger Lagerung hat sich die Festigkeit kaum verändert, so daß eine kurzzeitige Zwischenlagerung bezüglich der Festigkeit keinen Qualitätsverlust mit sich bringt. Für eine endgültige Aussage wären hierzu jedoch noch Stoffwechsel- und Schwundmessungen erforderlich. Bekanntlich steigt die Festigkeit bei abnehmender Temperatur, weshalb bei überreifen Sorten die Nachternte vorgezogen werden sollte.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Sorte Senga Sengana hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften mit großer Sicherheit für die mechanische Ernte geeignet ist.

Mechanische Ernte

Auf die Maschinen Prototypen wurde bereits in der Einleitung hingewiesen, und es haben sich danach vier grundsätzliche Aufnahme-Trenn-Verfahren (in Klammer Kennzeichen des Verfahrens) herausgebildet:

1. Ansaug-Vibrations-System (Schütteln)
2. Schwing-Rechen-System (Kämmen und Schütteln)
3. Pick-up-Trommel oder -Kette mit oder ohne Saugluft (Kämmen)
4. Mähen des gesamten Bestandes, evtl. mit Druckluftleitung (Mähen).

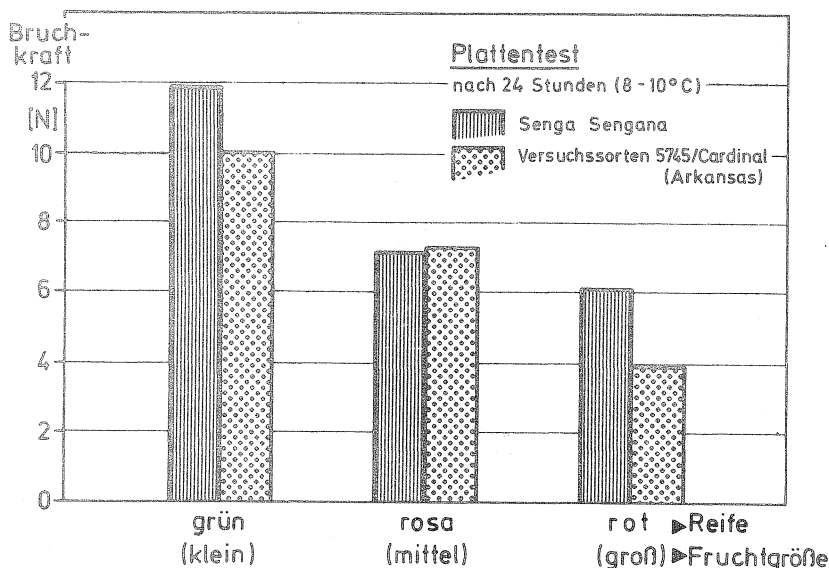


Bild 1. Bruchkraft (Plattentest) nach 24 stündiger Lagerung für Senga Sengana und zwei amerikan. Sorten in Abhängigkeit vom Reifegrad (Reife prop. Fruchtgröße)

Von diesen vier Verfahren haben sich jedoch nur zwei durchgesetzt [8, 14], die bereits in diesem Jahr in Nullserien angeboten werden (Tabelle 2). Es handelt sich dabei stets um Einmalernteverfahren, und es sind dies:

Mähverfahren

Nach dem Anheben mit Rankenhebern (starre Finger, Abstand 5 - 7,5 cm) wird der gesamte Bestand möglichst über der Krone abgemäht, allg. mit Doppelmesserbalken, und dann einer Windsichtung zugeführt. (Angewendet in SKH & S-Selbstfahrer und Smallfort-Anbaumaschine.)

Kämmverfahren

Eine Abkämmerkette kämmt aus dem pneum. (oder mechanisch) aufgerichteten Bestand die Früchte. Auf der Kette wechselt ein Kamm (4 cm Öffnung) und eine Bürste. (Angewendet im BEI-Selbstfahrer; Bild 2.)

Der Anbau erfolgt in den USA mit Beetabständen von 1 bzw. 1,2 m und einer Bestandsbreite von ca. 60 cm. Während im nördlichen Teil der ebene Anbau überwiegt, ist dies im südlichen Teil der Dammanbau zur besseren Oberflächenwasserführung und zur Minderung der Versalzungsgefahr. Es ergibt sich demnach eine Spur der Erntemaschine von ca. 1,25 m und eine Aufnahmebreite von über 60 cm.

Voraussichtlich behindert bei allen Verfahren Strohmulch die Aufnahme und belastet die Reinigung, wengleich dadurch auch ein Polstereffekt für die Beeren erzielt wird. Der Erntewirkungsgrad der Maschine von BEI betrug max. 88 % [1], bei der Maschine System SKH & S 91,7 % [25].

Beim Mähverfahren enthält das Erntegut über 90 % Beeren mit Fruchtständen, während bei dem Kämmverfahren 15 % mit Fruchtständen, 33 % mit Kelch und Stiel, 50 % mit Kelch und 2 % ohne Stiel und ohne Kelch enthalten sind (Bild 3). Nach den Leitsätzen für verarbeitetes Obst [23] entspricht dies nicht den Anforderungen für die Lieferung in die Verwertungsindustrie, weshalb eine Aufbereitung nachgeschaltet werden muß.

Aufbereitung

Über die Aufbereitung müssen die Qualitätsnormen für Erdbeeren zur industriellen Verwertung (5 % mit Kelch, 10 % mit Kelchteilen, 15 % gequetscht oder zerrissen und 10 % fehlerhaft bei maximal 25 % Gesamtanteil) erreicht werden [23]. Hierbei ist eine Abstimmung der Aufbereitungsleistung mit der Ernteleistung, d.h. eine vertikale Mechanisierung, unerlässlich. Es sei dahingestellt, ob die Aufbereitung beim Erzeuger, dem Handel oder in der Industrie erfolgt.

Die Aufbereitung hat nach zwei Gesichtspunkten zu erfolgen:

Tabelle 2

Maschinenkosten für mechanische Ernte und Aufbereitung von Erdbeeren

Kostenart	Maschinentyp		Aufbereitungs- anlage
	A	B	
Anschaffungspreis [DM]	31.250	100.000	46.250
Maschinenkosten [DM/Jahr]	8.430	26.800	12.505
[DM/h]	105	268	52
[DM/ha]	811	1.675	770
[DM/dt]	8,11	16,75	7,70

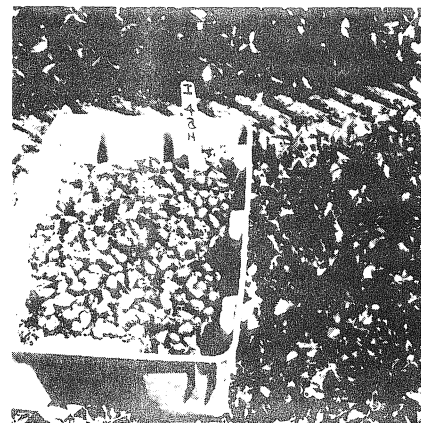


Bild 3. Erntegut und abgekämmter Bestand, Sorte 5344 (vergleichbar 5745/Cardinal)

1. Sortierung nach Reife
2. Entkelchung

Auf die Reifesortierung war bereits bei Behandlung der biotechnischen Eigenschaften eingegangen worden, und es überwiegt die Sortierung nach der Eigenschaft Fruchtgröße.

Bei den Entkelchvorrichtungen ist grundsätzlich zwischen

1. Pflückrollen-System und
2. Schnittentkelchung

zu unterscheiden.

Derzeit überwiegen Maschinen nach dem ersten System mit gegenläufigen Rollen von 10–35 mm Ø, mit glatter, elliptischer und gezahnter Form sowie Gummiauflage ¹⁾. Die Rollendrehzahlen liegen bei 30 l/min, die Rollen sind allgemein 7° geneigt, und es ist eine Stielhöhe von über 3 mm erforderlich. Bei ungünstiger Ware ist eine Beschädigung und ungenügende Entkelchung bis zu 50 % möglich [24].

Bei der Schnittentkelchung sind zuerst Verfahren mit vorhergehender Vereinzelung der Frucht bekannt geworden, und es wurden damit 90 % der Beeren sicher entkelcht [5]. Voraussetzung sind jedoch spitzkegelige Sorten (Verhältnis Frucht-durchmesser zur Fruchtlänge unter 1). Die größten Chancen mögen jedoch derzeit einer Schnittentkelchung (s. Bild 4) eingeräumt werden. ²⁾ Dabei werden die Beeren an den Stielen durch gegenläufige Rollenpaare gehalten, die beidseitig durch eine Kette zusammengefaßt sind. Diese laufen dann an einer Bandsäge vorbei, und es ist die Schnitthöhe einstellbar.

Die Leistung beträgt 3,7 dt/h. Eigene Messungen ergaben einen Entstielwirkungsgrad von 82–85 %. Der vom Hersteller angegebene durchschnittliche Wirkungsgrad ist realistisch, und die Bestwerte liegen bei 98 % [23]. Die schnittentkelchte

1) Herstellerfirmen: CML, Cannors Machinery Ltd., Simcoe, Ontario N 34 4L1, P.O. Box 190; Oro Industries Inc., Stemming Machines, 1418 Mills Tower, San Francisco 94104

2) Herstellerfirma: CML, Cannors Machinery Ltd., Simcoe, Ont. N 34 4L1, P.O. Box 190

Tabelle 2a

Prototypen von Erdbeererntemaschinen

Hersteller	SKH&S	Smallford	Blueberry Equipment Inc.
	Scio, Oregon USA	St. Albans GB	South Haven, Michigan USA
Verfahren	Mähen (+ Druckluft) Selbstfahrer	Mähen – Anbaumasch.	Kämmen (+ Saugluft) Selbstfahrer
Aufnahmebreite [cm]	60	90	65
Arbeitsgeschw. [km/h]	2,4	1,6	1,2
Flächenleistung [ha/h]	0,15	0,12	0,10
techn. Leistung [dt/h]	(15)	10	(12)
Ernteverluste [%]	9–30	10–30	12–35
Beschädigung	(1 %)	(1 %)	(1 %)
Arbeitszeitbedarf [AKh/ha]	über 13	über 30	über 20
Preis [DM]	(100.000,--)	–	(65.000,--)
Antriebsleistung [PS]	70	35	60

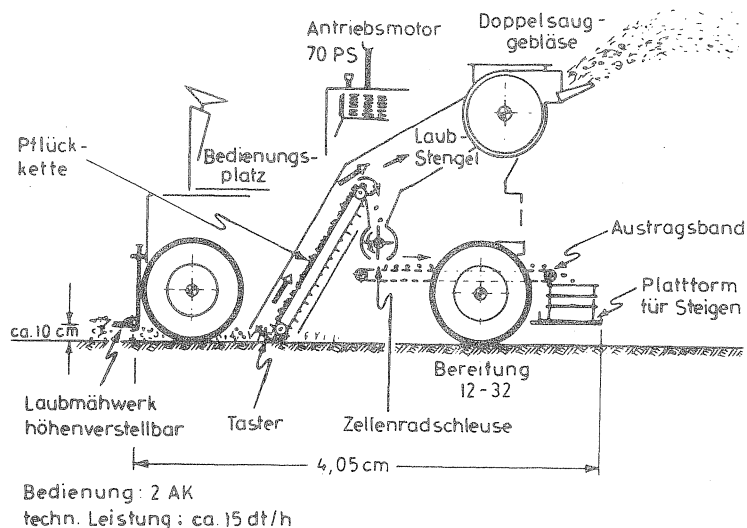


Bild 2. Schematische Darstellung des Selbstfahrenden Erdbeer-Vollernters der Fa. BEI

Ware ist u.E. zum Tiefgefrieren gut geeignet. Für eine Entkelchung muß die Stiel­länge 5–30 mm betragen. Bei Stiel­längen unter 5 mm rollt die Ware ab, und es muß dieser Anteil mit Hand verarbeitet oder mit Abschlag geliefert werden.

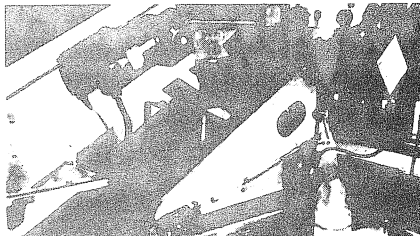
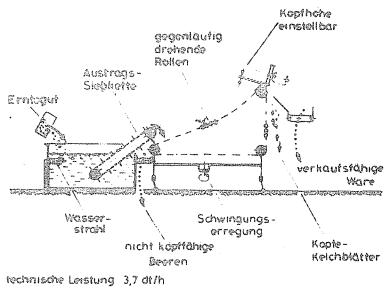


Bild 4. Schnittenkelchvorrichtung Capper der Fa. CML

Unter Berücksichtigung der zuvor gemachten Angaben über das Erntegut ist für eine sichere Funktion noch eine Stiel­kürzvorrichtung (Cluster-Breaker) erforderlich. Dieses Gerät erreicht eine Leistung von 7,5 dt/h. ²⁾ Es beruht auf den pneumatischen Eigenschaften von Beere und Stiel, wonach die Stiele und Frucht­stände im Luftstrom ausgerichtet und mittels einer Heckenschere gekürzt werden können (Bild 5). Mit der so aufbereiteten Ware (Einzelfrüchte, Stiel­länge 5–30 mm) wird der zuvor genannte Entkelch­wirkungsgrad erreicht. Somit ergibt sich dann eine geschlossene Arbeitskette von der Ernte bis zur Weiterverarbeitung in der Industrie. Grundsätzlich ist nach der Stiel­kürzung auch eine

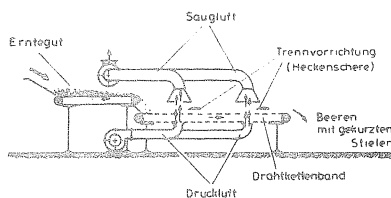


Bild 5. Stielkürzvorrichtung der Fa. CML (techn. Leistung: 7,5 dt/h)

- sofortige Entkelchung
 - Zwischenlagerung oder
 - Frischvermarktung der qualitativ besten Früchte
- möglich.

Transport

Über den Transport maschinell geernteter Ware liegen nur Empfehlungen vor. Danach soll die Schütthöhe unter 15 cm betragen und die Verwertung ohne Konditionierung innerhalb von 12 Std. erfolgen.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Unter günstiger Annahme einer verwertbaren Ernte von 75 % des potentiellen Ertrages (d.h. des Ertrages bei mehrmaliger Handerte) und einem Maschinenwirkungsgrad von 90 % werden 67,5 % des derzeitigen Flächen­ertrages geerntet. Unter Berücksichtigung einer Teilverwertung des nicht entkelchten Erntegutes und somit einem Entkelch­wirkungsgrad von 95 % verbleiben rund 64 % des Hand-Mehrmalernteertrages. Hiernach erscheinen bei einer Einmal­ernte 100 dt/ha realistisch. Dieser Ertrag kann zweifellos durch eine Mehrmal­ernte vor der mechanischen Einmal­ernte erhöht werden. Für eine Wirtschaftlichkeits­betrachtung ist unbedingte Voraussetzung, daß das vorbeschriebene Erntegut von der Verwertungs­industrie aufgenommen wird und daß Erntever­suche unter deutschen Bedingungen bei z.B. zweimaligen Handerten vor der Maschinen­ernte die vorgemachten Aussagen bestätigen. Untersuchungen in der DDR ergaben bei Maschinen­ernte immerhin 79,5 % mechanisch geerntete Ware gegenüber 7 Handerte [22]. Wichtig wird auch sein, inwieweit die nicht mehr verfügbaren Arbeitskräfte oder ungünstigen Wetterverhältnisse (naß, schnelles Reifen) zur Erntezeit in Selbst­pflückanlagen zu einer mechanischen Ernte zwingen.

Nachdem derzeit je nach Anbau und Verfahren 1260 bis 2000 AKh/ha [2, 17] bei der Handerte für Ernte und Auf­bereitung benötigt werden, senkt die mechanische Ernte den Arbeitszeitbedarf auf 18–50 AKh/ha (in Abhängigkeit von Ernte- und Auf­bereitungsverfahren).

An Hand einer Modellrechnung werden die Kosten für zwei unterschiedliche Erntemaschinen sowie eine Auf­bereitungs­anlage ermittelt.

Tabelle 3

Gesamtkosten für mechanische Ernte und Auf­bereitung von Erdbeeren

Einzelkosten	Maschinentyp	
	A	B
Maschinenkosten		
Ernte [DM/ha]	811	1.675
Aufbereitung [DM/ha]	770	
Schlepperkosten [DM/ha]	160	
Arbeitskosten [DM/ha]	450	162
Gesamtkosten [DM/ha]	2.190	2.607

Die Anbau-Erntemaschine A entspricht dem System Smallford, der Selbstfahrer B dem System SKH & S (Daten von B jeweils in Klammern). Die Flächenleistung beträgt bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 1,2 km/h (1,5 km/h) ca. 0,13 ha/h (0,16 ha/h). Bei einer Einsatzzeit von 8 h/Tag (10 h/Tag) wird eine Tagesleistung von 1,04 ha (1,6 ha) und bei 10 Feldarbeitstagen eine Saisonleistung von 10,4 ha (16 ha) erreicht. Hierbei ist vorausgesetzt, daß die Ernteperiode durch Sortenwahl oder vorherige Handpflücke auf 10 Tage gestreckt oder über Nachternte die Einsatzzeit pro Tag erhöht wird. Wird eine Nutzungsdauer von jeweils 5 Jahren angesetzt, dann betragen die Maschinenkosten bei einer jährlichen Auslastung von 80 Stunden (100 h) 811 DM/ha (1.675 DM/ha). Bei einem Ertrag von 100 dt/ha sind das 8,11 DM/dt (16,75 DM/dt). Bei Maschine A kommen noch die Schlepperkosten hinzu.

Für eine Aufbereitungsanlage, mit einer den Erntemaschinen A u. B entsprechenden Leistung sind eine Stielkürzvorrichtung und zwei Entkelchvorrichtungen erforderlich. Die Gesamtleistung der Anlage beträgt 6,74 dt/h bzw. max. 160 dt/Tag.

Bei einem Anschaffungspreis von 46.250 DM, einer Nutzungsdauer von 5 Jahren und einer jährlichen Auslastung von 240 Stunden ergeben sich Maschinenkosten von 770 DM/ha oder 7,70 DM/dt (bei 100 dt/ha Ertrag). (Tabelle 2). Als Arbeitskosten für Ernte und Auf­bereitung lassen sich bei 9.–/Std. 450 DM/ha (162 DM/ha) errechnen. In Tabelle 3 sind die Einzelkosten zusammengefaßt.

Zusammenfassung und Ausblick

Umfangreiche Untersuchungen der biotechnischen Eigenschaften von Erdbeeren waren eine wesentliche Voraussetzung für die Einführung der mechanischen Einmal­ernte.

In eigenen Versuchen wurde die Fruchtschaleneigenschaft der deutschen Sorte Senga Sengana im Vergleich zu amerikanischen Sorten ermittelt. Danach erscheint Senga Sengana für eine mechanische Ernte geeignet.

Bei den Erntemaschinen unterscheiden wir nach Mäh- oder Kämmerverfahren. Der max. Erntewirkungsgrad liegt bei 88–91,7

%, die Beschädigungen bei ca. 1 %. Zur Anlieferung an die Verwertungsindustrie ist eine Aufbereitung des Erntegutes erforderlich: Reifesortierung, Stielkürzung und Entkelchung. Die mechanische Einmalernie mit zugehöriger Aufbereitung senkt den Arbeitszeitbedarf um ca. 98 % auf 18-50 AKh/ha.

Die Maschinenkosten belaufen sich für die Ernte auf 811-1.675 DM/ha und für die Aufbereitung auf 770 DM/ha. Als Richtwert können für die Erntekosten insgesamt 22-26 DM/dt angesetzt werden.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Mechanisierung von Ernte und Aufbereitung weitgehend gelöst ist. Zur allgemeinen Einführung fehlen aber derzeit noch maschinengerechte Sorten mit konzentrierter Reife, hoher Fruchtfleischfestigkeit, verschiedenen Reifezeitpunkten und hohem Flächenertrag. Als wirtschaftliche Übergangslösung muß eine Kombination von Hand- und Maschinen-ernte angesehen werden.

Voraussichtlich wird die maschinell geerntete Ware vorerst nur zur Belieferung in die Verwertungsindustrie geeignet sein. Die potentiellen Möglichkeiten einer Maschinenernte auch in der Bundesrepublik lassen die Einführung in den nächsten Jahren erwarten. (566)

Fragen der Mechanisierung eines Rindviehbetriebes unter Berücksichtigung der Energie

(Prof. Dr. H.L. Wenner, Weihenstephan)

Während die technische Entwicklung der Agrarproduktion im Bereich der pflanzlichen Erzeugung in den letzten drei Jahrzehnten äußerst stürmisch verlief und inzwischen sehr leistungsfähige Verfahren in der Praxis angewandt werden, konnte im Betriebszweig Futterbau-Rindviehhaltung, besonders in der Milchviehhaltung, nur eine langsame Steigerung der Arbeitsproduktivität erzielt werden. Kennzeichnend für diese unbefriedigende Situation der Rindviehbetriebe sind teilweise unzureichende Arbeitsverfahren, zu kleine Betriebsgrößen (durchschnittlich 10 Kühe/Milchviehbetrieb der BRD), veraltete und zu geringe Gebäudekapazitäten, sowie gewaltige Anforderungen an die notwendigen Investitionshöhen zur Verbesserung der Situation. Sollen jedoch langfristig auch in den Futterbaubetrieben und Milchviehhaltungen befriedigende Einkommen erwirtschaftet werden, muß zwangsläufig auch hier die Arbeitsproduktivität erheblich steigen. Voraussetzung dazu ist der Übergang zu hochmechanisierten Arbeitsverfahren in der Innenwirtschaft, damit je Arbeitskraft eine größere Tierzahl betreut werden kann. Verstärkte Mechanisierung bedeutet jedoch steigende Anforderungen an die Bereitstellung von Energie, bei der Veredelungsproduktion in erster Linie von Elektroenergie. Zwangsläufig muß daher der Energieeinsatz je Arbeitskraft, aber auch mit Vergrößerung der Bestände der Energieeinsatz je Betrieb stark zunehmen.

Diese Entwicklung setzte etwa 1950 zunächst nur zögernd ein, sie verlief seit 20 Jahren jedoch stürmisch mit etwa gleichbleibender Steigerung (Abb. 1).

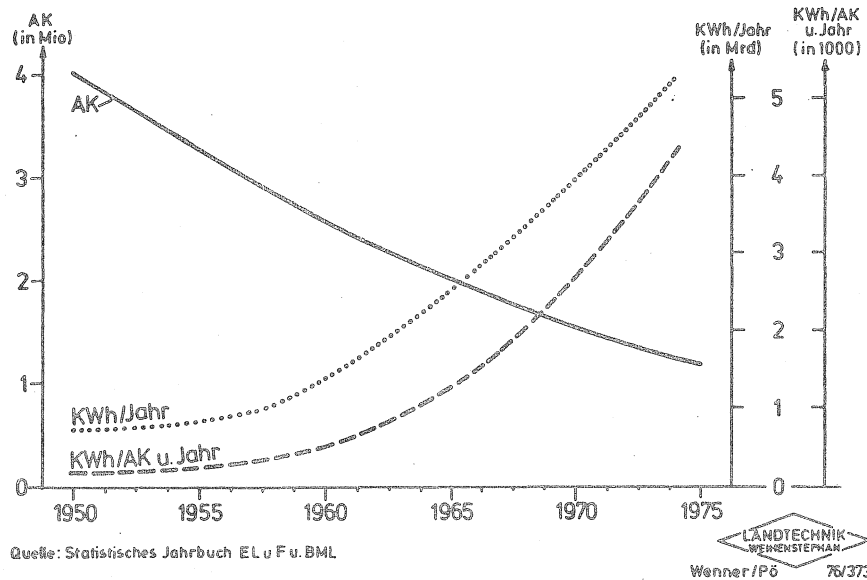
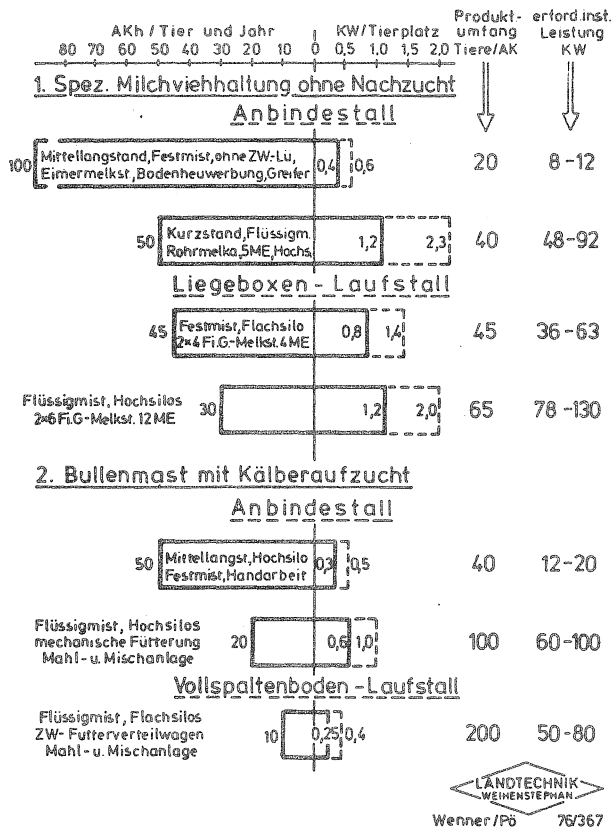


Abb. 1: Entwicklung der Arbeitskräfte und des Stromverbrauches in der Landwirtschaft der Bundesrepublik.

Aus dem bisherigen Verlauf der Entwicklungen kann gefolgert werden, daß die Landwirtschaft weitgehend unabhängig von anderen Einflußfaktoren eine stark zunehmende Elektroenergieverwendung vollzog in der Annahme, Elektroenergie stehe immer ausreichend und auch kostengünstig zur Verfügung. Solange die Muskelenergie der Arbeitskräfte ersetzt werden mußte, war diese Annahme sicher richtig ebenso wie bei allen Maßnahmen, die entscheidende Verbesserungen der Produktionstechnologie mit sich brachten. Jedoch befinden wir uns seit einiger Zeit in der Phase der Steigerung der Verfahrensleistungen auch in der Tierproduktion mit der unangenehmen Begleiterscheinung, daß in vermehrtem Umfang Leistungsspitzen verlangt werden, die für die Energiebereitstellung große Probleme aufwerfen können. Es ergibt sich die Frage, ob die zukünftige Entwicklung der steigenden Energieverwendung für die Tierproduktion in sinnvolle Bahnen gelenkt werden kann. Als Ziel sollte angestrebt werden, trotz zunehmender Arbeitsproduktivität den Gesamtleistungsbedarf der Betriebe, also ihren elektrischen

Anschlußwert in vernünftigen Grenzen zu halten, damit auch aus Kostengründen noch eine ausreichende Benutzungsdauer vorliegt. Besonders im Produktionsbereich der Rindviehhaltung ergeben sich hier jedoch beträchtliche Schwierigkeiten und große Abweichungen in der Praxis.

Von ausschlaggebender Bedeutung für den Leistungsbedarf sind zunächst die angewandten Haltsverfahren mit ihrem Arbeitszeitbedarf sowie die daraus resultierende Höhe des Produktionsumfanges (Abb. 2).



Sowohl in der Milchviehhaltung als auch in der Bullenmast führt der Übergang auf moderne Stallformen und auf günstige Arbeitsverfahren zu einer beträchtlichen Steigerung der Arbeitsproduktivität (Tiere/AK). Damit nimmt aber auch der spez. E-Leistungsbedarf (kW/Tierplatz) allgemein zu und erreicht teilweise beträchtliche Ausmaße. Besonders deutlich wird die Abhängigkeit von Aufstallungsform und Mechanisierungsgrad, wenn der Gesamt-Leistungsbedarf auf den möglichen Produktionsumfang einer Arbeitskraft bezogen wird; dann nimmt der Leistungsbedarf bei moderner Milchviehhaltung von 10 auf 50 bis über 100 kW zu, ebenso auch bei der Bullenmast. Wenn auch die Steigerung der Arbeitsproduktivität in der Regel die Bereitstellung höherer Leistungen verlangt, so sind jedoch in starkem Maße auch die jeweiligen Produktions- und Arbeitsverfahren von Einfluß, die beträchtliche Unterschiede der Leistungsansprüche verursachen. Hinzu kommen weiterhin Abhängigkeiten von der Bestandesgröße, da der spezifische Leistungsbedarf (kW/Tier) mit Zunahme der Tierzahl degressiv verläuft (Abb. 3).

Abb. 2: Mechanisierungsstufen u. E-Leistungsbedarf in der Rindviehhaltung

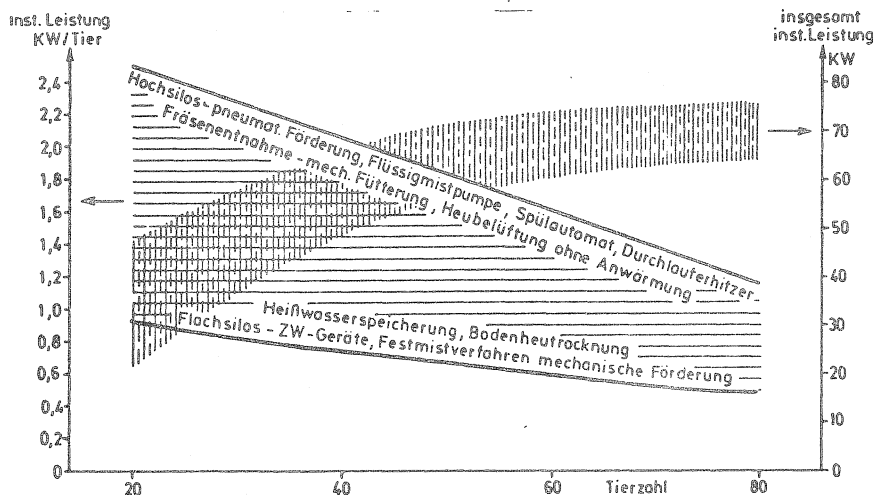


Abb. 3: E-Leistungsbedarf der Rindviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Die große Spannweite der Leistungsansprüche, wie sie in der Praxis auftreten, begründet weiterhin die Notwendigkeit, die Anforderungen der einzelnen Arbeitsverfahren näher zu analysieren. Im ersten Schritt können dazu zweckmäßig abgegrenzte Produktionsbereiche herangezogen werden, z.B. bei der Milchviehhaltung

tung die vier Bereiche: Milchgewinnung, Futterwirtschaft, Entmistungsverfahren und allgemeine Tierhaltung mit Klimatisierung und Beleuchtung (Abb. 4 mit Beispiel für 60 Kühe mit Nachzucht).

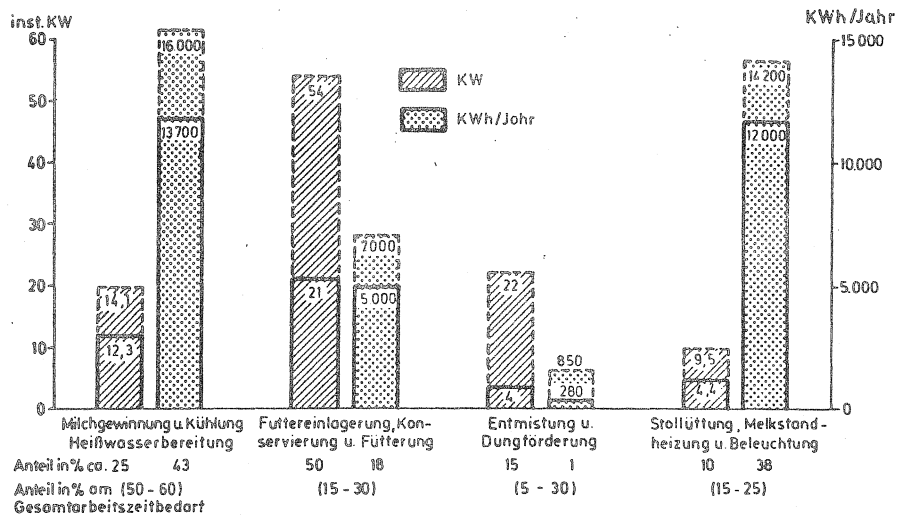


Abb. 4: E-Leistungsbedarf und Stromverbrauch der Produktionsbereiche der Milchviehhaltung (Beispiel 60 Kühe mit Nachzucht, Laufstall)

Dabei ergibt sich auch hier wieder der Zusammenhang, daß innerhalb der Produktionsbereiche infolge unterschiedlicher Arbeitsverfahren zwar bedeutende Spannweiten im Leistungsbedarf und Stromverbrauch auftreten; jedoch besitzen die einzelnen Produktionsbereiche ein sehr verschiedenes Gewicht. Der Komplex der Milchgewinnung erfordert nur etwa 25 % des Gesamtleistungsbedarfes, verbraucht jedoch etwa 43 % der Gesamtenergie; noch günstiger schneiden Stalllüftung und Beleuchtung ab. Demgegenüber verursachen die Futterwirtschaft mit etwa 50 % des Gesamtleistungsbedarfes und nur etwa 18 % des Stromverbrauches, besonders aber die Entmistungsverfahren mit verschwindend geringem Energieverbrauch extrem ungünstige Werte. Erschwerend kommt hinzu, daß diese Bereiche nur einen geringen Anteil der Gesamtarbeitserledigung einnehmen, die nach wie vor hauptsächlich durch die Melkarbeiten mit mehr als 50 % des Arbeitszeitbedarfes beansprucht wird. Als wesentliche Problembereiche sind demnach die Futterkette und die Dungbeseitigung anzusehen.

Um nun weiterhin Verbesserungsmöglichkeiten auszuarbeiten und der Praxis entsprechende Empfehlungen geben zu können, müssen alle Einzelgeräte und Einzelverbraucher mit ihrem Leistungsbedarf und Jahresstromverbrauch (bzw. Benutzungsdauer) innerhalb dieser Produktionsbereiche in Abhängigkeit von den wichtigsten Einflußfaktoren untersucht und analysiert werden, um schließlich zu brauchbaren Kennwerten zu gelangen. Dabei spielt die Frage, welche Alternativen der Produktionsverfahren zur Verfügung stehen, ebenso eine bedeutende Rolle wie die Möglichkeit, nicht streng termingebundene Arbeiten zu verschieben mit dem Ziel, zu hohe Belastungsspitzen zu vermeiden.

Im Produktionskomplex Milchgewinnung und -kühlung (Abb. 5) besitzen die Melkarbeiten, streng termingebunden, absoluten Vorrang, wobei die Vakuumpumpe der Melkmaschine und Milchpumpe zusammen nur geringe Leistungsansprüche aufweisen (1,7 bis 3,2 kW bei 20 - 60 GV); in diesem Bereich sollte jedoch immer großzügig geplant werden (mehr Melkzeuge je AK), um den hohen Arbeitszeitbedarf der Melkarbeiten in Zukunft zu vermindern. Die Milchkühlung könnte bei indirekter Kühlung geringe zeitliche Verlagerung zulassen, jedoch liegt der Leistungsbedarf bei Direktkühlgeräten bereits auf niedrigem Niveau (1,2 bis 3,6 kW bei 20 - 60 GV); die Milchkühlung als wichtiges Verfahren der Qualitätserhaltung der Milch erfordert jedoch einen beträchtlichen Stromverbrauch, der letztlich die Gesamtnutzungsdauer in der Milch-

viehhaltung positiv beeinflusst. Ähnliches gilt für Heißwasserspeicher (4,5 bis 6 kW), die durch Verlagerung in Schwachlastzeiten keine Probleme mit sich bringen. Demgegenüber bereiten jedoch moderne

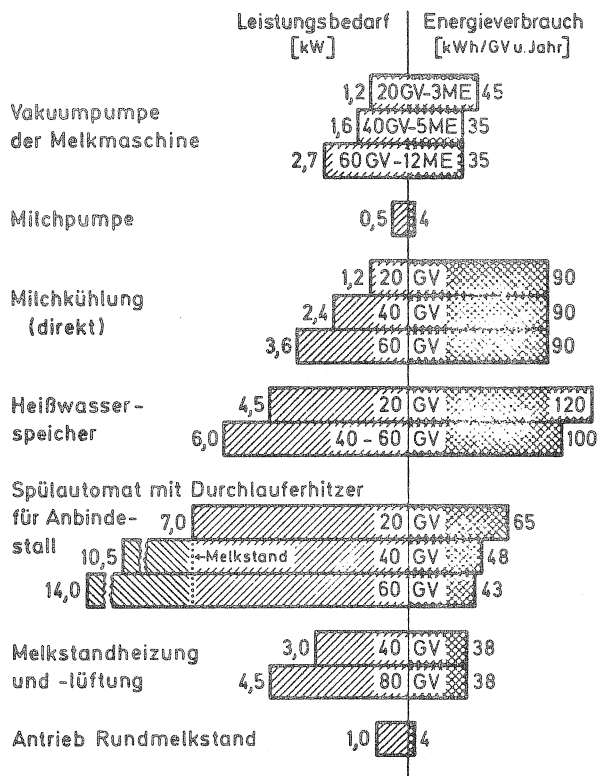


Abb. 5: Elektrischer Leistungsbedarf und Energieverbrauch Milchgewinnung und -kühlung

Spülautomaten, die aus produktionstechnischen Gründen inzwischen große Bedeutung erlangten, dann besondere Schwierigkeiten, wenn sie mit Durchlauferhitzern betrieben werden (7 bis 14 kW) und gleichzeitig mit Vakuumpumpe und Milchkühlung in Einsatz sind. Als Ausweg bietet sich hier die Einspeisung der Spülautomaten für Melkanlage- und Tankreinigung mit 60° C angewärmtem Wasser aus größeren Heißwasserspeichern zwingend an. Schließlich tritt bei Melkständen immer wieder das Problem ihrer Beheizung auf, wobei hier nicht unbedingt auf die relativ teure Elektrowärme zurückgegriffen werden muß. Insgesamt bestehen im Produktionsbereich Milchgewinnung jedoch ausgewogene Verhältnisse zwischen Leistungsbedarf und Benutzungsdauer, sofern die Spülautomaten an Heißwasserspeicher mit Schwachlastbetrieb angeschlossen werden.

Gegenüber der Milchgewinnung ist nun aber der Verfahrensbereich Futtereinlagerung bis Fütterung durch ständig steigende Ansprüche an den Leistungsbedarf und beträchtliche Unterschiede je nach Arbeitsverfahren gekennzeichnet (Abb. 6).

Dies trifft zunächst für die Futtereinlagerung (Silage- und Heuförderung) zu, die mit Zunahme der Bestandesgrößen und mit ständiger Leistungssteigerung der Bergeverfahren enorme Anforderungen stellt. So tritt zur Hochsilobeschickung mit Fördergebläsen ein Leistungsbedarf von 12 bis 23 und mehr kW auf, wobei Arbeitsverfahren mit nur einer Arbeitskraft infolge der Notwendigkeit, die Entleerungszeit des Transportfahrzeuges zeitlich äußerst zu begrenzen, sehr ungünstig abschneiden. Hier können zukünftig Dosiergeräte, besonders auch bei größeren Beständen, den Gesamtleistungsbedarf ermäßigen. Ferner scheinen technische Verbesserungen der Silobefüllgebläse durch völlig gleichmäßigen Durchfluß des Materials möglich. Übersteigt trotzdem der Leistungsbedarf Werte von etwa 25 kW wesentlich, wie es bei größeren Beständen der Bullenmast zur Mais-silageeinlagerung in Hochsilos öfters auftritt, wird der Übergang zum Zapfwellenantrieb mit Schlepper sinnvoll.

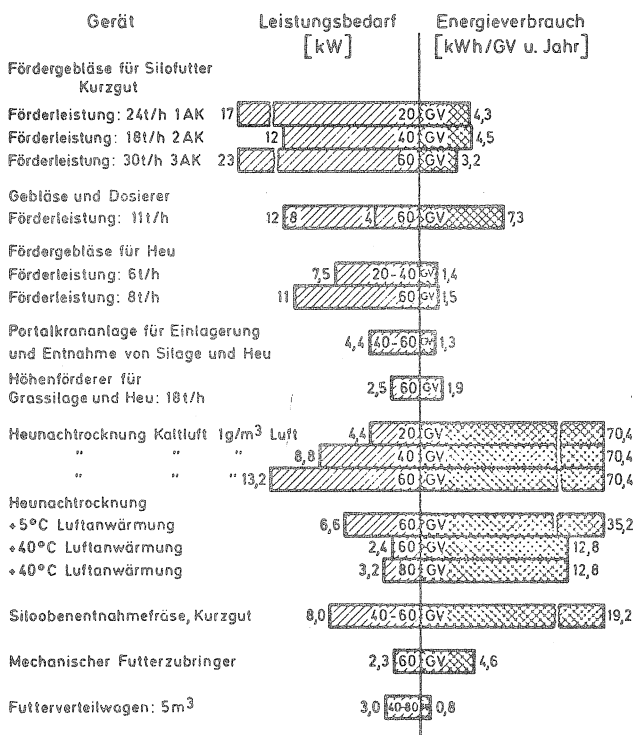


Abb. 6: Elektrischer Leistungsbedarf und Energieverbrauch bei Futtereinlagerung-, konservierung und -vorlage.

Gegenüber der pneumatischen Förderung in Hochsilos oder Heubergerräume würde der Einsatz von Greiferanlagen (Portalkran) oder Höhenförderern mit ihrem niedrigen Leistungsbedarf (2,5 bis 4,4 kW) wesentliche Vorteile bringen, jedoch scheiden sie in der Regel wegen sehr hoher Anschaffungskosten aus. Es bedarf also besonderer Anstrengungen, die Arbeitsverfahren der Futterernte mit Einlagerung in Hochsilos zu verbessern und technisch weiterzuentwickeln, um den zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden. Oder es verbleibt die Alternativlösung, die Futterkonservierung in Flachsilos durchzuführen, wobei hier der Leistungsbedarf ausschließlich über Schlepper gedeckt wird. Diese Lösung bietet sich besonders für größere Mastbullenbetriebe auf Silomaisbasis an. - Aber auch die Futterkonservierung stellt hohe Anforderungen an die Bereitstellung ausreichender Leistungen, wenn in größerem Umfang je nach Heuration und Tierzahl eine Heuunterdachtrocknung erfolgen soll. Bei einer Heuration von 5 kg je GV und Tag sowie einer Belüftung ohne Anwärmung werden bereits ab 40 GV Leistungen über 8 kW für die Belüftungsgebläse erforderlich, wobei der Energieverbrauch etwa 70 kWh/GV beträgt. Bei größeren Tierbeständen empfiehlt sich daher auch bei geringeren Heumengen in der Futterration eine Anwärmung (plus 5 bis 40° C) der Trocknungsluft über Öl-Warmluftterhitzer, um die Leistungsfähigkeit der Trocknungsanlage beträchtlich zu erhöhen (gleichzeitig Verlustminderung) und um die E-Leistungsansprüche zu reduzieren. - Für den Fütterungsvorgang zweimal täglich werden aus Gründen der Arbeitserleichterung inzwischen vielfältige Geräte eingesetzt, angefangen von Siloentnahmefräsen bis zu stationären bzw. mobilen Futterzubringern. Hochsilofräsen verursachen dabei mit 6 bis 10 kW eine starke Erhöhung des Gesamtleistungsbedarfes, und die gleichzeitig laufenden Kettenförderer oder Schubstangenanlagen kommen mit 2 bis 3 kW Leistungsbedarf hinzu; damit stellt die mechanisierte Silagefütterung aus Hochsilos beträchtliche zusätzliche Anforderungen, während bei Flachsilos auf zapfwellengetriebene Schleppergeräte zurückgegriffen wird. Insgesamt werden in Zukunft die pneumatische Futtereinlagerung, die übermäßige Heubelüftung ohne Anwärmung und die Siloentnahmefräsen zu einer Verschärfung der Situation beitragen, wenn es nicht gelingt, durch gezielte Entwicklungsarbeiten insbesondere den Wirkungsgrad dieser Gerätegruppen wesentlich zu verbessern. Denn auch zeitliche Verlagerungen sind bei den Futtereinlagerungsgeräten überhaupt nicht möglich, bei der Heubelüftung sowie bei den Fütterungsgeräten nur sehr begrenzt.

Ein ähnliches Bild ergibt sich im Bereich der Düngabeseitigung und -förderung (Abb. 7).

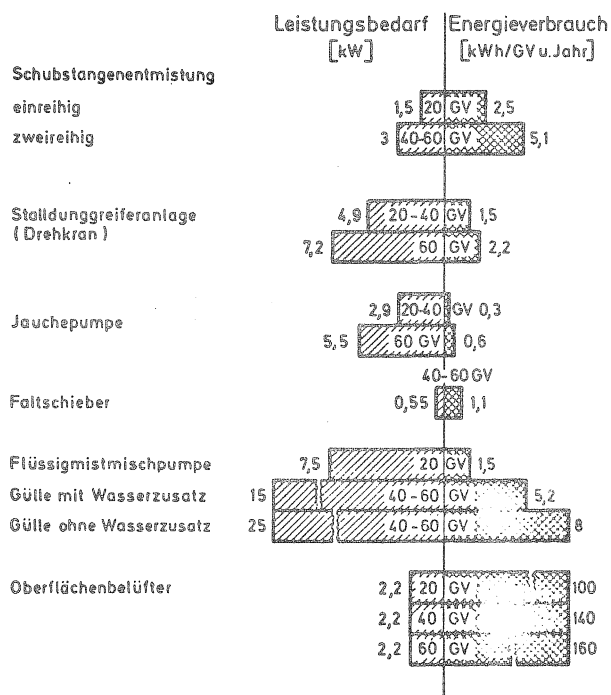


Abb. 7: Elektrischer Leistungsbedarf und Energieverbrauch Entmistung, Düngbehandlung u. -förderung.

Auf der einen Seite erfordern alle Verfahren für Festmist einschließlich Düngladen nur bescheidene Leistungsbedarfswerte. Auf der anderen Seite bringen jedoch die Flüssigmistverfahren durch Stroheinsparung zwar arbeitswirtschaftliche Vorteile, sie sind jedoch durch enorme Leistungsanforderungen der Flüssigmistmischpumpen bei nur geringster Nutzungsdauer gekennzeichnet (7,5 bis 25 und mehr kW). Vielfach wird deshalb der Schlepperantrieb vorgezogen, allerdings mit dem Nachteil, für das lästige und kurzzeitige Umpumpen vom Vorbehälter in den Lagerbehälter jeweils den Schlepper anspannen zu müssen. Die zur Geruchsminderung empfohlenen Geräte zur Güllebelüftung (z.B. Oberflächenbelüfter mit 2,2 kW) bewirken im übrigen als Nebeneffekt eine Gülleverdünnung mit dem Vorteil, daß leistungsschwächere Förderpumpen einsetzbar werden. Diese Lösung kann zu einem bescheidenen Abbau des sonst sehr hohen Leistungsbedarfes beitragen.

Letztlich wäre der Bereich der Stallklimatisierung und -beleuchtung zu berücksichtigen (Abb. 8), der jedoch infolge nur niedrigem Leistungsanspruch, aber beträchtlicher Benutzungsdauer, energiewirtschaftlich kaum Probleme aufwirft.

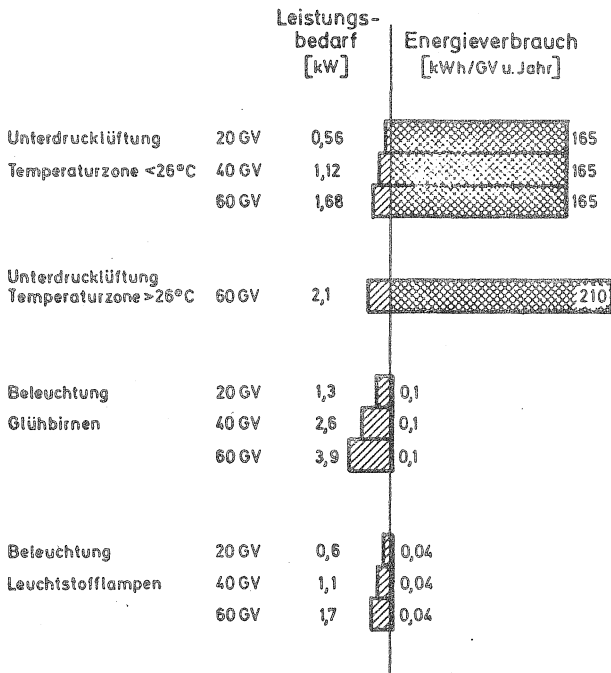


Abb. 8: Elektrischer Leistungsbedarf und Energieverbrauch Klimatisierung und Beleuchtung.

Abb. 9: Leistungsbedarf und Stromverbrauch spezialisierter Milchviehbetriebe (ohne Nachzucht, Silagefütterung + wenig Heu, Anbinde- oder Laufstall, Modellrechnung)

Werden nun die behandelten Arbeitsbereiche mit ihren zugehörigen Einzelgeräten zu gesamten Produktionsmodellen zusammengefügt (Abb. 9) können die Auswirkungen der verschiedenen Maßnahmen übersehen und Folgerungen für die zukünftige Entwicklung gezogen werden.

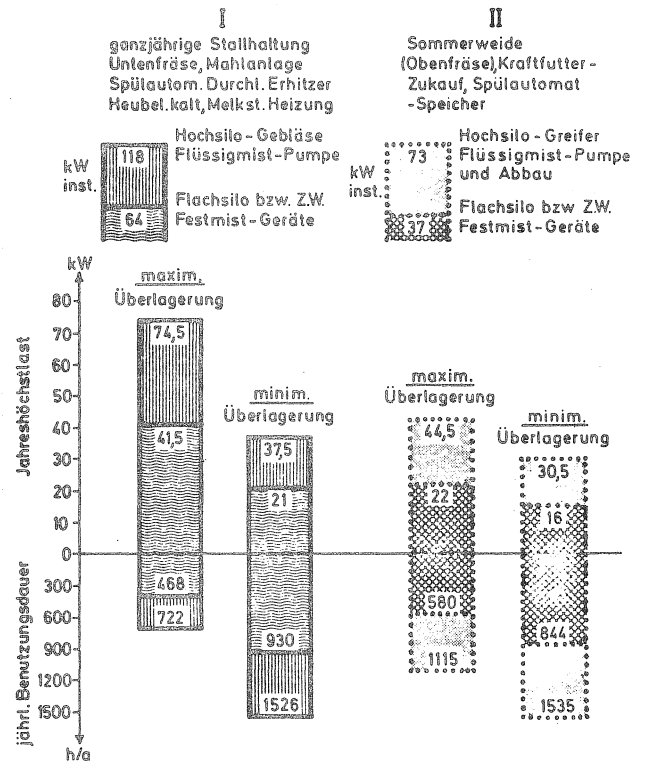
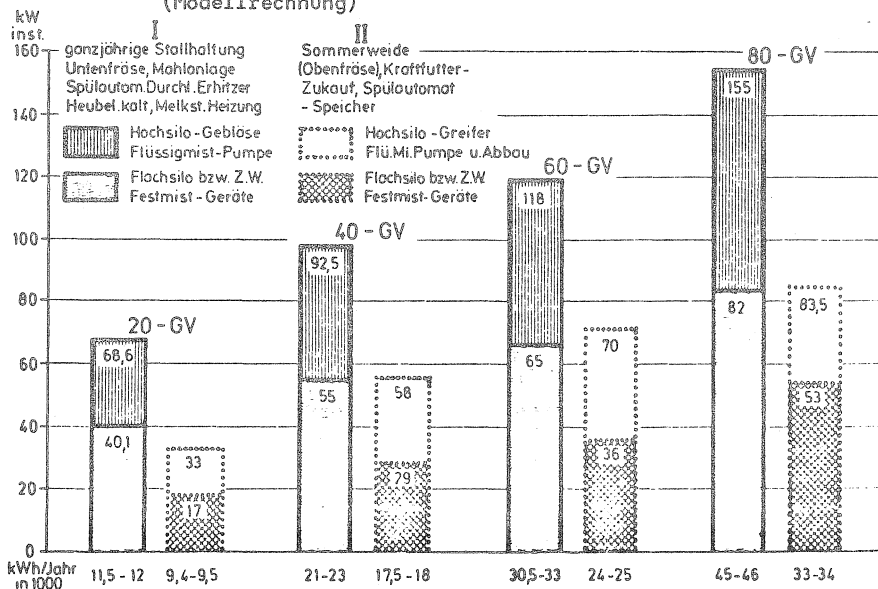


Abb. 10: Jahreshöchstlast und Benutzungsdauer im (rechts) Milchviehbetrieb
Beispiel: 60 Kühe ohne Nachzucht, Laufstall (Modellrechnung)



Dabei ergeben sich aufgrund eingehender Arbeiten von AYIK und VON HEYL für Milchviehbetriebe maximale Werte für die insgesamt zu installierende Leistung, die außerordentlich hoch liegen, wenn sämtliche ungünstigen Einflußfaktoren (z.B. Hochsilos, Flüssigmist etc.) zusammenkommen (in Abb. 9 Produktionsverfahren I); bei sparsamen Leistungsanforderungen (z.B. mechanischer Förderung) können jedoch Verminderungen um etwa 50 % erzielt werden, obwohl sich der Stromverbrauch nur wenig ändert (Abb. 9 Produktionsverfahren II). Durch zeitliche Verlagerung einzelner Arbeitsverfahren (Verriegelung, Lastabwurf) bzw. Verlagerung einiger Verbraucher in Schwachlastzeiten sind weitere Fortschritte zu erzielen (Abb. 10).

Der moderne Kurzstand

Ein Beitrag zur tiergemäßen Haltung von Milchkühen

Von Dipl.-Ing. agr. Rainer Metzner, Landtechnik Weißenstephan

Rund 95 % der in Deutschland gehaltenen Milchkühe stehen in Betrieben, die unter der heute als Schwellenwert für das Melkstandmelken angesehenen Zahl von 40 Kühen je Betrieb liegen. Die aus betriebswirtschaftlichen Gründen notwendig werdende Bestandsaufstockung bei gleichzeitiger Arbeitskräfteverknappung hat in vielen dieser Betriebe zu arbeitssparenden Lösungen geführt, die vielfach zu Lasten einer tiergemäßen Haltung gehen.

So wird im Anbindestall auf die reichliche Einstreu und das tägliche Entmisten zugunsten einer einstreulosen Haltung verzichtet. Um den anfallenden Mist ohne Handarbeit aus dem Tierbereich entfernen zu können, rückt der Gitterrost bis auf 1,35 m an die Krippenkante heran. Gleichzeitig muß zur sicheren Steuerung des Kot- und Harnabsatzes auf den Gitterrost die Anbindevorrichtung sehr straff eingestellt sein. Die Folgen dieser einseitig auf arbeitswirtschaftliche Belange ausgerichteten Aufstallung liegen auf der Hand:

1. Aufgrund der kurzen Standabmessungen sind die Kühe gezwungen, auf dem Gitterrost zu liegen. Eine Zunahme der Verletzungen ist die Folge. Zudem führen zu tiefe und nicht vollkommen abgedichtete Fließmistkanäle zu örtlichen Unterkühlungen der besonders gefährdeten Euterpartien.
2. Die straffe Anbindung und die in den Liegebereich integrierte Kurzstandkrippe mit einer Krippenwandhöhe bis zu 35 cm erfordern von unseren Milchkühen während des Abliegens und Aufstehens akrobatische Sonderlei-

stungen. Um schmerzhaftes Prellungen im Hals-Bug-Bereich zu vermeiden, robben viele Tiere vor dem Aufstehen mühevoll zurück. Gerade aber dieses Zurückrobben birgt wiederum die Gefahr von Trittverletzungen am eigenen Euter bzw. dem der Nachbartiere in sich.

Nachdem diese Gefahren erkannt worden waren, wurden eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt, die verstärkt auf die Anforderungen unserer Milchkühe an den Kurzstand eingehen. Aus den Erkenntnissen dieser neueren Überlegungen geht der sog. „Europastand“ hervor, den wir in der Zwischenzeit in süddeutschen Raum in zahlreichen Stallungen mit gutem Erfolg erproben konnten.

Den Kern dieses „Europastandes“ bildet die tiergemäße lange Stand- und Liegefläche, die sich nach dem Platzbedarf liegender Tiere richtet und damit Standlängen zwischen 1,65 m und 1,80 m bei einer Standbreite von mindestens 1,10 m aufweist. Um derartige Stände sauber zu halten, wird auf den sog. „Kuhtrainer“ zurückgegriffen, der seit langem in den USA und Holland zur Standardausrüstung des Kurzstandes gehört und sich bestens bewährt hat.

Der Kuhtrainer

Der Kuhtrainer stellt eine Erinnerungshilfe dar. Seine Funktionsweise ist in Abbildung 1 dargestellt. Über jeder Kuh hängt ein Metallbügel, der ca. 3—4 cm über dem Widerrist und 60—70 cm hinter der Krippenwand angebracht ist (Bild 2). Dieser Metallbügel steht mit einem Spezial-Netzgerät in Verbindung, das wie bei der Weidehaltung Stromstöße aussendet und die Kuh beim Rückenkrümmen zum

veredlungsreport

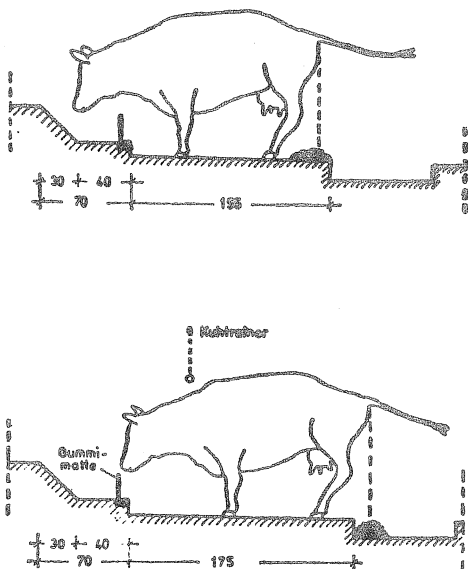


Bild 1: Wirkungsweise des Kuhtrainers

Koten oder Harnen an das Zurücktreten erinnert. Die Kühe merken sich dieses Signal nur kurzzeitig, weswegen die Anlage auf Dauerbetrieb eingeschaltet sein muß. Neuere Entwicklungen, bei denen die einzelnen Metallbügel hochgezogen werden können, lassen den Kuhtrainer auch für Weidebetriebe interessant werden. Schädliche Nebenwirkungen auf den Organismus des Rindes konnten bei richtiger Montage des Kuhtrainers in eigens hierzu durchgeführten Untersuchungen nicht nachgewiesen werden.

Durch den Kuhtrainer wird die straffe Anbindung zum gezielten Abkoten und Abharnen überflüssig. Die Anbindevor-



Bild 2: Aufhängung der Kuhtrainerbügel: 4—5 cm über dem Widerrist und 60—70 cm hinter der Krippenwand



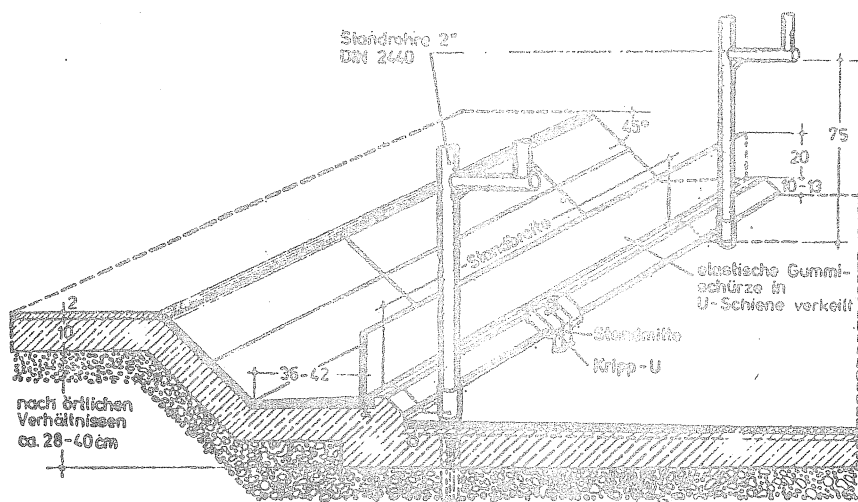
Bild 3: Die Liegestellungen mit ausgestreckten Vorderextremitäten sind den Kühen nur bei einer flexiblen hinteren Krippenwand möglich

richtung ist damit prinzipiell von der Steuerungsfunktion befreit. Sie hindert das Tier lediglich am Verlassen des Standes und kann dementsprechend locker eingestellt werden.

Krippenform

Die Kurzstandkrippe hat nicht allein die Anforderungen des fressenden Rindes zu berücksichtigen, sondern vielmehr auch den zum ungehinderten Ab- und Aufstehen notwendigen Krippenfreiraum zur Verfügung zu stellen. Dieser Bewegungsfreiraum wird in erster Linie durch die hintere Krippenwand bestimmt. In Holland ist man daher bereits

vor Jahren zu einer Krippenform übergegangen, die auf eine feste Krippenwand verzichtet. Um das Futter aber dennoch von der Liegefläche fernzuhalten, ersetzt ein flexibles, aber haltbares Material die feste Krippenwand. In der Regel wird hierzu eine Gummimatte verwendet, wie sie auch als Standbelag dient. In Verbindung mit der größeren Bewegungsmöglichkeit durch die lockere Anbindevorrichtung entsteht daraus eine neue Krippenform, die einen ebenen und nach vorne leicht geneigten Boden aufweist. Der tiefste Punkt der Krippe liegt hierbei zwischen 10 und 12 cm. So ist zum einen gewährleistet, daß die Vorderextremitä-



alle Maße in cm!



Metzner/Kp 21.6.1975

Bild 4: Tiergemäße Kurzstandkrippe mit ebenem Krippenboden und flexibler Krippenanker ist in den angeschrägten Krippensockel eingelassen

ten während der Futteraufnahme nicht übermäßig belastet werden, gleichzeitig dem Rind aber ein unbehindertes Abliegen und Aufstehen, sowie zusätzliche Ruhelagen mit ausgestreckten Vorderextremitäten möglich sind (Bild 3). In 35—42 cm Entfernung von der flexiblen Krippenwand steigt die Krippe dann im Freßwinkel des Tieres — er beträgt z. B. für Fleckviehkühe 45° — zum Futtertisch an (Bild 4). Auf welcher Höhe der Futtertisch angeordnet wird, mag den Vorstellungen des Landwirts überlassen bleiben, da der hohe Futtertisch die Durchfahrts Höhe reduziert, andererseits aber der knapp über Krippensohleniveau angeordnete Futtertisch das Fassungsvermögen verringert und zum ständigen Nachräumen zwingt.

Diese Krippenform wartet zudem mit zwei positiven Nebenerscheinungen auf. Da ist zunächst der nun möglich werdende Krippenanker, der den Bodenanker ersetzt (Bild 4). Damit verschwindet eine Verletzungsquelle, die vor allem durch Einklemmen von Extremitäten verschiedentlich Opfer gefordert hat. Gleichzeitig bietet der flache Krippenrand in Verbindung mit dem Krippenanker aber auch eine Ausweichmöglichkeit für den Halsrahmen, der für Betriebe mit Weidegang von so entscheidender Bedeutung ist. Wie schon erwähnt, kann durch den Kuhtrainer ja die Anbindevorrichtung lockerer eingehängt werden. Beim Halsrahmen bedeutet dies die Verlängerung der unteren Befestigungskette. Der so installierte Halsrahmen würde dann gegen eine feste Krippenwand schlagen. Bei der neueren Krippenform gleitet der U-förmige Bügel des Gelenkhalsrahmens ohne Berührung über die Kante hinweg und gibt somit dem Tier die wünschenswerten Bewegungsfreiheit. Gleichzeitig verschwindet die Kette im Krippenanker und kann das Tier nicht mehr gefährden.

Selbsttränkebecken

Um die einstreulose Liegefläche des Kurzstandes nicht durch Spritzwasser zu vernässen, wird die Selbsttränke im Gegensatz zum Mittellangstand um 180° über die Krippe gedreht. Das Bedienungselement der bisher meist üblichen Zungenventilbecken weist dadurch von den Tieren weg und ist nur noch schlecht zu erreichen. Zusätzliche Schwierigkeiten bei der Wasseraufnahme bereiten den Kühen in der Regel die zu engen und zu tiefen Tränkebecken. Die Folgen sind gestörte Trinkvorgänge — das typische Saugtrinken wird durch schlagende Zungenbewegungen ersetzt —, die in ungünstigen Fällen zu einer verminderten Gesamtwasseraufnahme und damit zu Leistungseinbußen führen können.

Wie soll nun eine tiergemäße Tränkeinrichtung für den Kurzstand aussehen? Die artspezifische Wasseraufnah-

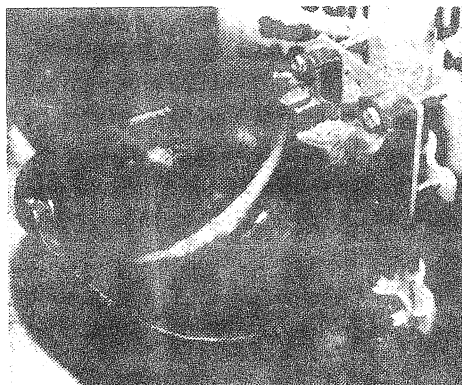


Bild 5: Das flachschalige Doppeltränkebecken mit dem seitlich schwenkbaren Mittelhebel ist der typischen Kopfstellung des Rindes während der Wasseraufnahme angepaßt

me des Rindes erfordert ein flachschaliges Doppeltränkebecken mit einer Öffnung von 600—650 cm². Als Bedienungselement eignet sich ein seitlich schwenkbarer Mittelhebel, der bereits bei geringem Gegendruck das Ventil öffnet. Die bei freier Wasseraufnahme durchschnittlich ermittelte Aufnahmemenge der Kühe von rund 18 Liter/min kann als Richtgröße für den erforderlichen Wasserzulauf und die hierzu notwendige Ventilöffnung angesehen werden. Um eine Verschmutzung der Tränkeinrichtung durch Futterreste weitgehend zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Tränkebecken 80 cm über Standniveau an den Standrohren zu montieren. In dieser Höhe ist noch eine gute Erreichbarkeit und unbehinderte Wasseraufnahme gewährleistet (Abb. 5).

Stand- und Liegefläche

Der Bodenbelag für die Stand- und Liegefläche ist ein weiteres wichtiges Detail des Kurzstandes. Selbst in Ackerbaugeländen, die ja nicht wegen hoher Preise an Stroh sparen müssen, ist eine zunehmende Abkehr von der Einstreu zu beobachten. Schließlich ist das kostenlos auf dem Acker liegende Stroh noch mit dem Aufwand für die Bergung und das Einlagern, Einstreuen und Entmisten verbunden. Wenig Einstreu bringt hingegen nur zusätzliche Nachteile, da das Tier dann in der Regel auf dem blanken Boden liegt. In den günstigeren Fällen ist dieser wenigstens wärmegeämmt.

Der ständige Aufenthalt der Tiere im Kurzstand führt zu einer starken Beanspruchung der Bodenbeläge im Trittbereich der Vorder- und Hinterbeine. Neben der erwünschten Haltbarkeit sollen die Beläge gleichzeitig ausreichend weich, griffig, hygienisch unbedenklich und darüber hinaus preiswert sein. In der Vielzahl der unterschiedlichen, ja z. T. entgegengesetzten Anforderungen an die Bodenbeläge liegen die Probleme für die Hersteller. Von dem heute auf dem

Markt befindlichen Angebot haben sich bis jetzt nur Gummi- und PVC-Beläge bewährt. Sie sind besonders bei homogener Struktur ausreichend haltbar. In der Weichheit und Elastizität sind einige Dinge zu beachten, da die Kuh eine feste Fläche zum Stehen bevorzugt, aber gerne weich liegt. Besondere Aufmerksamkeit muß der Griffbarkeit und Oberflächenbeschaffenheit gewidmet werden. Rutschige Beläge sind außerordentlich gefährlich und häufig die Ursache schwerer Verletzungen. Hierbei hängt die Rutschfestigkeit nur wenig von der Art der Oberflächenprofilierung ab. Vielmehr finden die Kühe den besten Halt, wenn die Klaue 1—2 mm in den Boden einsinkt.

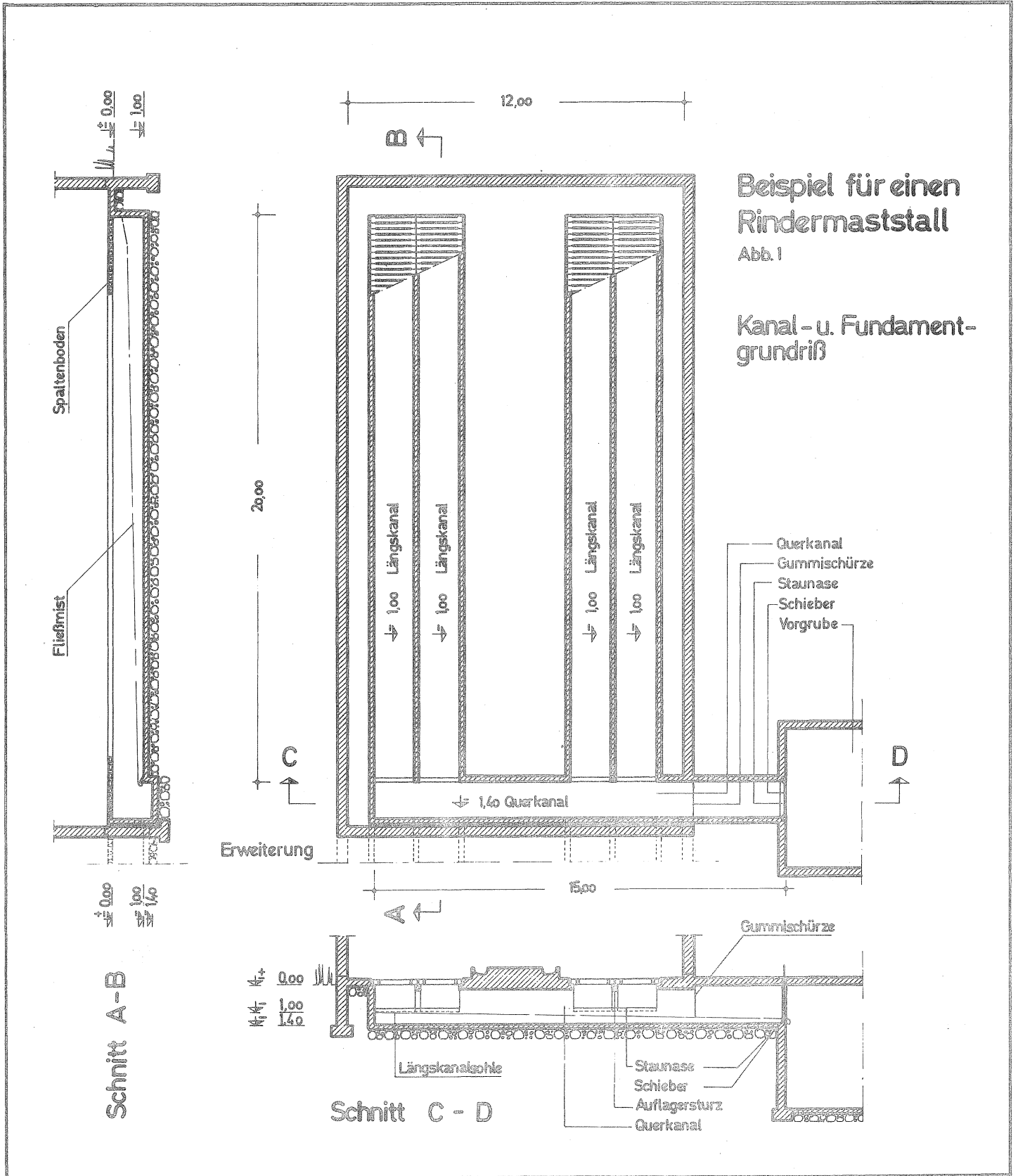
Seitenabtrennungen

Das Stützrohr zwischen den Ständen, das die obere Befestigungskonstruktion für die Anbindevorrichtung trägt, sollte möglichst dicht an der Krippe stehen, damit die Tiere die Vorderextremitäten nicht durchstrecken und sich verletzen können. Da vielfach die Wasserleitung zwischen Standrohr und Krippe verlegt wird, hat sich der Abstand von 4 cm heute weitgehend eingeführt. Weiterhin muß der Liegebereich frei von Trennbügelposten ab dem Liegeplatzabschnitt sein, an dem Mittel- und Hinterhand zu liegen kommen. Hier haben sich bisher die s-förmig gekröpften Seitenabtrennungen nur zum Teil bewährt. Noch günstiger ist es, wenn es den Herstellern gelingt, bei ausreichender Stabilität der Seitenabtrennungen auf den hinteren Standpfosten ganz zu verzichten. Die ersten Seitenabtrennungen dieser Art befinden sich bereits auf dem Markt. Ein zusätzlicher Vorteil dieses Systems besteht darin, daß in die Halterungen der Standrohre wahlweise kurze oder lange Seitentrennbügel auszutauschen sind gegen den sog. Spreizbügel bzw. ein Hebegerät zur Tierpflege.

Weitere Hinweise

Bei Kotgrabenständen sollte die Kotstufe nicht höher als 18—20 cm sein, da sonst die Tiere, die den Stand verlassen müssen, unnötige Scheu vor der Tiefe des Grabens entwickeln. Bei Ständen mit Gitterrost hat sich eine Ausführung bewährt, bei der die Stäbe in der Form des auf den Kopf gestellten U-Eisens mit 18—20 mm Stabbreite und einem Abstand von 35—40 mm gefertigt sind. Zwei Unterzüge seitlich aus der Mitte des Rostes gerückt, bieten die Gewähr der Stabilität und setzen dem hauptsächlich in der Mitte anfallenden Kot kein unnötiges Hindernis entgegen. Die Spannweite des Rostes sollte der Standbreite entsprechen. Ansonsten überspannt der Rost den Kanal, der wegen sicherer Funktion des Fließmistverfahrens ca. 1 m breit sein sollte.

Bau von Fließmistkanälen



Dr. G. Koller, BLT Grub
Dr. J. Boxberger, LT Weihenstephan
B. Mittrach, BLT Grub
G. Langenegger, LT Weihenstephan
A. Harlander, BLT Grub

Beispiel für einen Milchviehanbindestall

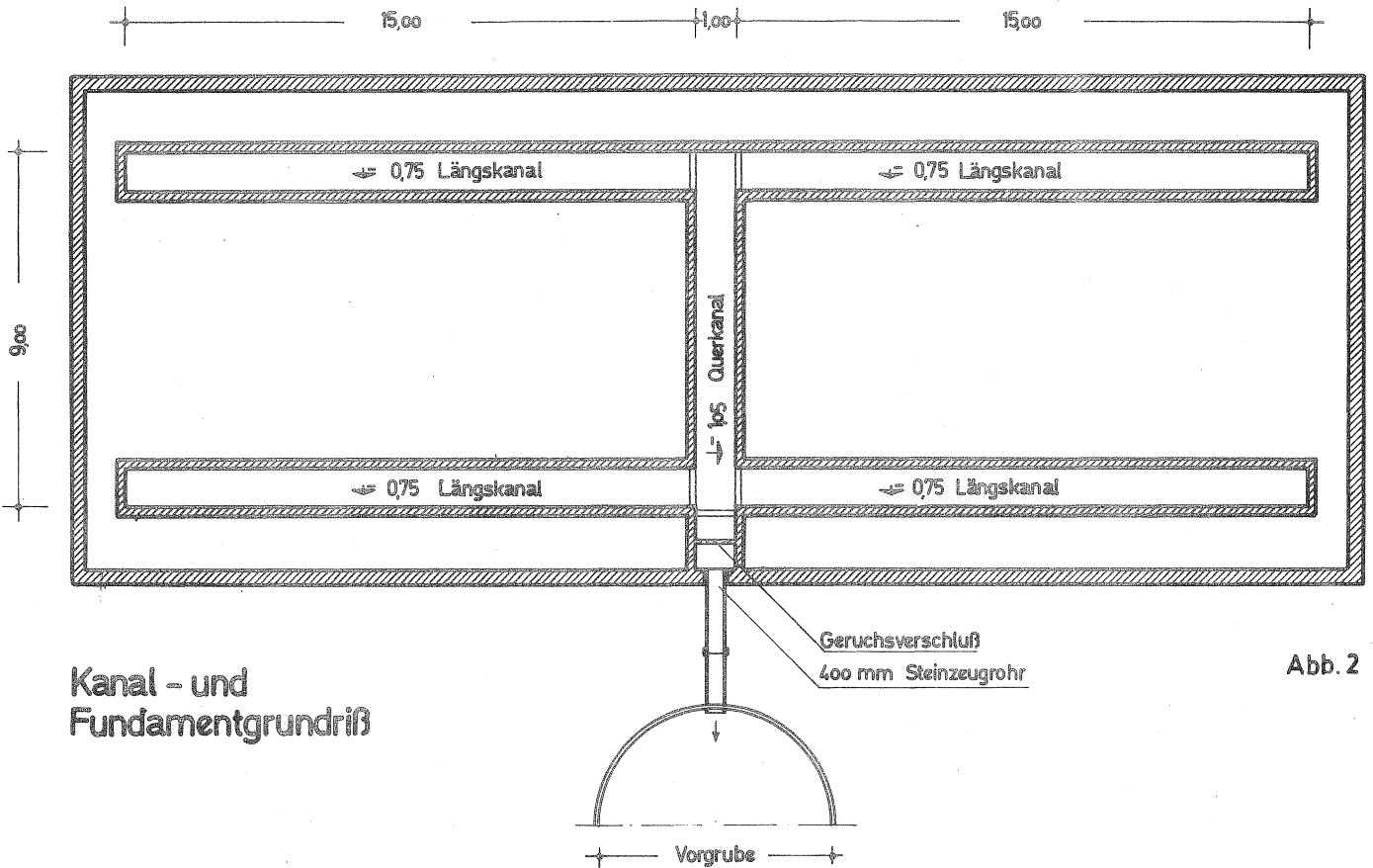


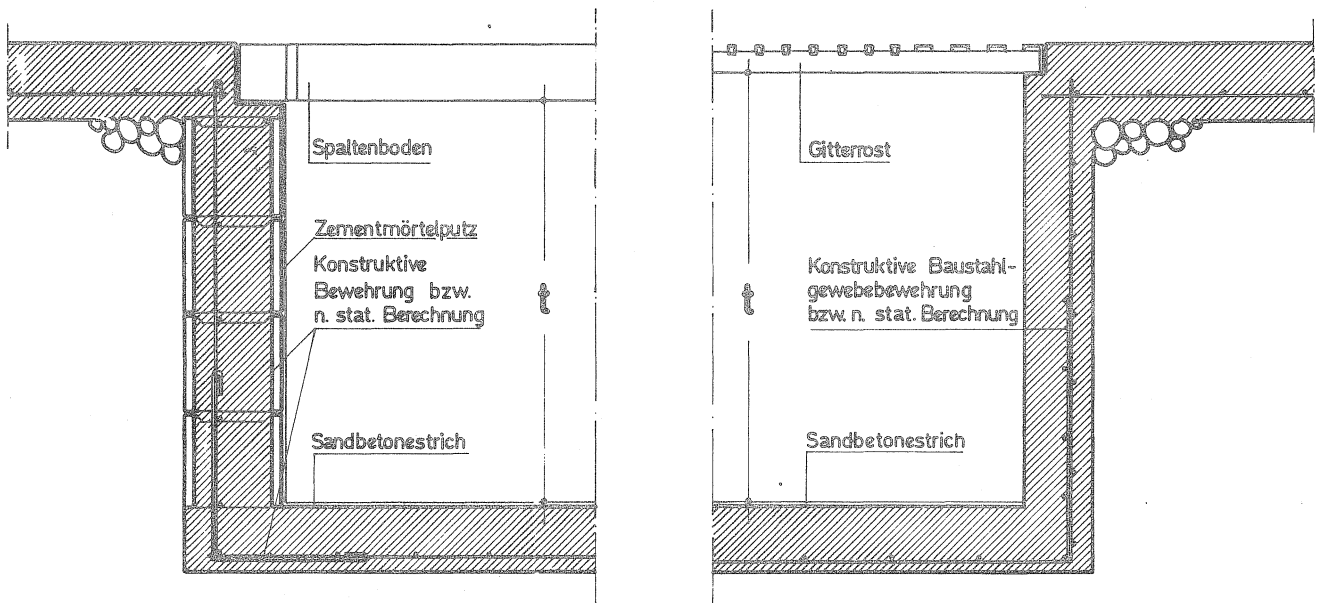
Abb. 2

Vertikalschnitte durch Fließmistkanäle

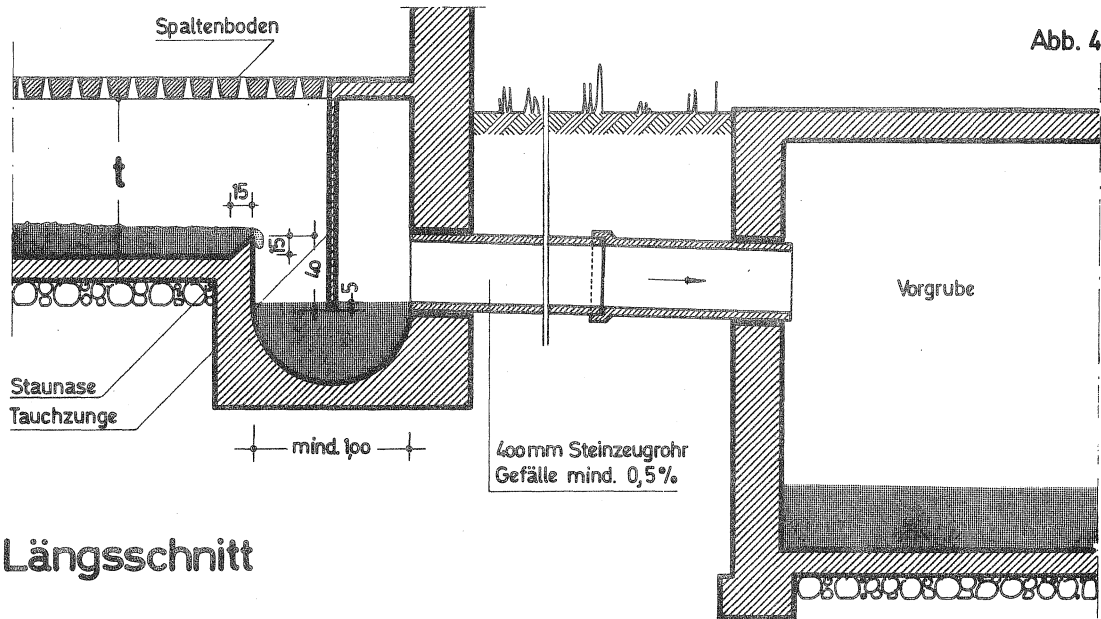
in Betonschalungssteinbauweise
mit Spaltenbodenabdeckung

in Stahlbetonbauweise
mit Gitterrostabdeckung

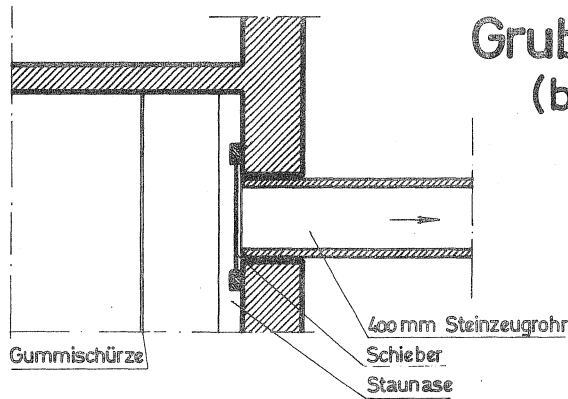
Abb. 3



Grubeneinlauf mit Geruchsverschluss (feste Tauchzunge)



Draufsicht



Grubeneinlauf mit Schieber (beim Rühren geschlossen)

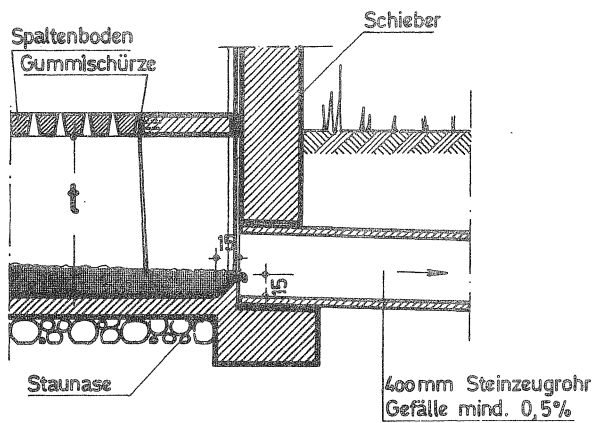
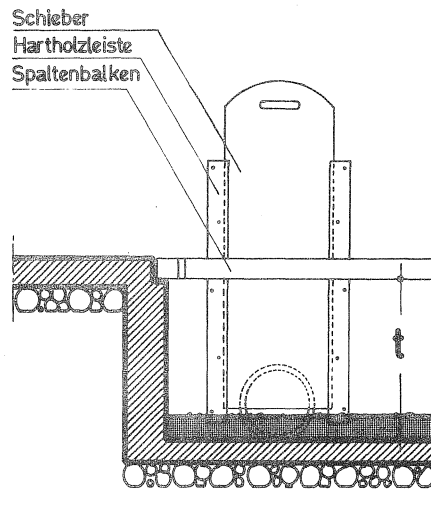


Abb. 5



Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen bevorzugen Rinder- und Schweinehalter vermehrt Flüssigmistsysteme. Speziell das Fließmistverfahren (früher Treibmistverfahren genannt) setzte sich rasch durch, weil es kostensteigernde Wasserzusätze erübrigt. Eine Stau-nase am Kanalende hält eine ca. 15 cm hohe Flüssigkeitsschicht zurück. Der gärende Dung fließt kontinuierlich in die Vorratsbehälter.

Einsatzmöglichkeiten: Alle ein-streulosen Aufstallungsformen für Rinder und Mastschweine. Bei Zuchtsauen ist wegen der gegebenen Kotkonsistenz das Fließmistverfahren nicht ganz sicher. Es sind Kanaltiefen wie bei der Rindermast und zusätzliche Spüleleitungen vor-zusehen.

Die Kanaltiefe ist längenabhängig (Tab. 1), weil sich der Dung vom Kanalende her mit einem Oberflä-chengefälle von 1 bis 3 Prozent anstaut. Die Fließfähigkeit des Dun-ges hängt unter anderem von der Tierart und der Fütterung ab. Die Kanaltiefe errechnet sich aus der Höhe der Staunase, aus dem beschriebenen Anstau des Dungs und aus einem Sicherheits-zuschlag gegen das Überfluten des Tierlagers. Die in Tabelle 1 ge-nannten Mindestwerte dürfen kei-nesfalls unterschritten werden.

Zu flache Kanäle bedingen Funk-tionsstörungen.

Kanallänge und -breite sind Funk-tionsmaße. Kanalbreiten von 100 bis 300 cm sind üblich und in glei-chem Maß funktionssicher. Längere Kanäle können in Stufen angelegt werden, was bei Umbauten vorteil-haft sein kann. Bei Neubauten sind stufenlose Kanalsohlen zu bevor-zugen. Um die Tiefe von Längskanä-len einzuschränken, verkürzt man

sie durch mittig angeordnete Quer-kanäle. Die seitliche Anlage der Güllegrube ist für Stallerweiterun-gen vorteilhaft (Abb. 1). Bei der Festlegung der Kanaltiefe sind Längs- und Querkäle so zu ad-dieren, daß der längste Weg der Gülle berücksichtigt wird (Abb. 1 und 2). Zur Erzielung eines „Ab-reißens“ des Fließmistes an Quer-kanälen ist dort ein Tiefenzuschlag von mindestens 10 cm bis 15 cm vorzunehmen. Empfehlenswerte Breite von Querkälen unabhän-gig von der Breite der Längskanä-le: 100 bis 120 cm.

Die Abb. 1 zeigt ein Beispiel für die Entmistung eines Spaltenboden-stalles für Mastrinder. Die darge-stellte Längsunterteilung der Gülle-kanäle ermöglicht den Einsatz preisgünstigerer Spaltenbalken, die wegen des geringeren Gewichtes einfacher zu verlegen sind. Diese Variante ist bei der weitverbreite-ten Maismast von Bullen absolut funktionssicher. Bei der Haltung von weiblichem Jungvieh (rohfasere-reiche Futterreste im Kanal, am Fut-tertisch, überwiegender Urin anfall im Kanal dahinter) kann es hier Störungen geben. Empfehlung: Weglassen der Zwischenwand (Verlegung weniger, aber schwe-erer Balken). Diese Lösung kann vor allem bei Neubauten wirtschaftlich sinnvoll sein.

Nahe am Stall liegende Gruben können einfach durch verlängerte Fließmistkanäle beschickt werden (Abb. 1), die im Außenbereich gegen Frost zu schützen sind. Weiter abgelegene Gruben sind vorteilhaft über Steinzeugrohre (Abb. 2) zu erschließen, die mit geringem Gefäl-le (mind. 0,5 Prozent) verlegt wer-den. Bei Entfernungen von mehr als 20 m empfiehlt sich der Einbau von Prüfschächten aus T-Stücken.

Fließmistkanäle werden in der Re-gel aus Ortbeton, gelegentlich auch mit Betonschalungssteinen oder -fertigteilen errichtet. Die Kanal-wände sind mind. 15 cm, bei dop-pelter Spaltenbodenaufgabe 20 cm dick auszuführen (Abb. 3). Diese Bauweisen lassen eine Bewehrung zu. Die Wände und Sohlen der Ka-näle müssen wasserundurchlässig sein, schwachen chemischen An-griffen widerstehen und auf der Kanalseite eine möglichst glatte Oberfläche aufweisen. Empfehlung: Zweimaliger bituminöser Schutzan-strich. — Kanalwände aus Beton-schalungssteinen sind mit Zement-mörtel zu verputzen.

Fließmistkanäle werden vor Inbe-triebnahme bis auf Staunashöhe mit Wasser oder besser mit Jauche angefüllt. Über funktionssichere Freßgitter ist zu verhindern, daß langfaserige Futterreste in den Fließmist gelangen.

Kanalverengungen, z. B. beim Aus-tritt aus dem Stall oder durch ein-ragende Säulenfundamente sind zu vermeiden. Nach Benützungspau-sen (Weideperiode) ist der Flüssig-keitspegel im Kanal wieder aufzu-füllen. Abgelagerte Sinkstoffe wer-den im Bedarfsfall ausgeschwemmt (vorsorglicher Einbau einer Spüle-leitung).

Beim Aufrühren der Gülle in Gru-ben müssen diese gasdicht gegen-über dem Stall abgeschlossen sein, sonst besteht akute Vergiftungsge-fahr.

Abb. 4 zeigt einen an der BLT Grub erprobten Geruchsverschluß mit fe-ster Tauchzunge, der das Eindrin-gen von Zugluft und Gasen perman-ent unterbindet. In der Abb. 5 ist ein Vorschlag der Landtechnik Wei-henstephan dargestellt. Um das Eindringen von Gasen und Kaltluft in den Stall zu verhindern, wird der Schieber bis auf wenige Zenti-meter über den Flüssigmistpiegel abgese-nkt und zusätzlich eine so-genannte Gummischürze einge-baut. Vor dem Aufrühren des Gru-beninhalts ist der Schieber ganz zu schließen. ■

Tabelle 1: Mindestkanaltiefe * (t) in Zentimeter (cm)

Stall für:	bei Kanallängen von ... Metern (m)						
	bis	15	20	25	30	35	40
Mastbullen und Jungvieh (bei Mais-silage- bzw. trockener Fütterung)		85	100	110	120	130	140
Milchkühe		75	80	90	100	110	120
Mastschweine		70	80	80	90	100	100

* Abstand Unterkante Rost oder Spaltenboden bis Kanalsohle

Die Pumpfähigkeit von Flüssigmist

Von Ing. G. Langenegger und Dr.-Ing. H. D. Zeisig, Weihenstephan

Beim Pumpen von Flüssigmist gibt es im praktischen Betrieb immer wieder sehr große Unterschiede in der Fördermenge. So kommt es auch vor, daß in einem Betrieb bei einer Futterumstellung oder bei

Änderung der Aufstellungsform die vorher zufriedenstellend arbeitende Flüssigmistpumpe vollständig versagt, ohne daß mechanische Schäden feststellbar sind.

Bei der Suche nach den Ursachen dieses

Versagens und für die unterschiedlichen Förderleistungen mußten wir feststellen, daß mit dem unterschiedlichen Trockenmasse-Gehalt des Flüssigmistes allein sich diese Erscheinungen nicht erklären lassen. Ebenso reichte zur Charakterisierung der Konsistenz „kf“ nach Forster nicht aus¹⁾. Die gleichen Unzulänglichkeiten ergaben sich auch bei den Versuchen, den Flüssigmist durch seine „Viskosität“, gemessen mit Drehkörperviskosimetern, zu charakterisieren²⁾.

Es kam daher zunächst darauf an, eine Meßmethode zu finden, welche die Pumpfähigkeit der verschiedenen Flüssigmistgemische möglichst weitgehend charakterisiert. Dieses auf einem abgewandelten Fallkörper-Viskosimeter beruhende Meßprinzip ist bereits beschrieben²⁾, ³⁾, ⁴⁾. Des weiteren waren Pumpenkennlinien bei verschiedenen Flüssigmistgemischen aufzunehmen, wobei die Charakterisierung dieser Gemische durch die GK-Zahl erfolgte²⁾. Von gleichgroßem Interesse bei der Förderung von Flüssigmist ist jedoch neben der Pumpenkennlinie auch der Rohrreibungswiderstand.

Die Konsistenz des Flüssigmistes

Die Konsistenz des Flüssigmistes wird bestimmt durch die Tierart, durch die Fütterung sowie durch die Art der Entmistung und die Aufstellungsform. Unabhängig von der Tierart erhöhen Einstreu und Futterreste sowie das Verdunsten von Flüssigkeit die Konsistenz; Wasserzusatz wirkt dem entgegen.

Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt die Schwankungsbreite der Güllekonsistenzzahl bei verschiedenen Tierarten.

Eine etwas genauere Unterteilung ergibt sich bei folgenden Merkmalen:

GK 0 = Jauche oder ein Flüssigmistgemisch, dem soviel Wasser zugegeben wurde, daß es sich mit Flüssigmistpumpen wie Wasser pumpen läßt.

GK 1 — 10 = Flüssigmistgemische aus Schweine-, Kälber- und Milchviehställen mit Stau- oder Fließmistkanälen ohne beziehungsweise mit geringem Wasserzusatz.

GK 12 — 30 = Flüssigmistgemisch vorwiegend aus Fließmistkanälen von Bullenmastställen bei Maissilagefütterung oder auch aus Bullen- oder Milchviehställen mit größeren Anteilen von Einstreu und Futterresten.

GK 25 — 50 = Ein dickes Flüssigmistgemisch aus Hühnerställen oder aus Rindviehställen mit Oberflurermistung bei Flüssigkeitsverlust durch Verdunsten.

GK 50 — etwa 80 = Flüssigmistgemische, die sehr selten vorkommen. Sie können im Staukanal entstehen, zum Beispiel bei reiner Maissilage- und Heufütterung an Rindvieh.

Dieser große Schwankungsbereich zeigt gleichzeitig, daß es außerordentlich schwierig ist, für eine bestimmte Tierart

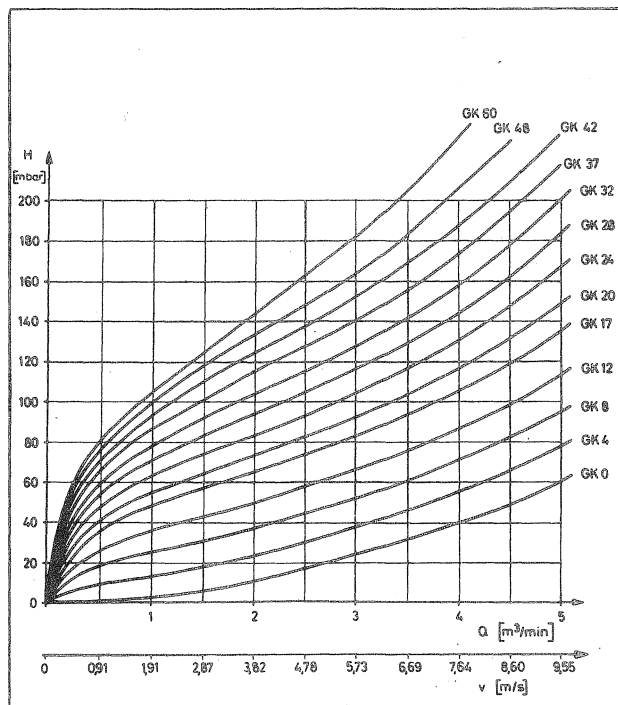


Abb. 1: Rohrreibungswiderstand für einen Meter gerades Rohr mit 105 mm Durchmesser

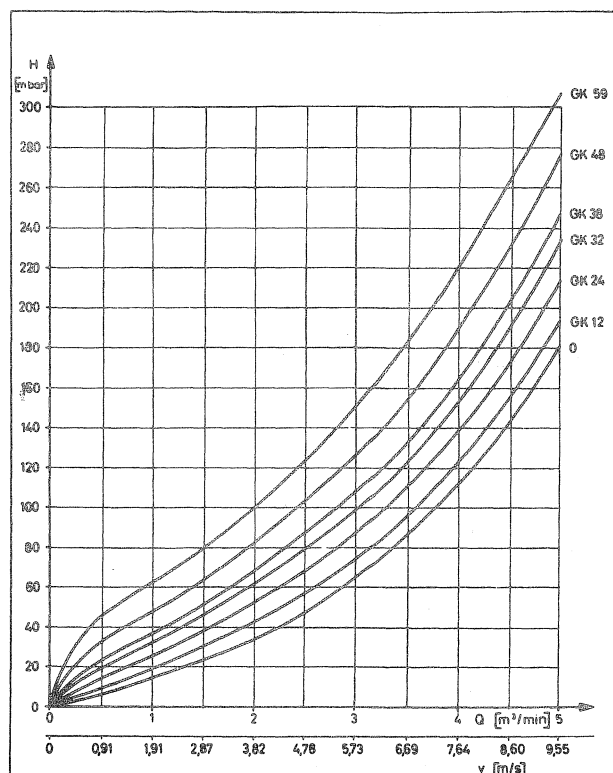


Abb. 2: Rohrreibungswiderstand für einen Rohrbogen 45° bei 105 mm Durchmesser

Tierart	Entmistung selbstfließend		Entmistung mechanisch — Oberflür	
	TM-Gehalt (%)	GK-Zahl (/.)	TM-Gehalt (%)	GK-Zahl (/.)
Schweine	5—10	0— 5	4—12	2—20
Kühe	2— 8	3—20	6—15	4—50
Bullen	5—13 (15)	3—35	6—15	4—50

bei einer bestimmten Entmistungsart die GK-Zahl im voraus abzuschätzen.

Der Rohrreibungswiderstand

Wird eine Flüssigkeit durch Rohrleitungen gefördert, so bestimmt der Rohrreibungswiderstand in Verbindung mit der vorgeschalteten Pumpe die Leistungsfähigkeit der Förderstrecke. Daher ist es wichtig, auch bei Flüssigmist mit verschiedenen GK-Zahlen den Rohrreibungswiderstand zu erfassen. Da bislang der Zusammenhang zwischen GK-Zahl und Viskosität noch nicht meßtechnisch erfaßt ist, beschränken sich die nachfolgend aufgeführten Ergebnisse auf ein verzinktes Stahlrohr mit 105 mm Innendurchmesser. Die verwendeten 45°-Bögen hatten einen mittleren Radius von 462 mm, der mittlere Krümmungsradius der 90°-Bögen betrug 255 mm. Die Rohre waren mit Schnellkupplungen (Perrot-Kardangelkuppelung) versehen. Bei den durchgeführten Versuchen hat es sich jedoch herausgestellt, daß nur bei Wasser und Flüssigmist mit niedrigen GK-Zahlen (< 4) ein Einfluß dieser Kupplungen vorhanden ist.

Die Abbildung 1 zeigt den auf einen Meter Rohrlänge bezogenen Widerstand in Abhängigkeit von der Durchflußmenge mit der GK-Zahl als Parameter.

Abbildung 2 gibt den Verlauf des Widerstandes bei Förderung durch einen 45°-Bogen wieder, während die Abbildung 3 für einen 90°-Bogen gilt.

Pumpenkennlinien

Bereits früher ist darauf hingewiesen worden, daß der TM-Gehalt kein Kriterium für die Pumpfähigkeit des Flüssigmistes ist²⁾. Ebenso ist bereits erläutert worden, daß Flüssigmistgemische verschiedenen Ursprungs, jedoch mit gleicher GK-Zahl, bei einer bestimmten Pumpe auch die gleiche Pumpenkennlinie aufweisen²⁾.

Um von vornherein bei den Versuchen Störungen durch halmartige Einstreu und Futterreste auszuschließen, wurden für die durchgeführten Messungen die entsprechenden Flüssigmistgemische aus Bullenkot und Jauche hergestellt.

Bei den nachfolgenden Pumpenkennlinien muß berücksichtigt werden, daß diese bei der aufgeführten Tauchpumpe auf den Pumpenauslauf bezogen sind. Die geodätische Förderhöhe und auch die Rohrreibungsverluste im Steigrohr wurden nicht berücksichtigt.

Die Abbildungen 4—6 zeigen die Kennlinien für eine zapfwellenangetriebene Tauchpumpe. Aus der Abbildung 4 geht der starke Einfluß der Güllekonsistenz auf die Förderleistung der Pumpe hervor. Der Kraftbedarf blieb bei dieser Pumpe im unteren Bereich der GK-Zahlen nahezu konstant (Abb. 5); lediglich bei hohen GK-Zahlen fiel er stark ab.

Die Abbildungen 7—9 geben die Kennlinien einer Exzenter-Schneckenpumpe wieder. Diese aufgeführten Kennlinien für eine Pumpe mit einem Rotordurchmesser von 85 mm und einer Statorlänge von 500 mm zeigen die Leistungsfähigkeit dieses in der Landwirtschaft weithin verwendeten Gerätes. Da derartige Pumpen bei der Zapfwellen-Normdrehzahl von 540 U/min sehr

stark vibrieren, werden sie im praktischen Betrieb normalerweise mit Drehzahlen von etwa 400 U/min angetrieben. Dabei reduzieren sich die Fördermenge und auch der Leistungsbedarf um 25—30%.

Schlußfolgerungen

Der starke Anstieg der Rohrreibung bei steigender GK-Zahl macht deutlich, daß für dicken Flüssigmist große Rohrweiten außerordentlich wichtig sind. Dies gilt nicht nur für die Rohrleitungen, die der Pumpe nachgeschaltet sind, sondern genauso auch für die zur Pumpe gehörenden Leitungen (z. B. Tauchpumpen) und die Saugrohre bei Saugpumpen. Das gleiche gilt für Krümmer und Bögen, die, soweit konstruktiv möglich, nicht in einer Pumpe enthalten sein sollten.

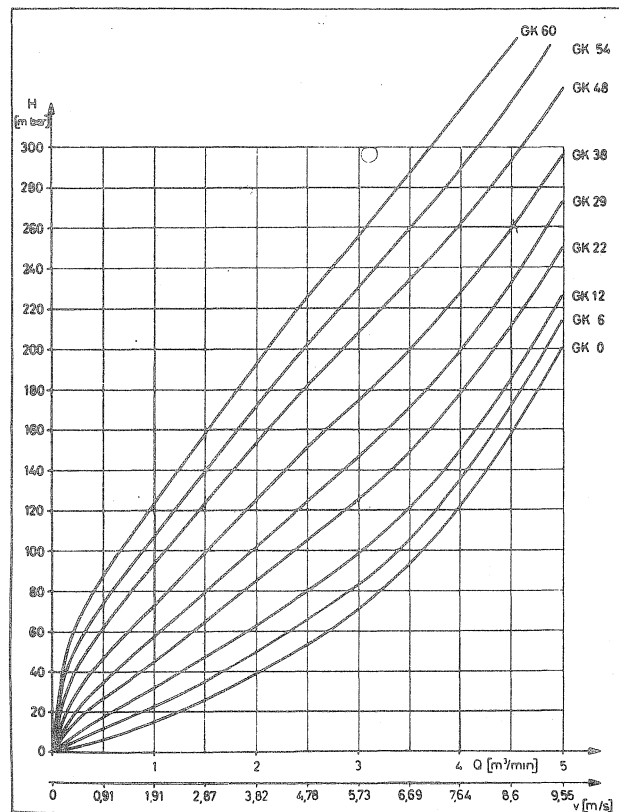


Abb. 3: Rohrreibungswiderstand für einen Rohrbogen 90° bei 105 mm Durchmesser

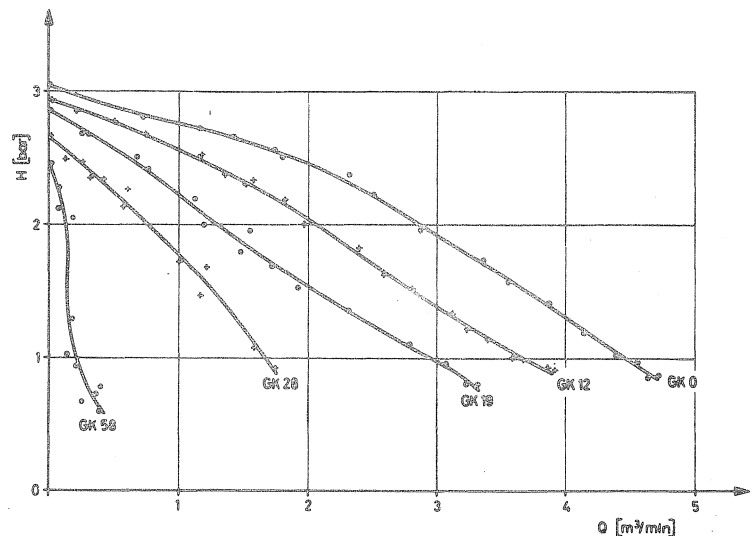
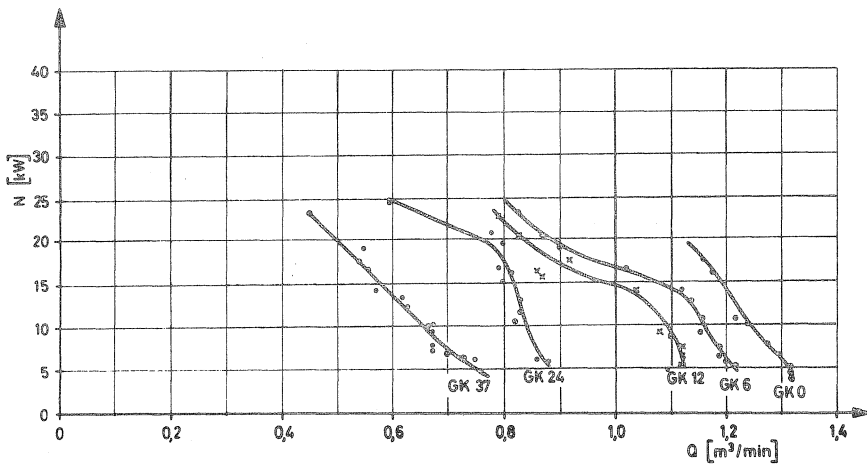
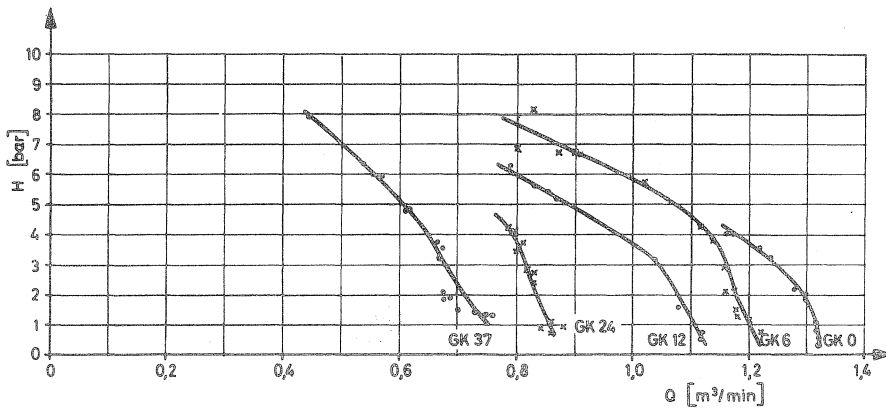
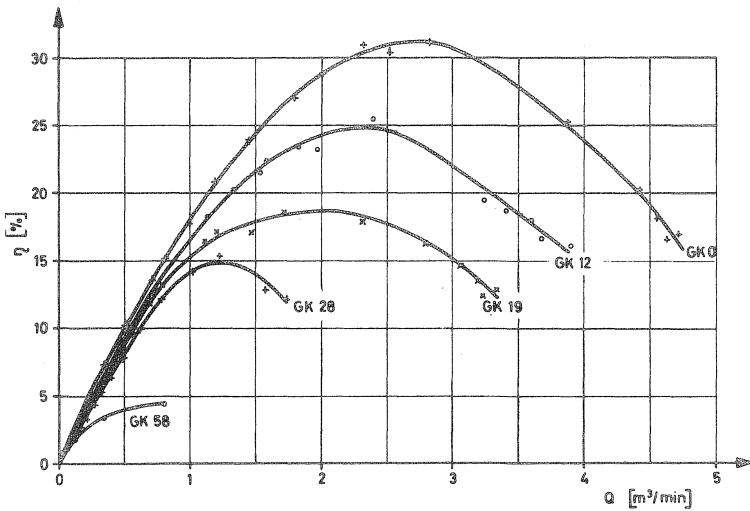
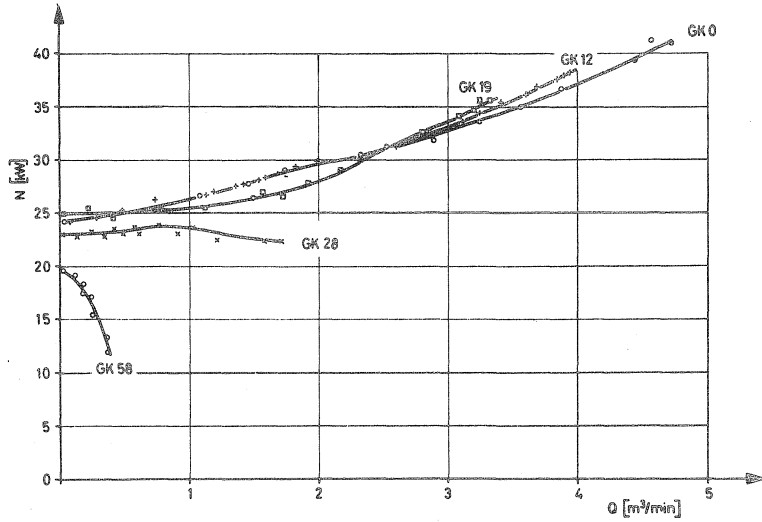


Abb. 4: Pumpe Nr. 1; Drehzahl 1620 U/min, $H = f(Q)$. Parameter = Güllekonsistenz-Zahl



Durch die verschiedenartigsten Beimengen im Flüssigmist, insbesondere halmartige Einstreu und Futterreste, treten zusätzlich Schwierigkeiten auf, die vorwiegend darin bestehen, daß sich diese Beimengen im Zulauf zur Pumpe festsetzen, wenn nicht entsprechend große Zulaufquerschnitte vorhanden sind. Dies tritt besonders häufig bei Saugpumpen auf und führt dazu, daß diese im Gegensatz zu unseren Versuchen im praktischen Betrieb nur für Flüssigmist mit relativ niedrigen GK-Zahlen verwendbar sind.

Neben der Wahl entsprechend großer Rohrdurchmesser besteht jedoch zur Senkung des Rohrreibungswiderstandes auch die Möglichkeit, den Flüssigmist durch Wasser- oder Flüssigkeitszusatz zu verdünnen und so die GK-Zahl zu senken. Diese Maßnahme erscheint jedoch nur bei Flüssigmist mit sehr hohen GK-Zahlen (größer als GK 40) angebracht, da hier durch einen geringen Wasserzusatz die GK-Zahl erheblich verringert werden kann. Die starke Abhängigkeit der Fördermenge von der GK-Zahl des Flüssigmistes zeigt, wie aus den Diagrammen der aufgeführten Pumpen hervorgeht, daß die Eignung einer bestimmten Pumpe zur Flüssigmistförderung nicht durch die Angabe der Fördermenge bei Wasserförderung oder dünnem Flüssigmist beschrieben werden kann. Unsere Pumpenuntersuchungen haben weiterhin gezeigt, daß es zur Erhöhung der Fördermenge nicht zweckmäßig ist, die Antriebszahl zu erhöhen. Günstiger ist hierfür zum Beispiel der Einbau eines größeren Laufrades – soweit dies konstruktiv möglich ist – oder die Wahl eines leistungsfähigeren Pumpentypes.

Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, daß der Rohrreibungswiderstand bei Flüssigmistförderung außerordentlich stark von der GK-Zahl des Flüssigmistes abhängt. Für einen lichten Rohrdurchmesser von 105 mm wurden die spezifischen Rohrreibungswiderstände sowohl beim geraden Rohr als auch beim 45°- und 90°-Bogen ermittelt. Da die Umrechnung der verwendeten Güllekonsistenz-Zahl in die übliche Viskositäts-Maßeinheiten zur Zeit nicht vorliegt, ist es auch nicht möglich, die angegebenen Widerstände auf andere Rohrweiten zu übertragen.

Die für Flüssigmistgemische mit verschiedenen Güllekonsistenzzahlen ermittelten Pumpenkennlinien von ausgewählten Flüssigmistpumpen haben die Abhängigkeit der Fördermenge von der GK-Zahl gezeigt. Einige Möglichkeiten, diese Einsatzgrenzen zu erweitern, wurden erläutert. Ebenso wurde auch der Streubereich der Güllekonsistenzzahlen für die normalerweise anfallenden Flüssigmistgemische angegeben.

Die in diesem Bericht angegebenen Beispiele sind eine Auswahl aus einer Vielzahl

Abb. 5: Pumpe Nr. 1; Drehzahl 1620 U/min, $N = f(Q)$. Parameter = Güllekonsistenz-Zahl

Abb. 6: Pumpe Nr. 1; Drehzahl 1620 U/min, $\eta = f(Q)$. Parameter = Güllekonsistenz-Zahl

Abb. 7: Pumpe Nr. 7; Drehzahl 540 U/min, $H = f(Q)$. Parameter = Güllekonsistenz-Zahl

Abb. 8: Pumpe Nr. 7; Drehzahl 540 U/min, $N = f(Q)$. Parameter = Güllekonsistenz-Zahl

von Messungen, die ausführlicher in der Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, Heft 3, beschrieben sind⁵⁾.

Literatur:

- ¹⁾ Forster, A.: Vergleichende Untersuchungen über die Flüssigmistmischung in Rinderlaufställen. Dissertation TH München 1967
- ²⁾ Langenegger, G.: Eine Methode zur Bewertung der Pumpfähigkeit von Gülle und Flüssigmist. Landtechn. Forschung 18 (1970), S. 55-61
- ³⁾ Langenegger, G.: Bericht von der 5. Arbeitstagung „Fragen der Güllerei“ in Gumpenstein 1968
- ⁴⁾ Grimm, K. u. G. Langenegger: Measuring Method for Evaluating the Ability to Pump Semi-Liquid and Liquid Manure. In: Livestock Waste Management and Pollution Abatement. ASAE-Publication. Proc 271 St. Joseph, Michigan 1971
- ⁵⁾ Langenegger, G. u. H. D. Zeisig: Die Pumpfähigkeit von Flüssigmist. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, 1975, Heft 3

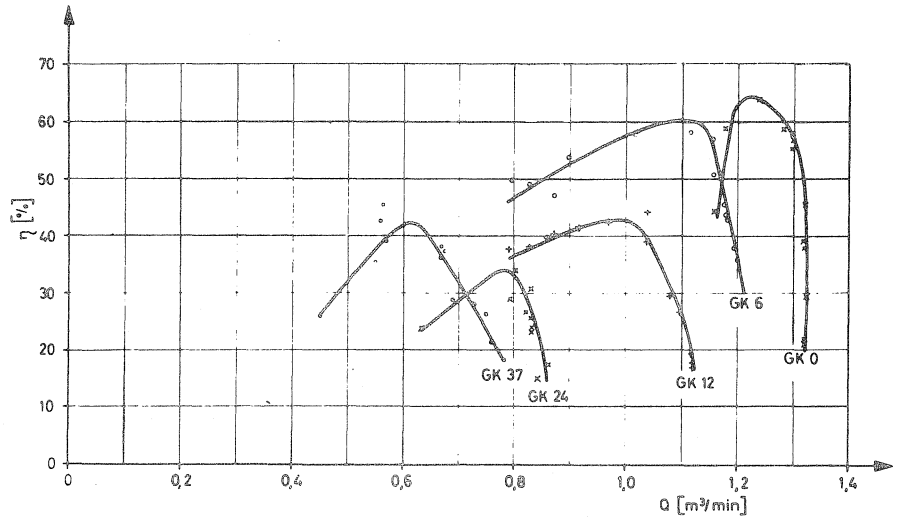


Abb. 9: Pumpe Nr. 7; Drehzahl 540 U/min, $\eta = f(Q)$. Parameter Güllekonsistenz-Zahl

Abgedichtete Erdbecken zur Lagerung von Flüssigmist

Gerhard Englert und Johann Neuhauser, Weihenstephan

Die zunehmende Vergrößerung der Tierbestände in der Landwirtschaft bringt es mit sich, daß die Abfälle aus der Tierhaltung, wie Kot, Harn, Wasser und in geringerem Maße auch Einstreu und Futterreste, als pumpfähiger Flüssigmist in größeren Mengen anfallen. Es ist daher notwendig, ausreichende Lagermöglichkeiten dafür bereitzustellen. Früher gebrauchte man dafür unterirdische Güllegruben, die aber immer mehr durch oberirdische, meist runde Behälter aus Beton, Holz, Stahl oder Kunststoff ersetzt werden. Diese Behälter sind jedoch nicht immer billig. Die Lagerung von

Flüssigmist in sogenannten offenen Lagunen, wie sie in Frankreich, England und vor allem in Italien anzutreffen sind, erscheint daher interessant. Derartige nicht abgedichtete Gruben werden jedoch bei uns bis jetzt wegen Gefährdung des Grundwassers im allgemeinen nicht zugelassen. Das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft hat daher versucht, Klarheit zu schaffen und in Zusammenarbeit mit der Landtechnik Weihenstephan und Herstellerfirmen für Dichtungsbahnen Richtlinien ausgearbeitet. Diese sollen den Baugenehmigungsbehörden als Arbeitsunter-

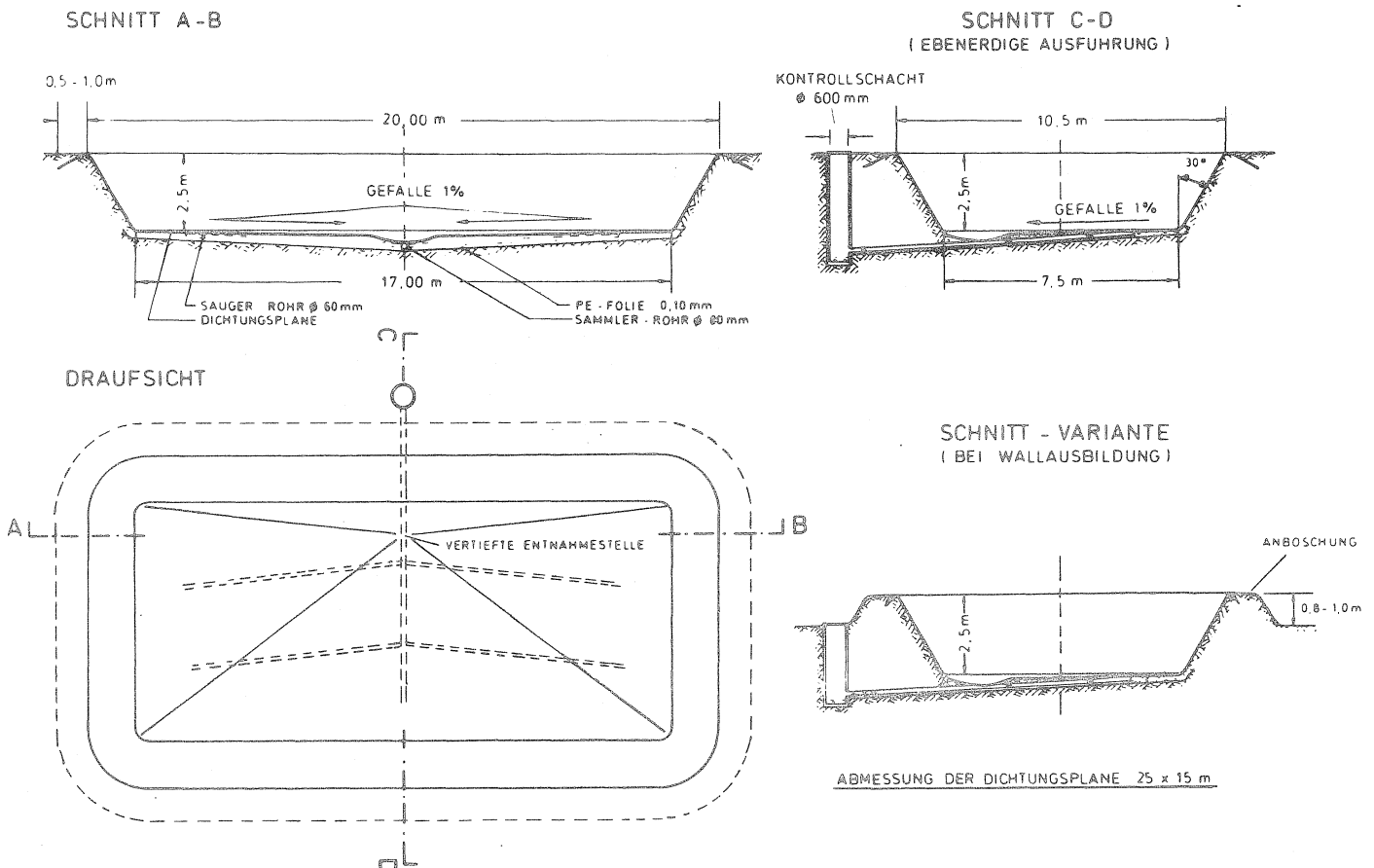


Abb. 1: Anlage eines ausgekleideten Erdbeckens zur Flüssigmist-Lagerung mit Drainage-System als Dichtheitskontrolle, Fassungsvermögen 400 cbm

lage dienen, um entsprechende Bauvorhaben einheitlich bearbeiten zu können. Die Richtlinien sind zunächst nur für den bayerischen Raum gedacht, eine Ausdehnung ihrer Gültigkeit auf das gesamte Bundesgebiet wird jedoch angestrebt.

Behördliche Genehmigung

Die Errichtung von Flüssigmistbehältern unterliegt grundsätzlich der Genehmigung nach dem Baurecht. Die mit Dichtungsbahnen ausgekleideten Erdbecken zur Lagerung von Flüssigmist werden dabei Jauchegruben gleichgesetzt. Diese Anlagen müssen laut Bayerischer Bauordnung insbesondere dichte Böden und in ausreichender Höhe auch dichte Wände aufweisen. Eine Verbindung zu anderen Abwasserbeseitigungsanlagen (Kanalisation) darf nicht bestehen. Vor Erteilung einer Baugenehmigung wird das zuständige Wasserwirtschaftsamt gehört. Die dabei der Beurteilung zugrunde gelegte Richtlinie ist so angelegt, daß eine schädliche Verunreinigung des Grund- und Oberflächenwassers oder eine nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften ausgeschlossen wird. Sie schreibt dementsprechend vor, daß die Erdbecken so anzulegen sind, daß sie im Betrieb nicht undicht werden können. Die Dichtigkeit der Anlage muß also jederzeit kontrollierbar sein. Auch für die Zu- und Ableitungen gelten diese Anforderungen. Im Fassungsbereich und in der engeren Schutzzone von Wasserschutzgebieten sind abgedichtete Erdbecken ausnahmslos verboten.

Standort, Anlage, Abmessungen

Der Wahl des Standortes werden in erster Linie betriebliche Gesichtspunkte zugrunde gelegt. Es darf jedoch ein Abstand von 50 m zu oberirdischen Gewässern nicht unterschritten werden. Die Sohle des Erdbeckens muß über dem mittleren Grundwasserstand liegen, um ein Aufschwimmen der Abdichtplane im ungefüllten Zustand zu vermeiden. In der Praxis haben sich Tiefen von 2,0 bis 2,6 m bewährt (Abb. 1).

Länge und Breite der Grube richten sich vor allem nach der Leistungsfähigkeit der Pumpen. Zur ausreichenden Homogenisierung des Grubeninhaltes sind Grubenbreiten unter 12 m anzuraten. Bei Gruben mit über 20 m Länge empfiehlt sich die Anlage mehrerer Anfahrplätze, die so befestigt sein sollten, daß sie auch mit gefülltem Güllefaß befahren werden können.

Die Geländeverhältnisse und Bodenbeschaffenheit sind ausschlaggebend dafür, ob das Erdbecken voll in den Boden versenkt, niveaugleich mit der Umgebung angelegt oder durch Aufschüttung des Aushubs mit einem Wall versehen wird. In der Mehrzahl der Fälle wird letztgenannte Lösung vorteilhaft sein, vor allem auch dann, wenn steiniger Boden oder hoher Grundwasserstand Erdbewegungen begrenzen.

Auch der Böschungswinkel der Seitenwände ist von der Bodenbeschaffenheit abhängig und richtet sich nach der inneren Reibung des jeweiligen Bodens. Bei lockerem oder frisch aufgeschüttetem Grund empfiehlt sich eine Abschrägung von etwa 30 — 40 Grad, während bindige, feste Böden Böschungswinkel von bis zu 60 Grad zulassen.

Die Bodenfläche wird zur Entnahmestelle hin mit einem Gefälle von 1 — 2 % angelegt.

Zum Ausheben der Grube eignen sich sowohl Radlader als auch Bagger. Bagger sind vor allem bei Anlagen mit größerem Böschungswinkel im Vorteil. Die Oberfläche der ausgeschachteten Grube ist vor dem Einlegen der Dichtungsbahn zu verdichten und sorgfältig zu glätten (Abb. 2). Spitze Steine müssen entfernt werden. Läßt der Boden eine ausreichende Glättung nicht zu, empfiehlt es sich, eine dünne Sandausgleichsschicht aufzubringen.

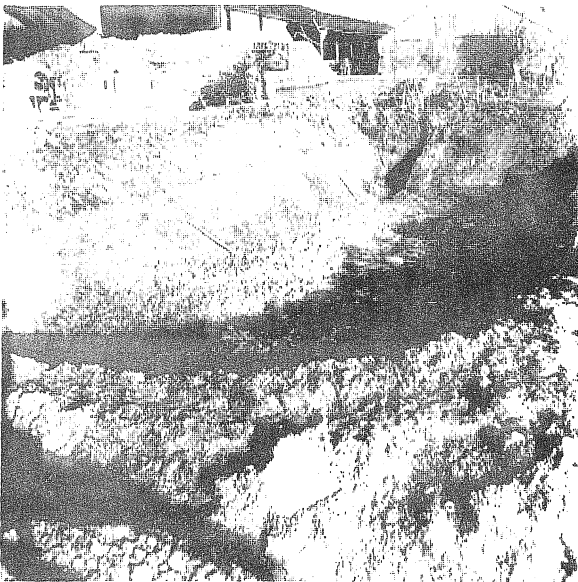


Abb. 2: Nach dem Ausheben der Grube sind Boden und Wände zu glätten. Spitze Steine müssen entfernt werden. Erlaubt die Bodenart keine ausreichende Glättung, ist eine Sandausgleichsschicht notwendig



Abb. 3: Das zur Dichtheitskontrolle meist erforderliche Dränsystem besteht aus einer PE-Grundfolie, ring- und fischgrätenartig ausgelegten Dränröhren und einer Sandschicht



Abb. 4: Quellverschweißen von PVC-Planen

Einbau der Dränschicht

Um die Dichtheit der Grube während des Betriebs ständig kontrollieren zu können, ist ein Dränsystem unter der Dichtungsbahn notwendig (Abb. 3). Dazu werden auf der Bekkensohle eine Polyäthylen (PE)-Folie (z. B. 0,2 mm stark) und darüber Kunststoff-Dränrohre oder auch Dränplatten aus Kunststoff gelegt. Die Dränrohre werden ringförmig oder fischgrätenartig verteilt. Das Verbinden ist durch spezielle Muffen und T-Stücke einfach. Der Abstand der Sauger darf 2,5 m nicht überschreiten. Die Sammelleitung wird in einen dichten Schacht geführt, aus dem bei der Kontrolle die Wasserproben entnommen werden können.

Das Dränsystem wird mit Sand oder Feinkies verfüllt. Bewährt hat sich das Versenken der Dränrohre in der Bodensohle. Auf diese Weise ist es schon mit einer geringen Sandauflage möglich, die Dichtungsbahn satt und schonend aufzubringen.

Das Wasserwirtschaftsamt kann von der Auflage einer Dränung Abstand nehmen, wenn bei der Verletzung der Dichtungsbahn eine Verunreinigung des Grundwassers ausgeschlossen ist.

Abdichtung des Erdbeckens

Zur Abdichtung der Erdbecken sind nur solche Dichtungsplanen geeignet, die eine ausreichende mechanische Festigkeit aufweisen, genügend alterungs- und UV-beständig sind und vom Flüssigmist in ihren wesentlichen Eigenschaften nicht nachteilig verändert werden.

Bewährt haben sich bisher Planen aus Polyvinylchlorid (PVC) und Äthylen-Copolymerisat-Bitumen (ECB), wie zum Beispiel Lucobit, Carbofol. Für PVC ist eine Reißfestigkeit von mindestens 1500 N/cm² und eine Reißdehnung von über 300 % erforderlich. Die entsprechenden Mindestwerte bei ECB sind: 400 N/cm² oder 800 %.

Die erforderliche Dicke der Dichtungsplanen richtet sich nach dem Einsatzort. Bei Standorten ohne nennenswerte Wasservorkommen und mit feinkörnigem, undurchlässigem Boden sind Mindeststärken von 0,6 mm bei PVC und 1,5 mm bei ECB ausreichend. Bei grobkörnigem Untergrund und bei der Gefahr von Grundwasserverunreinigungen sollten mindestens 0,8 mm bei PVC und 2,0 mm bei ECB gewählt werden.

PVC- und ECB-Planen werden in Bahnen von 1,5 — 2,5 m Breite und 25 — 50 m Länge hergestellt. Die zur Auskleidung der Erdbecken erforderlichen Planengrößen erhält man also nur, wenn man diese Bahnen miteinander verbindet. Bei PVC geschieht dies üblicherweise durch Quellschweißung (Abb. 4). Die Bahnen werden dabei mindestens 5 cm überlappt. Das Quellschweißmittel (z. B. Tetrahydrofuran) wird dann mit einem Flachpinsel in die Überlappung eingebracht, wodurch das PVC angelöst und damit klebefähig wird. Mit Sandsäcken wird die überlappte Stelle beschwert, um eine ausreichende, gleichmäßige Verbindung sicherzustellen. Die Endfestigkeit der Schweißnaht wird erst nach mehreren Stunden erreicht. Die Schweißnähte werden zusätzlich mit einer Flüssigfolie abgesichert (Abb. 5). Die Dichtheit der Schweißnaht läßt sich an der Baustelle mit einer Reißnadel kontrollieren.

ECB-Folie kann nur mit Heißluft, und zwar mit Schweißgeräten hoher Heizleistung, verbunden werden. Auch hier ist eine Nahtbreite von 5 cm anzustreben. Mit der Düse des Schweißgerätes wird das ECB an der Überlappung plastifiziert. Der praktisch gleichzeitig über eine Nahtrolle aufgebrachte Druck führt dann zu einer Verschmelzung der beiden Bahnen. Nach Abkühlung ist die Nahtstelle voll belastbar. Bei einer fachgerechten Verbindung tritt aus der Schweißnaht seitlich ein kleiner Materialwulst aus, der eine optische Kontrolle der Dichtheit erlaubt.

ECB-Folie kann sowohl an der Baustelle als auch bei einem Konfektionär verschweißt werden. Verschiedene

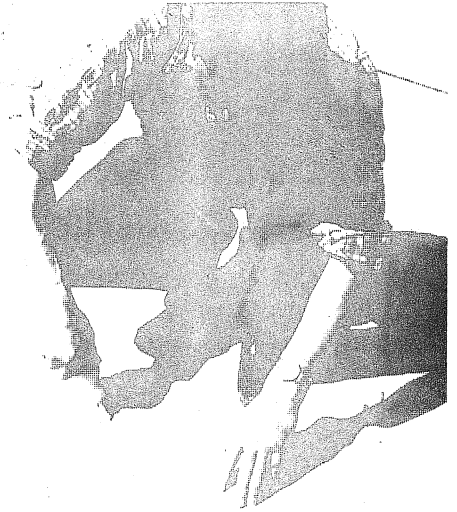


Abb. 5: Abdichten der Schweißnaht bei PVC mit Flüssigfolie



Abb. 6: Die Abdichtplane wird in der Erdgrube aus den Teilstücken zusammengesweißt und muß überall satt aufliegen

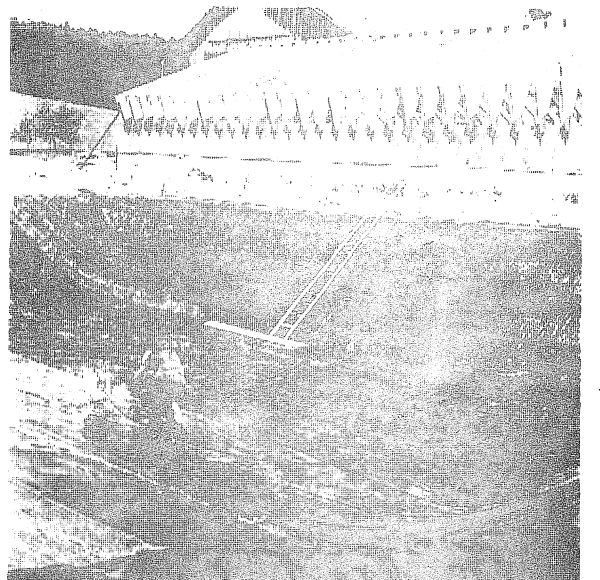


Abb. 7: Die Planen sollten nicht fest verspannt werden. Bewährt hat sich, die überstehenden Planen in einem ringsumlaufenden Graben mit Erde zu beschweren

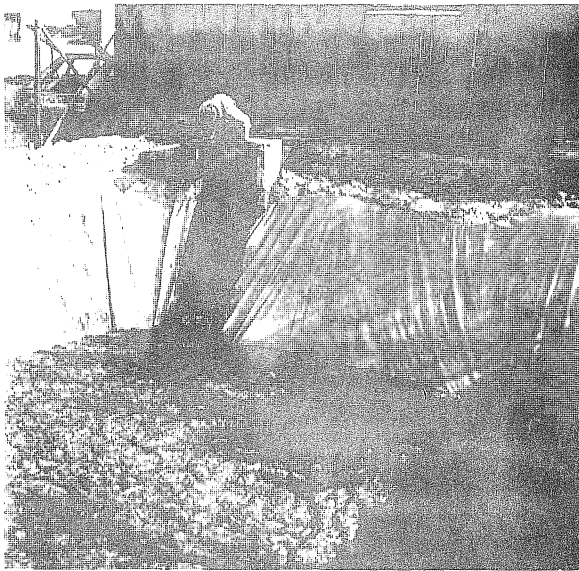


Abb. 8: Bei günstiger Lage zum Stall kann das abgedichtete Erdbecken über Faltschieber oder Fließmistkanäle direkt befüllt werden

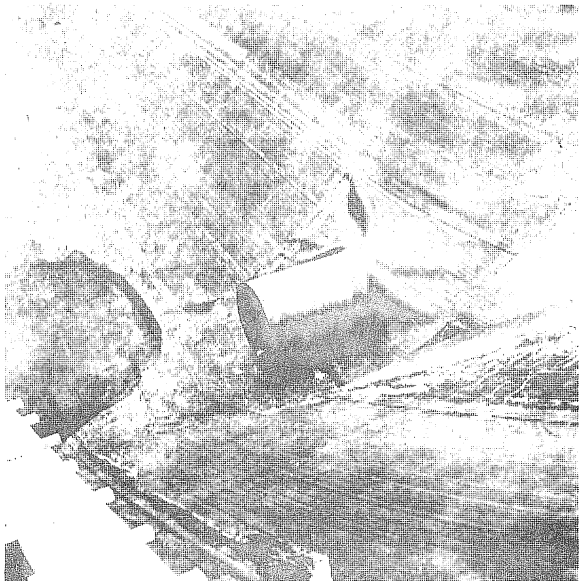


Abb. 9: Geruchsbelästigungen lassen sich vermeiden, wenn die Gülle an der Sohle eingeleitet wird



Abb. 10: Zur Vermeidung von Unfällen ist eine Einzäunung vorgeschrieben

Hersteller (eine Liste der Hersteller und Lieferanten kann angefordert werden beim Landtechnischen Verein, 8050 Freising, Vöttinger Straße 36) bieten als Kundendienst eine Einweisung in das Verschweißen durch einen Lehrverleger an. Geschickte Landwirte können daher die notwendigen Planengrößen auch in Eigenleistung herstellen. Die komplette Vorfertigung der Abdichtplane ist wegen des hohen Planengewichts (1 m² wiegt bei 1 mm Stärke etwa 1,25 kg) meist nicht möglich und auch nicht zu empfehlen. Größere Teilstücke (100 — 150 qm) sollten auf einer ebenen, glatten Fläche hergestellt werden. Das Verschweißen ist hier leichter und sorgfältiger durchzuführen. In der Grube müssen dann nur noch einige Schweißnähte angefertigt werden (Abb. 6).

Die Dichtungsbahn wird so in die Grube eingelegt, daß sie an allen Stellen satt auf dem Untergrund aufliegt. In den Ecken können dünnere Planen ohne Zuschnitt eingeschlagen und, wenn notwendig, an den Falten verschweißt werden. Stärkere Planen werden auf die Grubenform zugeschnitten und anschließend verschweißt. Am oberen Rand sollte die Plane um 0,5 — 0,75 m überstehen (Abb. 7). Sie wird dann ausreichend mit Erde beschwert und so vor dem Abrutschen gesichert. Eine feste Verspannung mit einem umlaufenden Rohr oder Holzbalken hat sich nicht bewährt, da das unvermeidbare Absetzen des Bodens zu einer Überlastung der Dichtungsbahn führt.

Betrieb der Anlage

Die abgedichteten Erdbecken können bei günstiger Lage zum Stall direkt über Faltschieber oder Fließmistkanäle befüllt werden (Abb. 8). Bei Vorschaltung einer massiven Vorgrube wird der Flüssigmist über oberirdische oder in der Erde festverlegte Leitungen in das Speicherbecken gepumpt (Abb. 9).

Zum Homogenisieren und zur Entnahme wird die Pumpe direkt in die Grube eingesetzt. Um Schäden an der Dichtungsbahn zu vermeiden, sollte am Pumpenfuß eine abgerundete Blechwanne oder ein Autoreifen angebracht sein. Die Entnahmestelle kann aber auch mit einer Betonplatte geschützt werden. Ist eine Vorgrube vorhanden, wird diese in der Regel zum Abpumpen und Homogenisieren verwendet.

Die Flüssigmistbecken müssen zur Vermeidung von Unfällen umzäunt werden (Abb. 10). Ein Mindestabstand von 1 m zwischen Beckenrand und Einfriedung erlaubt einen allseitigen Zugang.

Geruchsbelästigung

Trotz ihrer großen Oberfläche führen die abgedichteten Erdbecken, verglichen mit anderen Behälterformen, zu keiner erhöhten Geruchsbelästigung. Bei Rindermist bildet die entstehende Schwimmdecke eine schützende Schicht, bei Schweinegülle können aufgestreutes Häckselstroh oder aber eine dünne Kunststoffolie zum gleichen Effekt führen.

Geruchsbelästigung durch zufließende Gülle kann vermieden werden, wenn diese unter der Schwimmdecke in das Becken eingeleitet wird (Abb. 2).

Kapitalbedarf

Daten aus der Baupraxis und vorläufige Kalkulationen zeigen, daß die abgedichteten Erdbecken zu einem Preis von etwa 19,— DM/cbm errichtet werden können.

Die laufenden Kosten können zur Zeit noch nicht abgeschätzt werden, da endgültige Erfahrungen über die Lebensdauer noch nicht vorhanden sind. Aus der Tatsache, daß bei einer seit sechs Jahren in einer Versuchsgrube eingesetzten PVC-Plane noch keine nennenswerten Qualitätsänderungen festgestellt werden konnten, läßt mit einiger Sicherheit auf eine mindestens zehnjährige Nutzungsdauer schließen.

Wann welches Melkverfahren?

Moderne Melkverfahren und ihre Zuordnung

Der Anteil der Melkarbeiten an den gesamten Stallarbeiten beträgt bis zu 60 Prozent. Beim Übergang von konventionellen auf moderne Melkverfahren können hier wesentliche arbeitswirtschaftliche Verbesserungen erzielt werden:

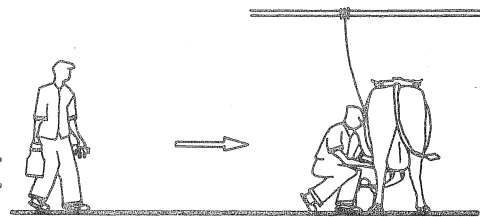
- verbesserte Melkverfahren (z. B. Melkstand)
- Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge

Im folgenden sollen die einzelnen Melkverfahren (I) und die Systeme und Einsatzbereiche der teilautomatisierten Melkzeuge (II) geschildert, sowie eine betriebliche Zuordnung (III) der modernen Melkverfahren getroffen werden.

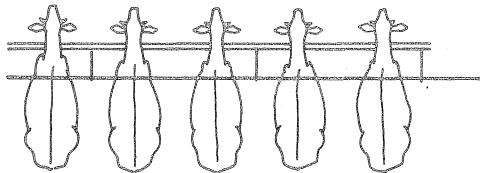
I. Melkverfahren

1. Melken am Stand

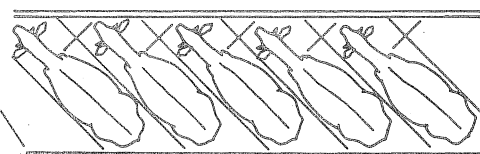
Der Melker geht zur fixierten Kuh (lange Wege, ungünstige Arbeitshaltung).



Anbindestall

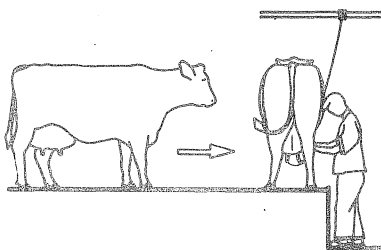


Schwenkbuchtenstall



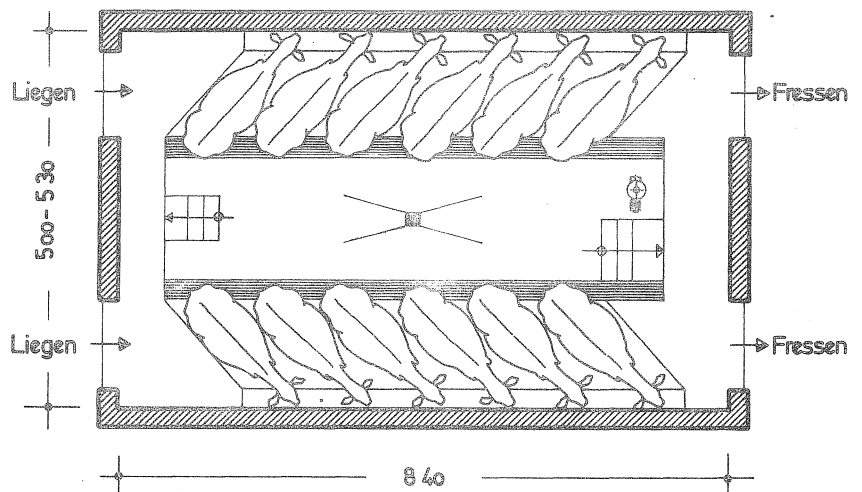
Kühe werden durch Schwenkvorrichtung schräggestellt und eingeeignet.

2. Melkstände



Die Kühe kommen zum Melker (kurze Wege für die Arbeitskraft, günstige Arbeitshaltung, gute Übersicht beim Melken).

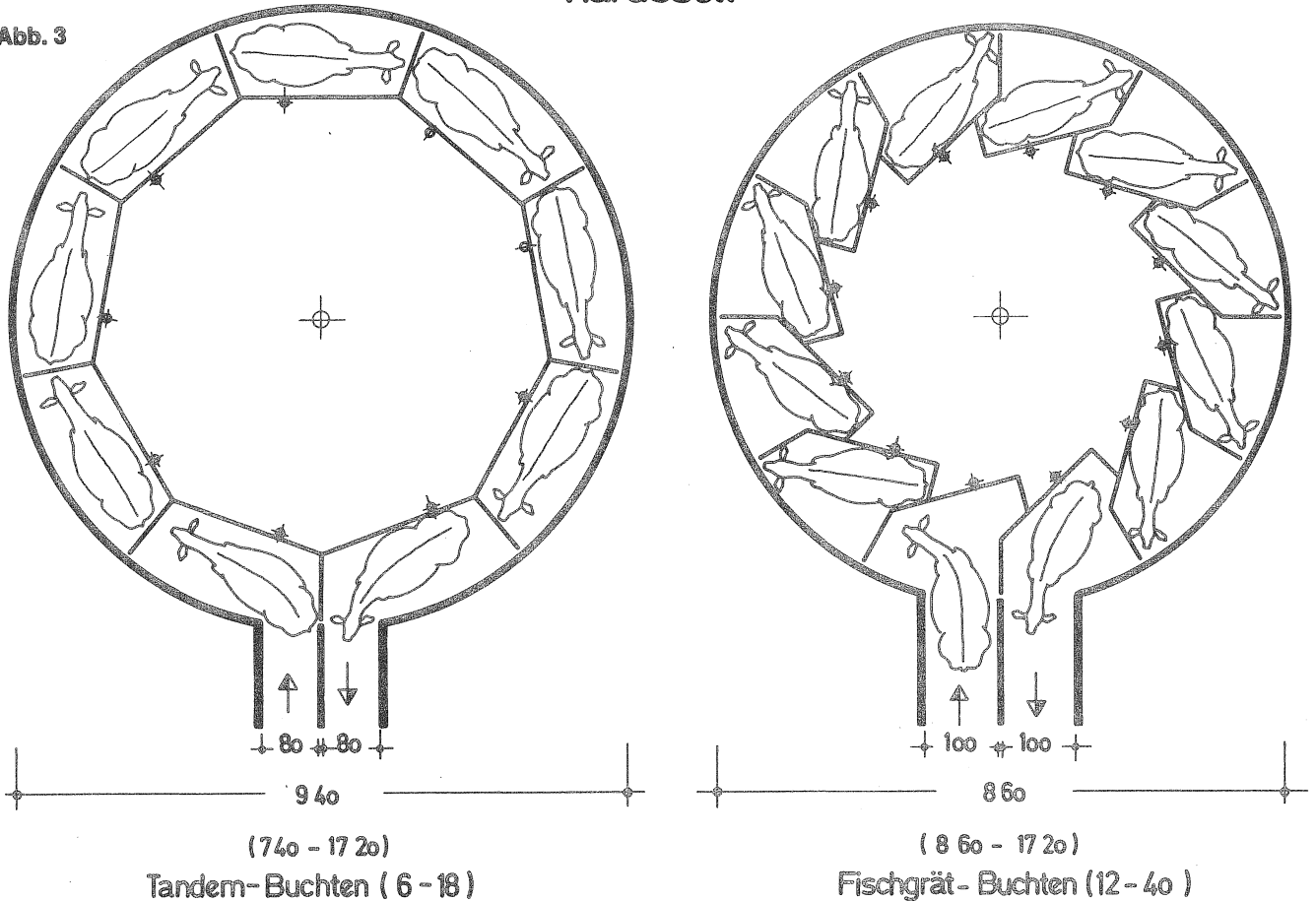
Fischgrätmelkstand



Siehe ALB-Arbeitsblatt „Fischgrätmelkstand“.

Karussell

Abb. 3



Teilautomatisierte Melkzeuge übernehmen einzelne Überwachungs- und Routinearbeiten, die bisher vom Melker durchzuführen waren. Damit wird erreicht:

- a) eine physische Entlastung des Melkers (kurze Wege, schnelle Erledigung der Routinearbeiten),
- b) die Verminderung bzw. Ausschaltung der Blindmelkzeiten, wodurch ein rationeller Arbeitsablauf möglich wird,
- c) gegebenenfalls das Einsparen des Arbeitselementes „Melkzeug abnehmen“.

Dadurch kann eine Arbeitskraft mehr Melkzeuge bedienen und damit beim Melken höhere Arbeitsleistungen erzielen, ohne daß Tiergesundheit, Melkhygiene und Arbeitsqualität beeinträchtigt werden. Der Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge bringt jedoch nur einen zufriedenstellenden arbeitswirtschaftlichen Erfolg bei:

- a) einwandfreiem Zustand der Melkanlage und

Einsatzbereiche teilautomatisierter Melkzeuge

- b) optimaler Arbeitstechnik.

Bei teilautomatisierten Melkzeugen sind zwei verschiedene Systeme zu unterscheiden:

1. Milchflußendabschalter

Sinkt bei den Milchflußendabschaltern gegen Ende des Melkens der Milchfluß unter 200 g/min, leitet ein Geber im Milchschauch nach Unterschreiten der 200-g-Schwelle einen Impuls an ein Steuergerät weiter, das nach einer Verzögerung von ca. 20 Sekunden den Vorgang unterbricht bzw. abschaltet.

- a) Bei den *Abschaltautomaten* wird der Pulsator im Entlastungstakt abgeschaltet. Der Melker kann nach

Beendigung anderer Routinearbeiten die Melkmaschine wieder einschalten und, falls erforderlich, nachmelken oder das Melkzeug sofort abnehmen.

Abschaltautomaten kommt wegen ihres universellen Einsatzes in Anbinde- und Laufställen, wegen der weiterbestehenden Möglichkeit des Nachmelkens und wegen des tragbaren Kapitalaufwandes bei unserer Betriebsstruktur die größte Bedeutung zu. Sie sind im Anbindestall bei 4 bis 5 Melkzeugen je AK, im 2x5- bis 2x6-Fischgrätmelkstand mit 10 bis 12 Melkzeugen je AK und im 8er- bis 9er-Karussellmelkstand einzusetzen.

- b) Bei den *Abnahmeautomaten* wird auf die Möglichkeit des Nachmelkens verzichtet. Durch das verzögerte Gebersignal wird nicht nur der Pulsator abgeschaltet, sondern auch das Vakuum im Milchschauch abgesperrt. Ein durch Vakuum oder Druckluft gesteuerter Abnahmezylinder zieht das Melkzeug mit einer Schnur oder einem Arm ab.

Abnahmeautomaten sind erst ab dem 2x6-, besser 2x8-Fischgrätmelkstand und dem 9er-, besser 12er-Karussell zu empfehlen.

● Diese Abnahmeautomaten setzen jedoch Kühe mit vollständiger Milchabgabe (kein Nachgemelk) voraus.

2. Milchflußgesteuerte Melkanlagen

Hier werden in Abhängigkeit vom Milchfluß das Melkvakuum und die Pulsation verändert. Milchflußgesteuerte Melkanlagen sind aus arbeitswirtschaftlicher Betrachtung mit dem Abschaltautomaten vergleichbar; sie können jedoch aus melkphysiologischer Sicht für die Tiere vorteilhafter sein.

Die Kenndaten des jeweiligen Melkverfahrens, wie technische Ausrü-

stung, Arbeitsleistung und Kapitalbedarf, gehen aus untenstehender Tabelle hervor.

Betriebliche Zuordnung moderner Melkverfahren

Die Auswahl eines Melkverfahrens hängt u. a. von den täglich verfügbaren Arbeitsstunden für das Melken ab. Diese schwanken von zweimal täglich 1,5 Stunden in gemischt bäuerlichen Betrieben, zweimal 3 Stunden täglich im Lohnarbeitsbetrieb bis hin zum Schichtbetrieb mit weitgehender Auslastung. In Abbildung 4 kann das entsprechen-

de Melkverfahren in Abhängigkeit von den täglich verfügbaren Melkzeiten und der Herdengröße abgelesen werden.

Entscheidend für die Auswahl von Melkverfahren sind jedoch die Gesamtkosten eines Arbeitsverfahrens. Sie umfassen die Arbeitskosten, die Maschinenkosten und die Gebäudekosten. Diese Gesamtkosten der Arbeitserledigung je Kuh und Jahr sind in Abhängigkeit von der Herdengröße bei Arbeitserledigung mit konventionellen bzw. mit teilautomatisierten Melkzeugen wiedergegeben.

Beim Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge kann auch im Anbindestall mit verhältnismäßig geringen Mitteln eine wesentliche Steigerung der Arbeitsleistung erreicht werden. Die Grenze der Rentabilität zwi-

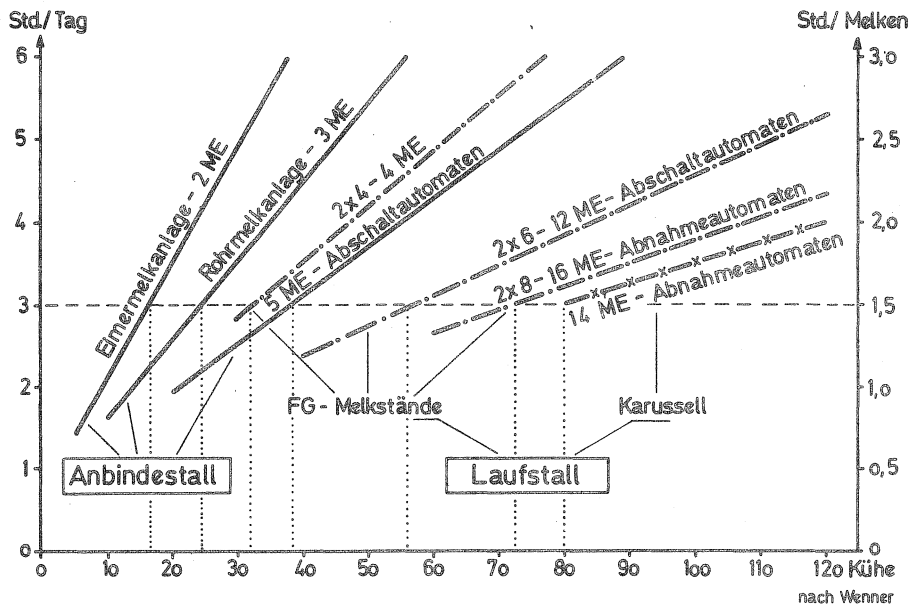
Kenndaten der Melkverfahren

Melkanlage	technische Ausrüstung	Buchtenzahl	Melkzeug/AK	Wege/Kuh u. Melkzeit	Kühe/Std. Durchschn. (von bis)	zusätzl. Raumbed. m ³	Kapitalbedarf	
							Gebäude 150.-DM/m ³	technische Einrichtung*
Anbindestall	Eimer-Rohr-melkanlage	2 Eimer	2	20	14 (12—16)			4 000,—
	konv. Melkzeuge		3	17	22 (16—28)			12 000,—
	Abschaltautom.		4—5	15	32 (25—38)			16 000,—
	Schwenkbuchtenstall	Abschaltautom.	4—5	14	34 (28—40)			16 000,—
Fischgrätmelkstand	konv. Melkzeuge	2 x 4	4	8	32 (24—36)	80	12 000,—	24 000,—
	Abschaltautom.	2 x 4	8	7	38 (28—44)	80	12 000,—	26 000,—
	Abschaltautom.	2 x 5	10	6	48 (38—52)	92	14 000,—	34 000,—
	Abschaltautom.	2 x 6	12	6	55 (45—60)	105	16 000,—	45 000,—
	Abschaltautom.	2 x 8	16	4	70 (58—75)	130	20 000,—	55 000,—
Karussell	Tandem	konv. Melkzeuge	6	6	6 (32—46)	100	15 000,—	45 000,—
	Tandem	Abschaltautom.	9	9	58 (46—64)	175	27 000,—	60 000,—
	Fischgr.	Abschaltautom.	12	12	70 (58—76)	270	41 000,—	80 000,—
	Fischgr.	Abnahmeautom.	14	14	2 (66—84)	370	56 000,—	90 000,—

* Der Kapitalbedarf für die technische Einrichtung setzt sich zusammen aus Melkstand mit Kraftfutterautomaten und Melkeinrichtung einschließlich Montage und Mehrwertsteuer.

Täglicher Arbeitszeitbedarf für den maschinellen Milchentzug (einschließlich Rüstarbeiten)

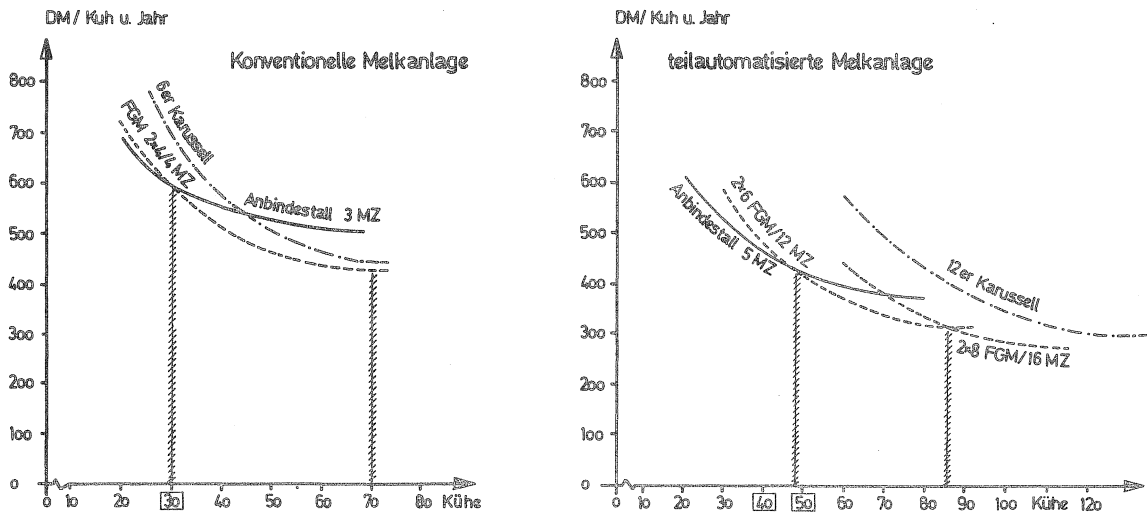
Abb. 4



Kosten der Arbeitserledigung für das Melken

(15 DM/Std.; 20% Masch.; 10% Gebäude ohne Milchlagerung)

Abb. 5



schen Anbinde- und Laufstall verschiebt sich von 25 bis 30 auf 40 bis 50 Kühe. Erst in diesen Bestandsgrößen ist der mit teilautomatisierten Melkzeugen ausgestattete 2x6-Fischgrätmelkstand den verbesserten Melkverfahren im Anbindestall überlegen. Der 2x8-FGM wird in Herden zwischen 80 und 90 Kühen ökonomisch interessant. Das arbeitswirtschaftlich sinnvolle Melkarussell mit 12 Buchten erfordert Herden ab 120 Kühe.

Damit ist folgende allgemeine Zuordnung moderner Melkverfahren gegeben:

1. Bei vorhandenen Anbindeställen ermöglichen Milchflußendabschalter

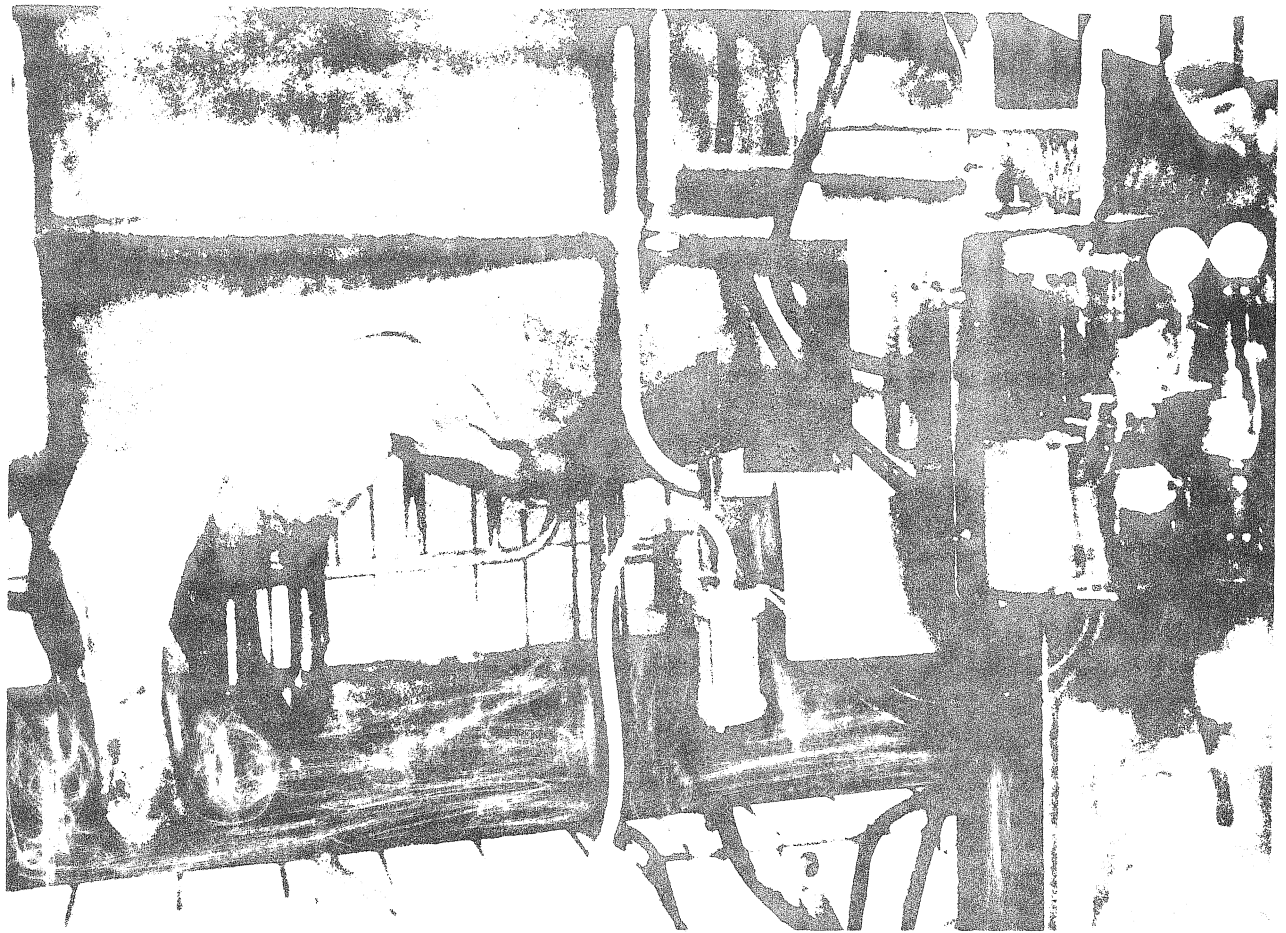
eine billige und kostengünstige arbeitswirtschaftliche Sanierung, die in Herden bis zu 50 Kühen zu empfehlen ist.

2. Betriebe, die neu bauen und sich auf Milchviehhaltung spezialisieren, sollten über einen *erweiterungsfähigen Freß- oder Liegeboxenstall mit Melkstand* verfügen, dessen Größe und Form sich nach der Finanzierung und den täglichen Zeitspannen für die Melkarbeit richtet.

Die unterste Grenze liegt beim 2x5-Fischgrätmelkstand mit 10 Abschaltautomaten. Bei langfristiger Planung mit einer Bestandsausweitung ist der 2x6-Fischgrätmelk-

stand mit 12 Abschaltautomaten bzw. Abnahmeautomaten als optimale Größe anzusehen.

3. Die *automatische Melkzeugabnahme* vermeidet als einzige technische Lösung das Blindmelken und den Vakuumeinfluß auf die Zitze nach Ende des Milchflusses. Sie setzt jedoch voraus, daß die Kühe die Milch vollständig abgeben und nicht nachgemolken werden. Sie erfordert aber, um effektiv arbeiten zu können, Fischgrätmelkstände mit 2x6-, besser 2x8-Buchten oder Karussellmelkstände mit mindestens 9, besser 12 Buchten und damit sehr große Herden.



Versuchsmelkstand mit programmgesteuerter Melkanlage

Aus dem Institut für Landtechnik der Technischen Universität München, Weihenstephan.
Direktor: Prof. Dr. H. L. Wenner

Tendenzen arbeitswirtschaftlicher Verbesserungen beim maschinellen Milchentzug

Prof. Dr. H. L. Wenner und Dr. H. Schön

Während der Arbeitszeitbedarf in fast allen Bereichen der landw. Produktion durch hochmechanisierte Verfahren erheblich vermindert werden konnte, verbleibt die Milchproduktion mit einem hohen und inzwischen nicht mehr tragbaren Zeitaufwand verbunden (Abb. 1). Im weitverbreiteten Anbindestall mit Eimermelkanlage müssen je Kuh und Jahr etwa 100 Stunden aufgewendet werden. Durch strohlose Aufstallung und beim Einsatz einer Rohrmelkanlage mit 3 Melk-

einheiten kann dieser Aufwand auf 70 Stunden je Kuh und Jahr gesenkt werden; im modernen Laufstall mit Fischgrätenmelkstand sogar auf 50 Stunden je Kuh und Jahr. Diese Zeitersparnis ist weniger auf verbesserte Stallformen, als vielmehr auf arbeitswirtschaftlich leistungsfähige Melkverfahren zurückzuführen. Dieser Stand der Arbeitsproduktivität wird aber von vielen Ökonomen für die weitere Zukunft als nicht ausreichend erachtet. So soll bei vorhandenen

abgeschriebenen Gebäuden, dies sind in der Regel Anbindeställe, die Milchproduktion mit einem Arbeitszeitaufwand von etwa 50 AKh**)/Kuh und Jahr angestrebt werden. Bei Neubauten mit dem Zwang zur vollen Abschreibung der getätigten Investitionen wird der Landtechnik sogar die Forderung gestellt, Produktionsverfah-

***) AKh = Arbeitszeitstunde: Eine in der Landwirtschaft übliche Dimension eines Planzeitwertes bei normaler Arbeiterleistung.

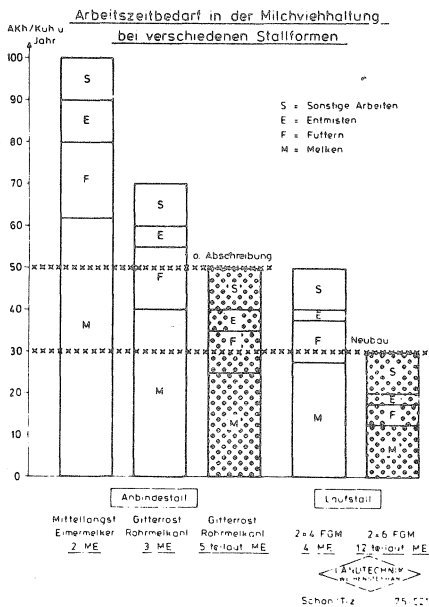


Abb. 1: Arbeitszeitbedarf in der Milchviehhaltung bei verschiedenen Stallformen.

ren mit weniger als 30 AKh/Kuh und Jahr zu entwickeln. Dieser niedrige Arbeitszeitaufwand ist nur dann zu erreichen, wenn es sowohl im Anbinde- als auch im Laufstall gelingt, die Melkarbeiten arbeitswirtschaftlich zu verbessern; denn diese beanspruchen etwa zwei Drittel der gesamten Stallarbeiten.

Ansätze arbeitswirtschaftlicher Verbesserungen

Die bisherigen Bemühungen um arbeitswirtschaftliche Verbesserungen beim Melken hatten eine schnelle Milchabgabe zum Ziel (Schnellmelker; Züchtung auf hohe Melkgeschwindigkeit). Steigende Milchleistung und milchhygienische Einschränkungen verhinderten den erwünschten Erfolg. Derzeit scheint es aussichtsreicher, vom gegebenen Maschinenhauptgemelk auszugehen, aber zu versuchen, in dieser Zeitspanne gleichzeitig mehrere Melkzeuge zu bedienen. So zeigten zahlreiche Arbeitsanalysen in der Praxis (Abb. 2), daß mit steigender Anzahl von Melkeinheiten, die von einer Arbeitskraft gleichzeitig bedient werden, der Zeitaufwand für das Melken erheblich gesenkt wird, insbesondere dann, wenn es gleichzeitig gelingt, die Routinearbeiten zu verkürzen.

Bei den Routinearbeiten fällt vor allem das Nachgemelk mit bis zu 50% Anteil ins Gewicht. Eine verzögerte Milchabgabe hat züchteri-

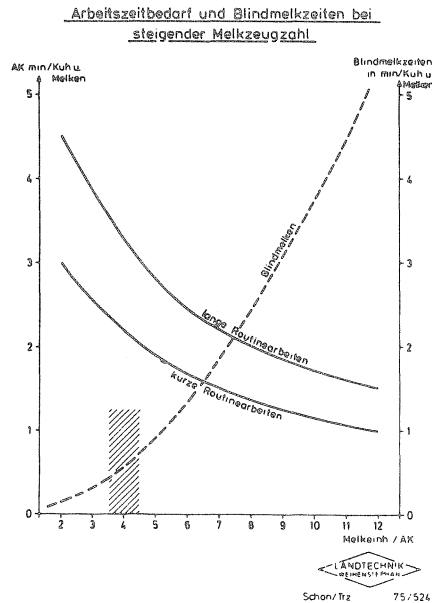


Abb. 2: Arbeitszeitbedarf und Blindmelkzeiten bei steigender Melkzeugzahl.

sche, arbeitstechnische, vor allem aber technische Ursachen, wobei konstante Puls- und Vakuumverhältnisse für einen vollständigen maschinellen Milchentzug von besonderer Bedeutung sind.

Unkonstante Vakuumapplikation verändert nicht nur das Melkvakuum, sondern beeinträchtigt zwangsläufig die Druckdifferenz zwischen Melkbecherinnen- und Melkbecherzwischenraum, wodurch sich das Saug-Entlastungsverhältnis laufend verändert (Abb. 3). Ausreichend dimensionierte und den neuesten technischen Anforderungen entsprechende Melkanla-

Zusammenhang zwischen Vakuumschwankungen und Pulsationsänderungen

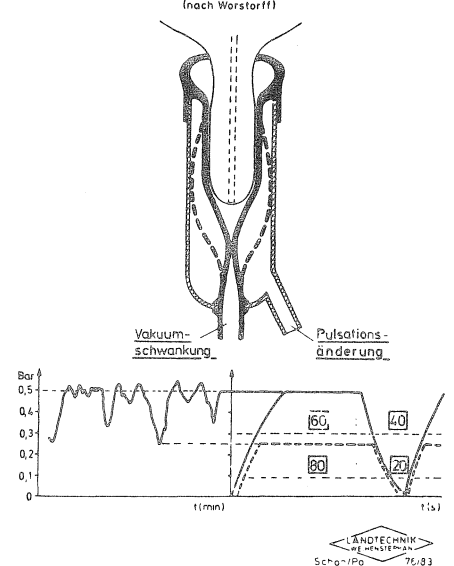


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Vakuumschwankungen und Pulsationsänderungen nach Worstorff (1976).

gen (Abb. 4) können die unregelmäßigen Vakuumschwankungen einschränken und damit auch eine verbesserte Milchabgabe bewirken.

Aber auch die Verkürzung der für jeden Melkvorgang zurückzulegen den Arbeitswege trägt zur Beschleunigung der Routinearbeiten bei. In dieser Hinsicht schneidet der Anbindestall mit einem durchschnittlichen Arbeitsweg von 15 bis 17 m je Kuh und Melkvorgang sehr ungünstig ab, während die Arbeitsperson beim Melkkarussell sogar nur 3 bis 5 m im Durchschnitt je Kuh zurücklegen muß. Schließlich wird die Arbeitsleistung erheblich

Die wichtigsten Anforderungen an Rohrmelkanlagen

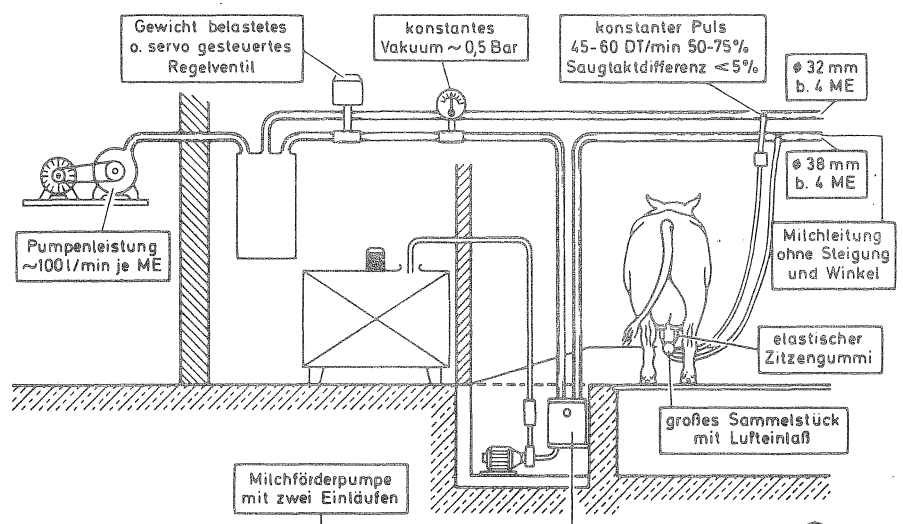


Abb. 4: Die wichtigsten Anforderungen an Rohrmelkanlagen.

beeinflusst durch die körperliche Beanspruchung; auch hier bietet der Melkstand infolge aufrechter Körperhaltung der Arbeitsperson günstigere Voraussetzungen als der Anbindestall.

Eine größere Zahl von Melkeinheiten je Arbeitskraft stößt aber bei der derzeitigen Melktechnik sehr schnell an Grenzen der Arbeitsüberlastung und Eutergesundheit. Bei einer größeren Zahl von Melkeinheiten ist nämlich die Arbeitskraft nicht mehr in der Lage, rechtzeitig die Melkzeuge nach Ende des Milchflusses abzunehmen. Es kommt zu erheblichen Blindmelkzeiten, die nach allgemeiner Ansicht einen äußerst ungünstigen Einfluß auf die Eutergesundheit haben.

Teilautomatisierte Melkzeuge

Deshalb kam der Entwicklung teilautomatisierter Melkanlagen, die weitgehend Blindmelkzeiten vermeiden, besondere Bedeutung zu (Abb. 5). Der erste Schritt sind Milchflußanzeiger, die der Melkperson eindeutig das Milchfließende mit weniger als 200 g/min signalisieren. Dies geschieht durch gut sichtbare Zeigerstellung an einem

Entwicklungsstufen teilautomatisierter Melkzeuge

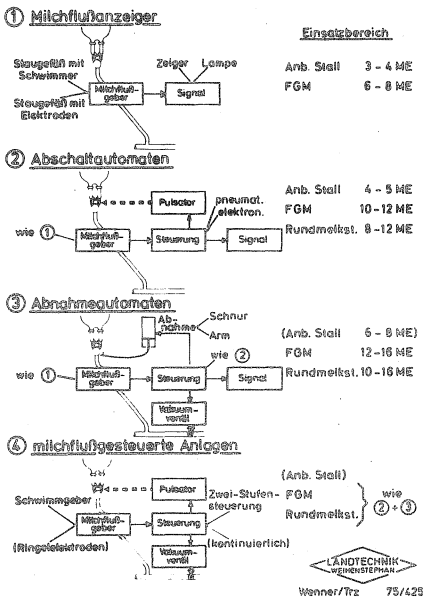


Abb. 5: Entwicklungsstufen teilautomatisierter Melkzeuge.

Schwimmergehäuse bzw. durch eine Signallampe, die von einem Elektrodenmesswertgeber gesteuert wird (Abb. 5).

Aufgrund dieser verbesserten An-

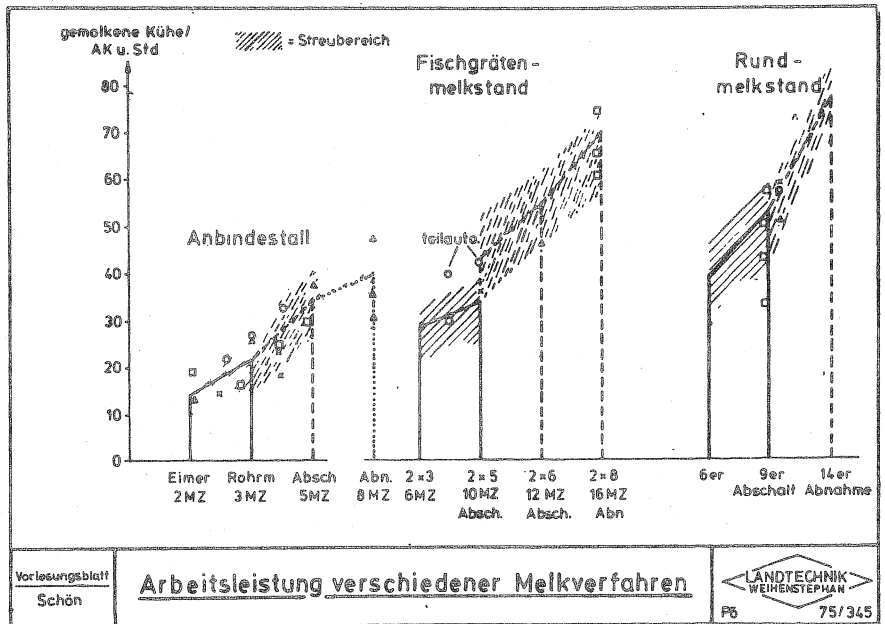


Abb. 6: Arbeitsleistung verschiedener Melkverfahren.

zeige des Milchflusses kann die Arbeitsperson im Anbindestall 3 bis 4 Melkzeuge ohne Nachteile betreuen, im Fischgrätenmelkstand 6 bis 8.

Die nächst höhere Technisierungsstufe führt bereits zur Teilautomation des Melkvorganges; der Milchflußgeber als Staugefäß mit Schwimmer oder mit Elektroden gibt bei Milchfließende einen Impuls, der über eine pneumatische oder elektronische Steuerung die Pulsation abschaltet, und zwar im Entlastungstakt. Dabei verbleibt das Melkzeug bis zum Nachmelkvorgang am Euter, und durch einen Handschalter kann die Pulsation wieder in Gang gebracht werden. Diese Abschaltautomaten erlauben eine gleichförmige Arbeitserledigung, ohne auf die unterschiedlich langen Milchflußzeiten der einzelnen Tiere Rücksicht nehmen zu müssen. Die Folge ist, daß eine Arbeitsperson im Anbindestall 4 bis 5 Melkeinheiten gleichzeitig bedienen kann, und daß in Melkständen 10 bis 12 Melkzeuge je AK ohne euterhygienische Nachteile einsetzbar werden. Die weitergehende Entwicklungsstufe zur vollautomatischen Abnahme der Melkzeuge nach dem Milchfließende mit Hilfe von Abnahmeautomaten läßt sich nur beim Verzicht auf das Nachmelken verwirklichen und bisher nur sinnvoll in Melkständen oder Karussellen einbauen. Denn ausgelöst wiederum vom Milchflußgeber werden nun über das Steuergerät Vakuum und Pulsation

abgeschaltet sowie gleichzeitig mit Hilfe einer Schnur oder eines Gelenkarmes, die pneumatisch mit einem Hubzylinder betätigt werden, die Melkzeuge vom Euter abgenommen und zur Seite geschwenkt. Derartige Abnahmeautomaten erscheinen jedoch nur in größeren Fischgrätenmelkständen ab 2 x 6 Buchten mit 12 MZ oder in Rundmelkständen ab 9 Buchten sinnvoll, sie erlauben aber die gleichzeitige Betreuung bis zu 16 Melkzeugen.

Der weitere Ausbau zur milchflußgesteuerten Melkanlage ist bisher nur in zwei Vakuumstufen realisiert. Hier wird in Abhängigkeit vom Milchfluß zu Beginn und am Ende des Melkens mit einer „Schonstufe“ gemolken, die vor allem zu einem besseren maschinellen Ausmelken führen soll. Nur während des Hauptmelkens wirkt die volle Vakuumhöhe.

Arbeitswirtschaftliche Effekte teilautomatisierter Melkeinheiten

Mit diesen teilautomatisierten Geräten ist es möglich, sowohl im Anbinde- als auch im Laufstall die Zahl der Melkeinheiten zu verdoppeln und damit auch die Arbeitsleistung zu steigern, ohne daß negative Auswirkungen auf die Eutergesundheit zu befürchten sind. Abbildung 6 zeigt die arbeitswirtschaftlichen Ergebnisse mehrerer Umstellungsversuche mit teilautomatisierten Melkeinheiten. Im Anbindestall ist bei konventio-

nellen Melkanlagen eine stündliche Arbeitsleistung von 5—20 Kühen möglich. Durch den Einsatz von Abschaltautomaten kann eine Arbeitskraft bis zu 5 Melkeinheiten gleichzeitig bedienen, wodurch Arbeitsleistungen von 30—40 Kühen/AKh möglich werden, also Arbeitsleistungen, die im Bereich des konventionellen Fischgrätenmelkstandes liegen. Damit sind Anbindeställe auch im Kostenbereich für Herden von 40—50 Kühen nach wie vor interessant.

Im **Fischgrätenmelkstand** sind bereits bei konventionellen Melkeinheiten durchschnittliche Arbeitsleistungen von etwa 30 Kühen möglich. Dabei ist jedoch eine große Streuung der Arbeitsleistung zwischen 30—40 Kühen/AKh zu beobachten. Beim Einsatz teilautomatisierter Melkeinheiten kann die durchschnittliche Arbeitsleistung im 2 x 6 auf 58 und im 2 x 8 Fischgrätenmelkstand auf 70 Kühe/AKh gesteigert werden, wobei Spitzenleistungen von 75—80 Kühe/AKh möglich sind. Dies setzt allerdings automatische Nachtreibhilfen voraus. Noch größere Fischgrätenmelkstände bringen wegen der Schwierigkeiten beim Gruppenwechsel und der zunehmenden Streuung der Milchflußzeiten sowie durch die Überforderung der Arbeitskräfte keinen zusätzlichen arbeitswirtschaftlichen Effekt.

Günstigere Arbeitsbedingungen bietet hier der **Karussellmelkstand**. Höhere Arbeitsleistungen sind aber bei den derzeit häufig noch in

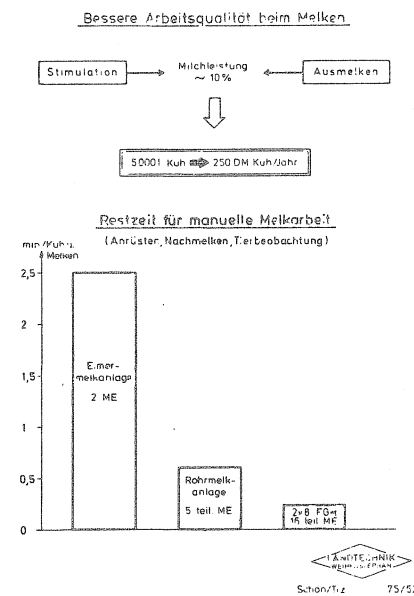


Abb. 7: Bessere Arbeitsqualität beim Melken.

Techn. Ansätze zur Verbesserung der Arbeitsqualität beim Melken

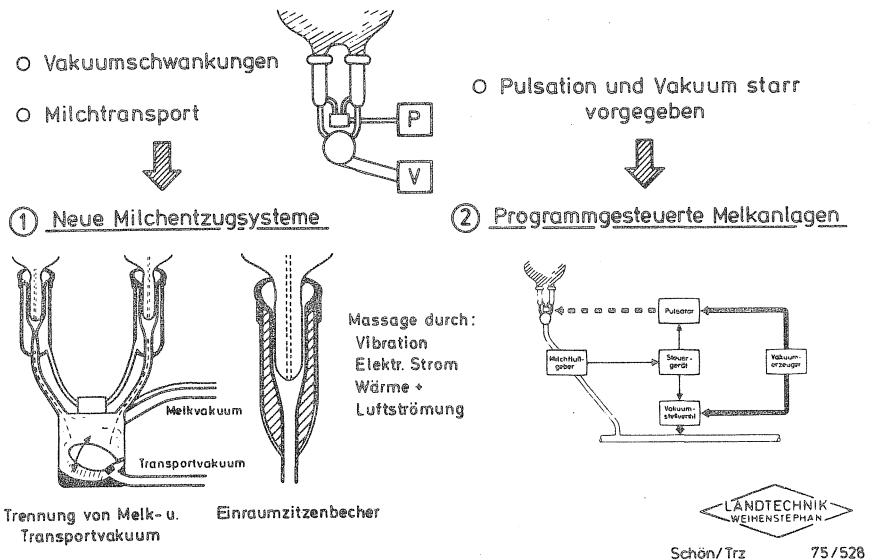


Abb. 8: Techn. Ansätze zur Verbesserung der Arbeitsqualität beim Melken.

der Praxis verbreiteten 6er-Karussellmelkständen nicht zu erzielen. In Verbindung mit teilautomatisierten Melkeinheiten wird diese Melkstandform erst ab dem 9er-, besser ab dem 12er-Karussell interessant. Im 12er-Karussell sind Spitzenleistungen bis zu 80, im 14er- bis zu 90 Kühen pro AKh realisierbar. Die höheren Kapitalaufwendungen für diese Melkstände erfordern aber Herden mit mehr als 100 Kühe.

In spezialisierten bäuerlichen Milchviehbetrieben ab 50 Kühe dürfte deshalb der größere Fischgrätenmelkstand mit teilautomatisierten Melkeinheiten zukünftig als Standardlösung anzusehen sein.

Durch diese verbesserten Melkverfahren (A b b. 4) wird es möglich, den Arbeitszeitbedarf für die Milchviehhaltung sowohl im Anbindestall als auch im Laufstall mit Melkstand weiter zu senken. So kann bei strohloser Kurzstandaufstallung mit 5 teilautomatisierten Melkeinheiten und einer einfachen Fütterungsmechanisierung für die Kuhbetreuung mit 50 Std./Jahr gerechnet werden, im Laufstall mit größerem Fischgrätenmelkstand und vollmechanisierter Fütterung genügen sogar 30 Stunden pro Kuh und Jahr. Damit sind die eingangs gestellten arbeitswirtschaftlichen Anforderungen zu erfüllen; arbeitswirtschaftliche Bedingungen, die auch in weiterer Zukunft ausreichen dürften.

Verbesserungen der Arbeitsqualität beim Melken

Mit dieser weitgehenden Lösung der arbeitswirtschaftlichen Probleme tritt nun aber die Verbesserung der Arbeitsqualität beim Melken in nächster Zukunft in den Vordergrund (A b b. 7).

Nach Angaben verschiedener Autoren kann durch eine bessere Arbeitsausführung, vor allem bei der Stimulation vor und während des Melkens, und durch ein sorgfältiges Ausmelken die Milchleistung in der Größenordnung von 10 % beeinflusst werden; bei einer 5000-l-Kuh sind dies 250 DM/Kuh und Jahr. Dem steht aber gegenüber, daß durch moderne leistungsfähige Melkverfahren die Zeitspanne, die der Arbeitskraft für solche manuellen, tierindividuellen Arbeiten verbleibt, immer mehr eingeengt wird. So hatte der Melker bei einer Eimermelkanlage mit 2 Melkeinheiten noch 2 1/2 Minuten je Kuh für Anrüsten, Nachmelken und für die Tierbeobachtung Zeit. Bei einer Rohrmelkanlage mit 5 teilautomatisierten Melkeinheiten sind es aber nur mehr 1/2 Minute und bei 16 Abnahmeautomaten im 2 x 8 Fischgrätenmelkstand weniger als 1/4 Minute.

In Zukunft wird es deshalb erforderlich sein, durch eine optimale Melktechnik und eine Anpassung der Maschine an die physiologischen Bedingungen des Tieres vie-

le dieser Arbeiten einzusparen oder der Maschine zu übertragen, um auch bei einer hohen Melkleistung eine bessere Arbeitsqualität zu erzielen.

Dazu bietet die derzeitige Melkmaschinenteknik zwei Ansatzpunkte (Abb. 8). Bedingt durch die „Pumpcharakteristik“ unserer Zweiraumbecher sowie die Kopplung von Melk- und Transportvakuum weisen alle Melkanlagen verhältnismäßig große Vakuumschwankungen und damit auch eine unregelmäßige Pulsierung auf. Dies ist mit die Ursache für einen unvollständigen Milchentzug.

Dieses Problem versucht man bei herkömmlichen Zweiraumbechern durch ein getrenntes Melk- und Transportvakuum zu lösen, wie z. B. durch die Milchabscheidung im Sammelstück statt in der Endeinheit. Die Vakuumschwankungen können dadurch vermindert, aber wahrscheinlich nicht ganz beseitigt werden. Dies ist nur durch ein neues Melksystem möglich, wie beispielsweise durch den Einraumbecher, der keine Pulsation mehr kennt. Diese soll durch eine Massage, sei es durch Vibration, elektrischen Strom oder durch Wärme und Luftströmung, ersetzt werden.

Der zweite technische Ansatz zur Verbesserung des Milchentzuges betrifft die individuelle Anpassung der Melkparameter an das Melkgeschehen. Dies ist mit programmgesteuerten Melkanlagen möglich. Hier wird über einen Geber der Milchfluß abgetastet, und in Verbindung mit einem vorgegebenen

Programm werden Pulszahl, Pulsverhältnis und Vakuumhöhe kontinuierlich gesteuert. Damit wird eine individuelle Anpassung der Melktechnik an das Einzeltier erreicht. Für eine solche Steuerung sind aber spezielle Programme für die verschiedenen Melkphasen notwendig.

Diese komplexen Aufgaben sind nur in Kooperation verschiedener Disziplinen zu lösen. Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches „Produktionstechniken der Rinderhaltung“ an der TU München arbeiten Physiologen, Milchwissenschaftler und Landtechniker daran, neue Melksysteme zu entwickeln und in systematischen Untersuchungen die optimalen Melkbedingungen zu ermitteln. In Abbildung 8 ist als Beispiel dieser Untersuchungen der Einfluß unterschiedlicher Vakuumapplikation auf die Milchabgabe und auf das für die Milchabgabe entscheidende Hormon Oxytocin dargestellt. Die Ergebnisse dieser biotechnischen Untersuchungen fließen in neu entwickelte, programmgesteuerte Melkanlagen ein, wovon bereits ein pneumatisch gesteuerter und ein elektronisch gesteuerter Typ entwickelt wurden.

Von diesen Melkanlagen ist zu hoffen, daß, nachdem die arbeitswirtschaftliche Seite des Milchentzuges einer Lösung nähergebracht wurde, auch die Arbeitsqualität beim Melken verbessert wird und damit die Voraussetzungen für hohe Tierleistungen und hohe Milchqualität geschaffen werden. (BL 04)

Literatur:

Pen, C. L., Schön, H., Semmler, K. O.: Entwicklung und Anwendung teilautomatisierter Melkzeuge. Grundlagen der Landtechnik 23, H. 1, S. 18—22 (1973).

Reuschenbach, H.: Entwicklung milchflußgesteuerter Melkanlagen mit pneumatischen Systemen. Schriftenreihe der Landtechnik. Weihenstephan, H. 8, S. 4—11 (1974).

Schams, D., Reinhardt, V., Andrae, V., Karg, H.: Der Einfluß von TRH auf Prolaktinfreisetzung und Laktation beim Rind. Acta endocrin. 184, S. 11 (1974).

Schön, H., Pen, C.-L., Weber, W., Freiberger, F.: Arbeitsverfahren des Melkens. RKL-Kartei für Rationalisierung. April/Mai 1975, S. 127—226.

Schön, H., Freiberger, F.: Einsatz teilautomatisierter Melkanlagen in der Praxis. Landtechnik 1976 (im Druck).

Tolle, A., Hamann, J.: Milking without pulsation by means of a jacluted air flow cushion in single-chamber teat cups (PME-System). IOF-Seminar on the Control of Mastitis. NIRD Reading, 7.—10. April 1975.

Wehowski, G., Tröger, F., Lohr, H., Frommhold, W.: Über die Automatisierung des Arbeitsganges. Stimulieren zur Auslösung des Milchejektionsreflexes beim maschinellen Melken. Monatshefte für Veterinärmedizin 29, H. 15, S. 581—586 (1974).

Wenner, H.-L.: Melken — noch ein arbeitswirtschaftliches Problem? Von der Milch auch morgen leben — DLG-Archiv 57, S. 71—87, Frankfurt 1976.

Worstorff, H., Stanzel, H.: Untersuchungen zur Bewegung des Zitzen-gummis in Abhängigkeit vom Einfalldruck, Pulsogramm und Vakuumhöhe in Melkanlagen. Grundlagen der Landtechnik 1976 (im Druck).

Der Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge in der Praxis

Von H. Schön und F. Freiberger, Freising – Weihenstephan

Die Melkarbeiten beanspruchen etwa zwei Drittel der gesamten Arbeiten im Kuhstall. Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen bei der Milchviehhaltung müssen deshalb vorrangig bei der Milchgewinnung ansetzen. In zahlreichen Analysen in der Praxis konnten Ansätze zur arbeitswirtschaftlichen Verbesserung der Melkarbeiten gefunden werden (Abb. 1). So zeigte sich, daß mit steigender Anzahl von Melkeinheiten, die von einer Arbeitskraft gleichzeitig bedient werden, der Zeitaufwand für das Melken spürbar gesenkt wird, wenn es gleichzeitig gelingt, die Routinearbeiten zu verkürzen. Die Steigerung der Anzahl Melkeinheiten je Arbeitskraft (AK) stößt bei der derzeitigen Technik sehr schnell an Grenzen der Arbeitsüberlastung und der Eutergesundheit, da die Arbeitskraft nicht mehr in der Lage ist, rechtzeitig die Melkzeuge nach Ende des Milchflusses abzunehmen. Es kommt zu erheblichen Blindmelkzeiten, die nach allgemeiner Ansicht einen ungünstigen Einfluß auf die Eutergesundheit haben. Deshalb war die Entwicklung teilautomatisierter Melkanlagen, die Blindmelkzeiten einschränken, von besonderer Bedeutung¹⁾.

Systeme teilautomatisierter Melkanlagen

Derzeit werden auf dem Markt 13 verschiedene Ausführungen teilautomatisierter Melkanlagen angeboten, wobei zwei Systeme zu unterscheiden sind (Abb. 2).

Bei Milchflußendabschaltern ist in den Milchschlauch einer konventionellen Melkeinheit ein Geber zwischengeschaltet. Dieser gibt beim Unterschreiten eines Milchflusses von etwa 200 g/min einen Impuls an ein Steuergerät. Nach einer zeitlichen Verzögerung wird der Melkvorgang unterbrochen. Im weiteren Funktionsablauf lassen sich die Milchflußendabschalter in zwei Untergruppen einordnen.

Abschaltautomaten unterbrechen nach Ende der Milchabgabe den Melkvorgang; das Melkzeug bleibt im Entlastungsakt am Euter haften, und eine Kontrolllampe oder ein Schauglas zeigt das Ende des Milchflusses an. Der Melker kann so die übrige Arbeitsroutine an anderen Kühen ohne Zeitdruck durch eine kurzmelkende Kuh fortsetzen und innerhalb eines geordneten Arbeitsablaufes zum fertig gemolkenen Tier gehen, gegebenenfalls nachmelken und das Melkzeug abnehmen. Beim Abnahmeautomaten wird das Melkvakuum unterbrochen und mit Hilfe eines Abnahmesieles oder eines Armes das Melkzeug automatisch abgenommen und damit generell auf das maschinelle Nachmelken verzichtet.

Milchflußgesteuerte Melkanlagen unterscheiden sich grundsätzlich von den geschilderten Milchflußendabschaltern. Sie steuern Melkvakuum und Pulsation in Abhängigkeit vom Milchfluß. Auf dem Markt ist ein System, bei dem diese Steuerung in zwei Vakuumstufen erfolgt. Beim Anrüsten wirkt Vakuumstufe I mit 0,33 bar und einem verlängerten Entlastungsstakt. Steigt der Milchfluß, wird auf Vakuumstufe II mit normalen Melkbedingungen umgeschaltet. Wird gegen Ende des Milchflusses der Schwellenwert von 200 g/min unterschritten, schaltet die Melkanlage auf die schonende Vakuumstufe I zurück, wobei ein gewisser Nachmelkeffekt angestrebt wird.

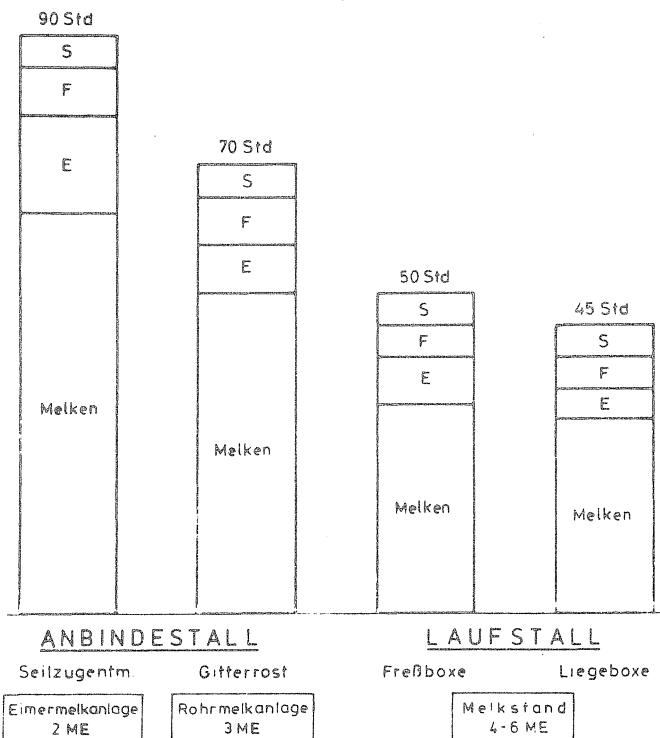
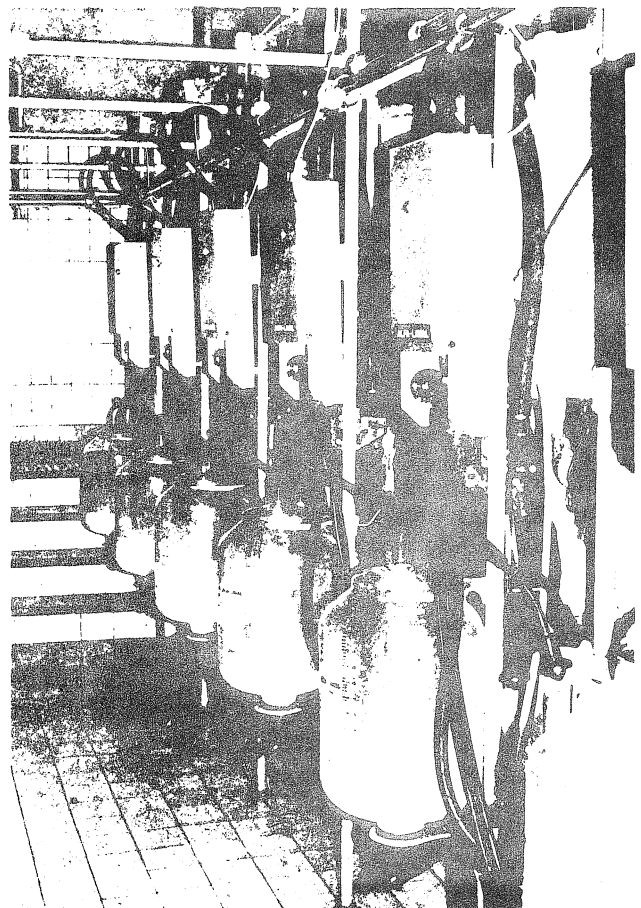


Abb. 1: Arbeitszeitbedarf in der Milchviehhaltung in Arbeitskraftstunden je Kuh und Jahr



Technischer und funktioneller Vergleich

Bei den technischen Ausführungen teilautomatisierter Melkzeuge sind verschiedene Steuersysteme gebräuchlich. Die elektrische Steuerung ist sehr vielseitig und ermöglicht beispielsweise eine beliebige Änderung der Start- und Verzögerungsphase, muß aber gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Die pneumatische Steuerung ist unempfindlich gegen Nässe, und Störungen lassen sich leichter beheben; das System ermöglicht aber keine oder nur geringe Änderungen in der zeitlichen Verzögerung der Start- und Abschaltphase. Weiterhin fehlt eine Signallampe, wodurch es schwierig ist, das Ende des Milchflusses zu erkennen.

Alle teilautomatisierten Melkzeuge verwenden für das Abtasten des Milchflusses Staukammern. Diese Staukammerindikatoren sind funktionssicher, führen aber zu zusätzlichen Vakuumschwankungen, die bis zu 0,05 bar erreichen können (Abb. 3). Dagegen bringt ein von Pen entwickelter Ringelektrodengeber, welcher im Milchschlauch eingefügt ist, keine Beeinträchtigung des Melkvakuums²⁾.

Spezielle technische Probleme werfen die Abnahmeautomaten auf. Hier ist es notwendig, daß die Abnahmevorrichtung ein ungehindertes Ansetzen des Melkzeuges erlaubt und das Melkzeug schonend abnimmt. Schwierigkeiten ergeben sich allein durch die erheblichen Schwankungen der Eutermaße. So wurde bei 74 untersuchten Kühen festgestellt, daß bei 17 % der Tiere der Freiraum (40 cm Höhe) für ein ungehindertes Ansetzen des Melkzeuges, besonders bei starrem Abnahmearm, nicht ausreicht.

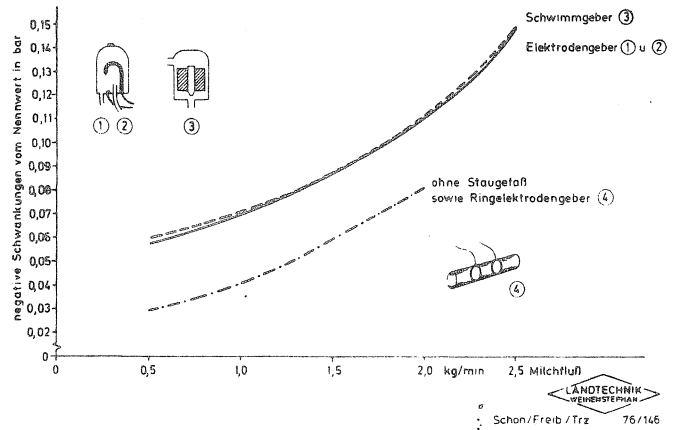


Abb. 3: Maximale Vakuumschwankungen im Milchsammelstück in Abhängigkeit vom Milchfluß bei verschiedenen Milchfluß-Indikatoren (Melkvakuum — Nennwert 0,5 bar; Praxisuntersuchung bei Unterfluranlagen)

Entscheidend für die Arbeitsqualität bei der Melkzeugabnahme ist die Abnahmekinematik. Diese sollte weitgehend der Handabnahme entsprechen, wobei die Melkzeuge nach unten gezogen werden, ohne daß sie am Boden verschmutzen. Für die mechanische Melkzeugabnahme wird hier die Abnahmeschnur bevorzugt, welche mit Hilfe eines Vakuumsylinders und eines Seiles die Melkzeuge abzieht. Dabei wird die Abnahmebahn von der verzögerten Trennung zwischen Melkzeug und Zitze beeinflusst. Dies führt dazu, daß die Melkzeuge zur Seite gezogen werden, wobei ein Knicken der Zitzen nicht auszuschließen ist. Bei einer Abnahmeschnur ist deshalb ein schnelles Belüften

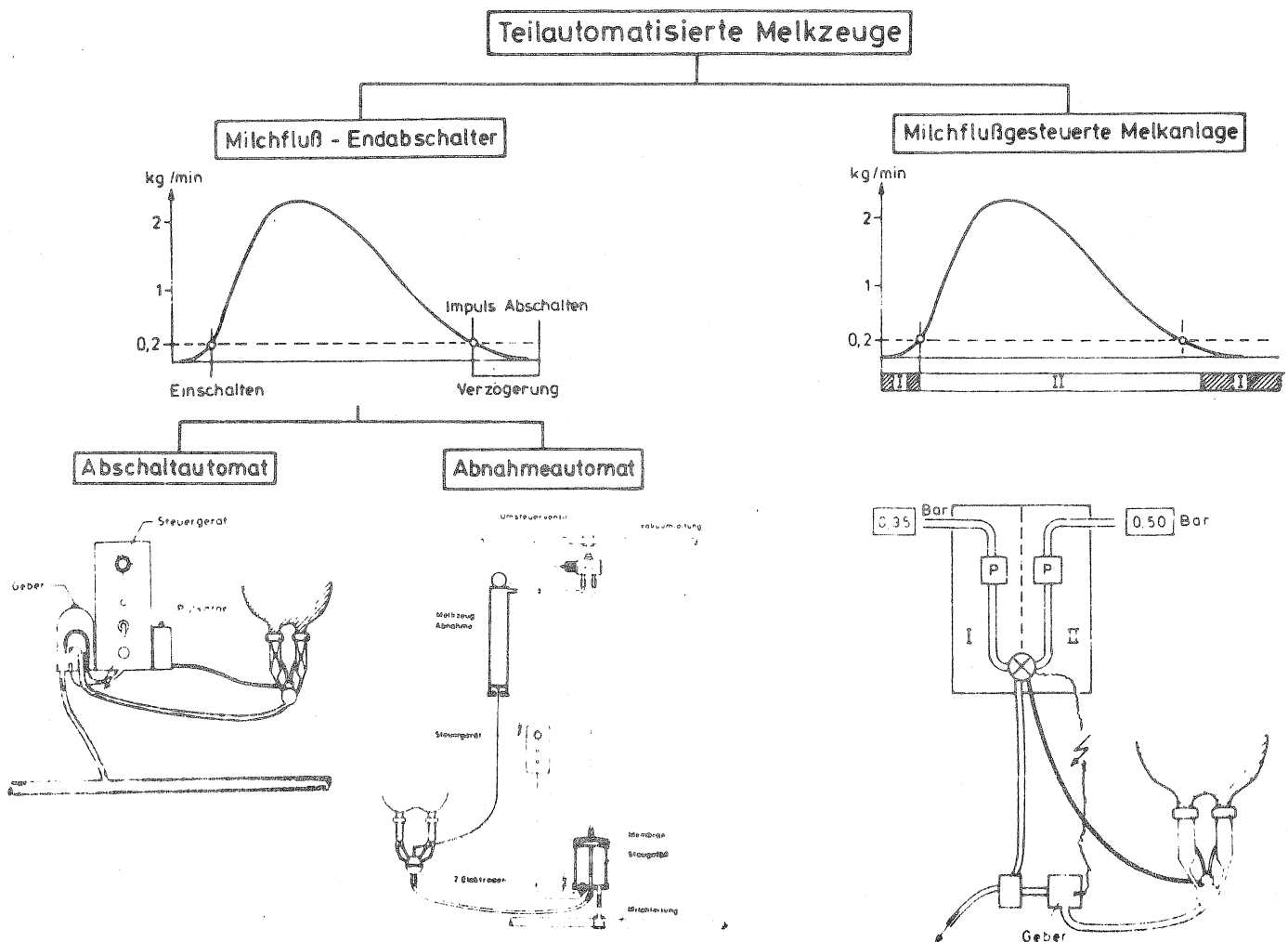


Abb. 2: Aufbau verschiedener Systeme teilautomatisierter Melkzeuge

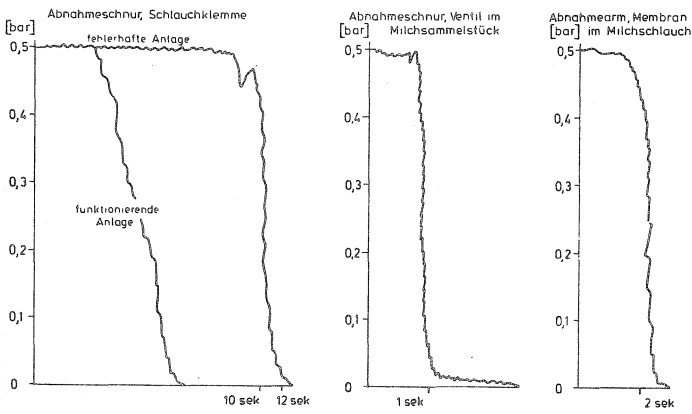


Abb. 4: Vakuumabbau im Milchsammelstück bei unterschiedlichen Melkzeugabnahmevorrichtungen

des Melkzeuges vor der Abnahme anzustreben, damit das Vakuum unterhalb der Zitzen abgebaut ist, bevor die Abnahme erfolgt. Dazu verstreichen bei Vakuumabsperrevorrichtungen im Milchschauch und Belüftung durch Lufteinlaßdüse im Milchsammelstück etwa zwei Sekunden, bei Lufteinlaßventilen im Milchsammelstück, welches durch die Abnahmeschnur betätigt wird, lediglich 0,1 Sekunden.

Eine bessere Abnahmebewegung bringt der *Abnahmearm*. Hier fallen die Melkzeuge ab, werden vom Arm aufgefangen und erst dann seitlich ausgeschwenkt. Allerdings behindert der starre Arm das Ansetzen der Melkzeuge und ist in seiner bisherigen Bauart nur für Tandemmelkstände geeignet. Der Gliederarm vereint die Vorteile beider Abnahmesysteme, was allerdings einen höheren technischen Aufwand bedingt (Abb. 4 und 5).

Bei einem funktionellen Gesamtvergleich der verschiedenen Systeme teilautomatisierter Melkanlagen sind folgende Punkte von Interesse (Abb. 6).

a) Auswirkung auf Blindmelken, wobei die unterschiedlichen Vakuumverhältnisse an Zitzenspitze und im Melkbecherzwischenraum entscheidend sind. Bei Abnahmeautomaten wird das Vakuum an der Zitzenspitze nicht reduziert, lediglich die Pulsation abgeschaltet. Eine gewisse Belastung der Zitze ist deshalb nicht voll auszuschließen, obwohl durch den kollabierten Zitzengummi das Gewebe zusammengedrückt wird und damit einem Blutstau an der Zitzenspitze entgegengewirkt wird. Gleiches gilt für milchflußgesteuerte Melkanlagen, bei denen zwar das Melkvakuum reduziert, die Pulsation jedoch nicht ausgeschaltet wird. Völlig vermieden werden Blindmelkzeiten nur bei Abnahmeautomaten.

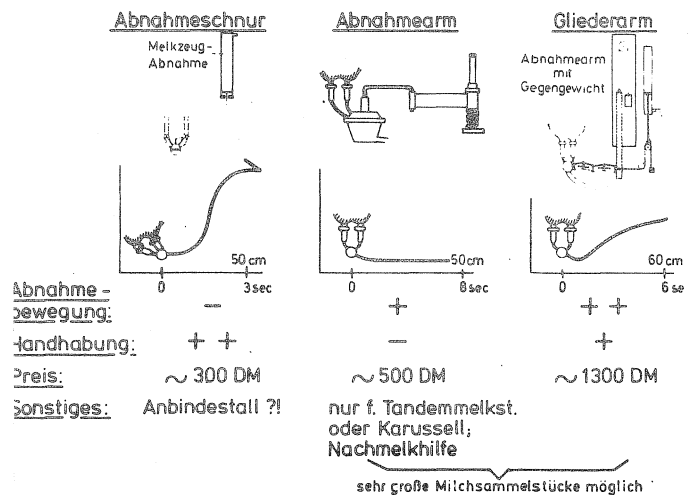


Abb. 5: Vergleich verschiedener Abnahmesysteme für Melkzeuge

	Abschaltautomaten	Abnahmeautomaten	Milchflußsteuerung (2 Stufen)
Blindmelken	eingeschränkt (Vakuum)	ausgeschaltet	eingeschränkt (Pulsation)
Nachmelken	+	-	+ „automatisch“
Kapitalbedarf (DM/Melkzeug)	~ 550 DM	~ 1000 DM	1250 DM
geeignet für:	Anbindestall: 4-5 MZ FGM: 2x5 bis 2x6 Karussell: 8er-12er	FGM: 2x8 Karussell: 12er-16er	FGM: 2x6 bis 2x8 Karussell: ab 10er

Abb. 6: Vergleich teilautomatisierter Melkzeuge

b) Im Gegensatz zu Abschaltautomaten und milchflußgesteuerten Melkanlagen setzen Abnahmeautomaten den völligen Fortfall des Nachmelkens voraus. Dies ist vor allem bei Höhenviehassen in dieser Konsequenz vorerst noch problematisch. Versuche in Holland, England und USA haben aber ergeben, daß das Nachmelken bei dortigen Rassen nicht erforderlich ist.

c) Unterschiede ergeben sich auch im Kapitalbedarf, der zwischen 550 DM für Abschaltautomaten, etwa 700 DM für Abnahmeautomaten und 1300 DM für milchflußgesteuerte Melkanlagen schwankt.

d) Abschaltautomaten lassen sich universell im Anbindestall und Melkstand einsetzen. Abnahmeautomaten sind dagegen vorerst an den Melkstand gebunden und arbeitswirtschaftlich nur in Großmelkständen notwendig. Milchflußgesteuerte Melkanlagen sind aus arbeitswirtschaftlicher Sicht mit Abschaltautomaten vergleichbar. Der höhere Kapitalbedarf kann durch melkphysiologische Vorteile gerechtfertigt sein.

Arbeitswirtschaftliche Umstellungsversuche

Die arbeitswirtschaftliche Beurteilung teilautomatisierter Melkzeuge ist nur möglich in Verbindung mit modernen Arbeitsverfahren und unter Berücksichtigung der erheblichen Streuung, die in der Praxis durch unterschiedliche Rassen und Arbeiterleistung verursacht wird. Um diesen verschiedenen Einflußfaktoren gerecht zu werden, wurden in ausgewählten Betrieben Umstellungsversuche durchgeführt. Dabei erfolgte eine genaue Arbeitsanalyse mit verbis achtfachen Wiederholungen vor und nach der Umstellung auf teilautomatisierte Melkzeuge bei gleicher Arbeitskraft und Herde. Dabei zeigte sich im Anbindestall durch den Einsatz von Abschaltautomaten eine spürbare Steigerung der Arbeitsleistung, allerdings nur dann, wenn bei gesteigerter Melkzeugzahl der Arbeitsablauf vereinfacht und die Nachmelkarbeiten aufgrund einer besseren Infor-

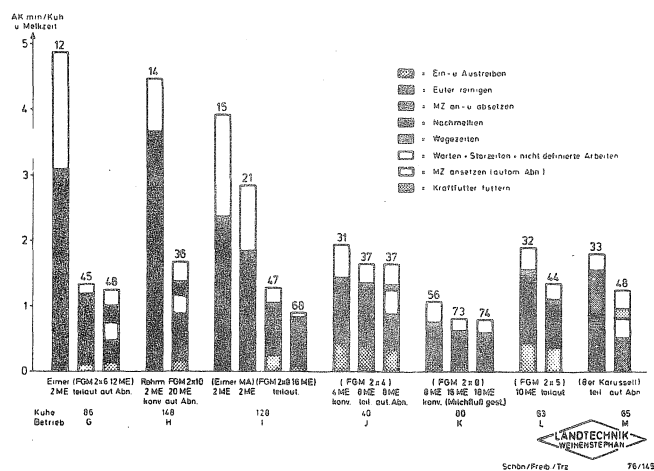


Abb. 7: Umstellungsversuche im Anbindestall

mation über das Milchfließende verkürzt werden (Abb. 7). Diese Zusammenhänge zeigen die Umstellungsversuche in Betrieb A und B besonders deutlich. Während in Betrieb A durch hohe Nachmelkarbeiten und Wartezeiten die Umstellung auf Abschaltautomaten nur einen geringen arbeitswirtschaftlichen Effekt hatte, konnte in Betrieb B durch einen gleichmäßigen Arbeitsablauf und durch ein kürzeres Nachgemelk die Arbeitsleistung von 15 gemolkene Kühen/AK und Stunde auf 29 gemolkene Kühe gesteigert werden.

Hohe Arbeitsleistungen wurden auch im Betrieb F erzielt. Hier wurden acht Abschaltautomaten beziehungsweise acht Abnahmeautomaten zu einem verschiebbaren Aggregat gekoppelt. Diese hohen Arbeitsleistungen waren aber nur durch ein extrem kurzes Maschinenhauptgemelk ($X = 2,3$ min) möglich. Bei durchschnittlichem und längerem Maschinenhauptgemelk dürfte die Arbeitsleistung nicht über der von fünf bis sechs Einzel-Abschaltautomaten liegen, weil mit dem gesamten Aggregat auf eine langmelkende Kuh gewartet werden muß.

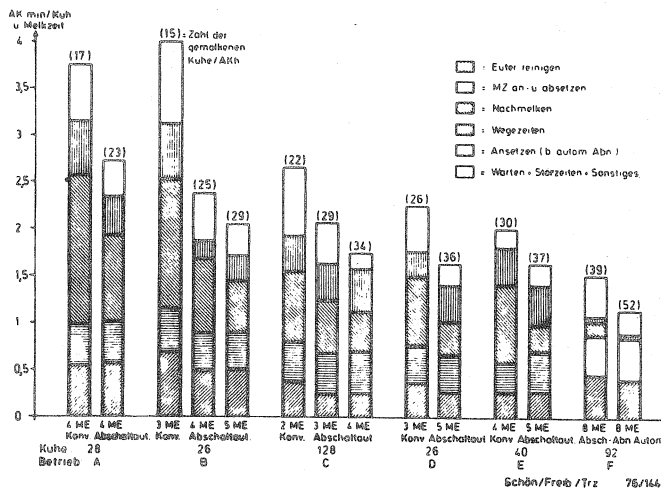


Abb. 8: Umstellungsversuche im Melkstand

Auch im Melkstand (Abb. 8) wird der arbeitswirtschaftliche Erfolg teilautomatisierter Melkanlagen von der Durchführung der Routinearbeiten und von der rationellen Arbeitsgestaltung bestimmt. Aber hier wird noch deutlicher als im Anbindestall, daß hohe Arbeitsleistungen nur in größeren Melkständen möglich sind (wie dies in den Betrieben J bzw. K deutlich wird), denn nur so können kürzere Wartezeiten und beschleunigte Routinearbeiten in höhere Arbeitsleistungen umgesetzt werden.

Die Untersuchungen zeigen auch, daß Abnahmeautomaten in kleineren und mittleren Melkständen keinen oder nur geringen arbeitswirtschaftlichen Effekt zeigen (Betrieb G, J). Eine automatische Melkzeugabnahme ist zudem bei allen Tieren mit höherem Nachgemelk, insbesondere bei Fleckvieh, vorerst aus melkphysiologischen Gründen problematisch.

Bei den meisten Umstellungsversuchen konnte neben der arbeitswirtschaftlichen Situation auch der Zellgehalt der Milch bestimmt werden (Abb. 9). Hier zeigte sich trotz einer Verdoppelung der Melkzeugzahl und der Arbeitsleistung keine nachweisbare Verschlechterung der Eutergesundheit. Bei Betrieb I ist sogar eine Tendenz zur besseren Eutergesundheit erkennbar, während in Betrieb G mit automatischer Abnahme eher eine gegenteilige Tendenz abgelesen werden kann.

Eine mit den Umstellungsversuchen verbundene Milchleistungskontrolle ließ keine Aussagen zu, da außerhalb der Versuchsfrage liegende Einflüsse (Fütterungsumstellung, Laktationsstand und ähnliches) den Umstellungseffekt überdeckten und deshalb nicht auswertbar waren.

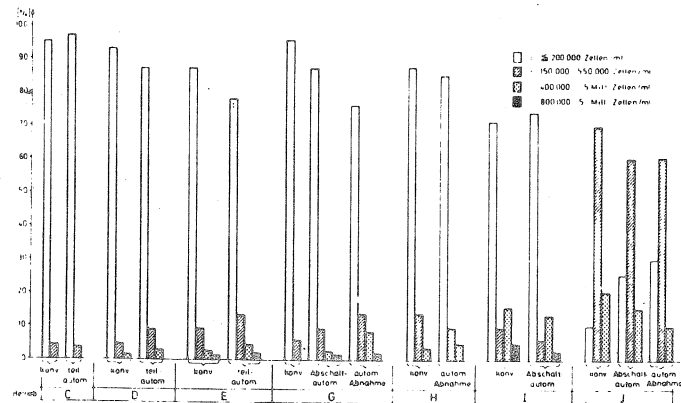


Abb. 9: Zellgehalt der Milch bei den einzelnen Eutervierteln vor und nach der Umstellung auf Abschaltautomaten beziehungsweise Abnahmeautomaten

Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen mit Hilfe stochastischer Simulationsmodelle

Praktische Umstellungsversuche ermöglichen aus arbeitswirtschaftlicher Sicht nur relative Vergleiche. Sie erlauben wegen der speziellen einzelbetrieblichen Bedingungen keine allgemeingültigen Aussagen. Deshalb wurden zusätzlich stochastische Simulationsmodelle für die Arbeitsverfahren des Melkens entwickelt. Die Grundlage dieser Methode sind breitgestreute Arbeitsstudien in der Praxis. Erste Aufgabe war es, den Arbeitsablauf verschiedener Melkverfahren zu beobachten und als Graph mit logischen Schaltern zu beschreiben. Damit ist der Arbeitsablauf nicht fest vorgegeben, sondern wird, wie auch in der Praxis, durch verschiedene Einflußfaktoren laufend abgeändert.

Im zweiten Schritt erfolgt die quantitative Beschreibung der im Graph dargestellten Zeitelemente, und zwar nach der in breitgestreuten Messungen ermittelten Verteilung (Tab.). Diese Verteilkurven der Arbeitselemente gehen nun in das Gesamtprotokoll, so daß auf dieser Grundlage allgemeingültige arbeitswirtschaftliche Aussagen möglich sind, allerdings innerhalb eines – auch in der Praxis zu beobachtenden – Streubereiches. Die Ergebnisse dieser Simulationsuntersuchungen sind – verglichen mit den Ergebnissen der praktischen Umstellungsversuche – zusammengefaßt.

Im Anbindestall ist bei konventionellen Melkeinheiten eine stündliche Arbeitsleistung von etwa 15 bis 25 Kühen/AK möglich. Beim Einsatz von Abschaltautomaten kann eine Arbeitskraft bis zu fünf Melkzeuge gleichzeitig bedienen, wodurch Arbeitsleistungen von 30 bis 40 Kühe/AKh möglich werden, also Arbeitsleistungen, die im Bereich des konventionellen Fischgrätenmelkstandes liegen.

Abnahmeautomaten im Anbindestall bringen nach unseren ersten Messungen nur bei sehr kurzen Milchfließzeiten weitere arbeitswirtschaftliche Verbesserungen.

Unterstellte Zeitelemente und Streuungen bei der stochastischen Simulation

Zeitelement	Anzahl der Werte n	Mittelwert \bar{x} (min*)	Streuung s (Kuh*) und Melken
Eintreiben	599	19,0	11,7
Anrücken	175	21,5	20,8
Melkzeuge ansetzen	195	20,6	5,1
Milchflußzeit	1473	557,8	173,0
Ausmelken	241	35,6	69,0
Melkzeuge abnehmen	474	18,0	6,9
Austreiben	599	8,1	5,0

* cmin = 1/100 min

Im Fischgrätenmelkstand sind bereits bei konventionellen Melkeinheiten durchschnittliche Arbeitsleistungen von etwa 35 Kühen möglich. Dabei ist jedoch eine große Streuung der Arbeitsleistung zwischen 30 bis 40 Kühen/AKh zu beobachten. Beim Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge kann die durchschnittliche Arbeitsleistung im 2 x 6 Fischgrätenmelkstand auf etwa 55 und im 2 x 8 Fischgrätenmelkstand auf etwa 70 Kühe/AKh gesteigert werden, wobei beim Einsatz einer Nachtreibhilfe Spitzenleistungen von 75 bis 80 Kühe/AKh möglich sind.

Größere Fischgrätenmelkstände für eine Arbeitskraft, welche die genannte Norm überschreiten, sind wegen der zunehmenden Schwierigkeiten beim Gruppenwechseln der Kühe sowie durch die Überforderung der Arbeitskräfte unrealistisch.

Günstigere Arbeitsbedingungen bietet hier der Karussellmelkstand, da sich die Arbeitswege auf ein Minimum verkürzen und die Tiere einzeln den Melkstand wechseln.

Höhere Arbeitsleistungen sind aber bei den derzeit noch in der Praxis verbreiteten Karussellmelkständen mit sechs Ständen nicht zu erzielen. In Verbindung mit teilautomatisierten Melkzeugen wird diese Melkstandform erst ab dem Karussell mit neun, besser mit zwölf Ständen interessant. Im Karussell mit zwölf Ständen sind Spitzenleistungen bis zu 80, in demjenigen mit vierzehn Ständen bis zu 85 Kühen/AKh realisierbar.

Ökonomische Zuordnung teilautomatisierter Melkzeuge

Die Auswahl von Melkverfahren kann aber nicht allein nach arbeitswirtschaftlichen Kriterien erfolgen. Entscheidend sind die Kosten der Arbeitserledigung, die wesentlich durch die Herdengröße beeinflusst werden. Ein Beispiel einer solchen Kostenrechnung ist in Abbildung 11 gezeigt. Demnach ist bis zu einer Herdengröße von 12 bis 15 Kühen die Eimermelkanlage nach wie vor die kostengünstige Lösung. Darüber hinaus bringt die Rohrmelkanlage nicht nur Arbeitserleichterungen, sondern auch Kosteneinsparungen. Bereits ab 23 Kühen ist dann der Einsatz von vier bis fünf Abschaltautomaten ökonomisch sinnvoll und ermöglicht eine arbeitswirtschaftliche Sanierung vorhandener Anbindeställe.

In größeren Herden ab etwa 40 Kühen gewinnt dann allerdings der Melkstand nicht nur aus Gründen des besseren Arbeitskomforts, sondern auch ökonomisch an Bedeutung; allerdings zweckmäßigerweise gleich in größerer Ausführung als 2 x 5 beziehungsweise 2 x 6 Fischgrätenmelkstand mit 10 bis 12 teilautomatisierten Melkeinheiten. Ab 90 Kühe ist dann bei geeignetem Tiermaterial der große 2 x 8 Fischgrätenmelkstand im Kostenminimum, wofür eine automatische Abnahme anzustreben ist. Melkkarusselle sind nur in größerer Ausführung und in Herden ab 120 Kühen ökonomisch vertretbar. Diese Zuordnung darf aber nicht als Dogma verstanden werden. Unterschiedliche Lohnansprüche, künftige Herdenaufstockung und der Wunsch nach kurzen Melkzeiten an Feiertagen können im Einzelfall auch eine andere ökonomische Zuordnung rechtfertigen.

Ausblick

Durch teilautomatisierte Melkzeuge ist es möglich, den Arbeitszeitbedarf in der Milchviehhaltung sowohl im Anbindestall als auch im Melkstand weiter zu senken. So ist im strohlosen Kurzstand mit fünf Abschaltautomaten und einer einfachen mobilen Fütterungsmechanisierung die Kuhbetreuung mit 50 AKh/Tier und Jahr möglich; im Laufstall mit größerem Fischgrätenmelkstand und vollmechanisierter Fütterung genügen sogar 30 Stunden je Kuh und Jahr. Damit sind die arbeitswirtschaftlichen Anforderungen an die Mechanisierung der Milchviehhaltung zu lösen. Deshalb dürfte in nächster Zukunft die Verbesserung der Arbeitsqualität durch eine bessere Melktechnik stärker in den Vordergrund treten.

Literatur:

- 1) Pen, C. L., H. Schön und K. O. Semmler: Entwicklung und Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge. Grundlagen der Landtechnik Bd. 23 (1973) Nr. 1, S. 18-22
- 2) Pen, C. L., A. Meiering, H. Stanzel und H. Schön: Durchflußmessung unregelmäßiger Flüssigkeitsströme in Ringlektroden für programmgesteuerte Melkanlagen. Grundlagen der Landtechnik, Bd. 25 (1975) Nr. 2, S. 42-48
- 3) Pen, C. L. und H. Schön: Ein stochastisches Simulationsmodell für arbeitswirtschaftliche Untersuchungen. Grundlagen d. Landtechnik, Bd. 23 (1973), Nr. 6, S. 187-191
- 4) Rüprich, W. und P. Rubitschek: Verfahrenstechnische und arbeitswirtschaftliche Einordnung verschiedener Melkstände. DLG-Manuskript 0, 21 (1974)
- 5) Schön, H., C. L. Pen, W. Weber und F. Freiburger: Arbeitsverfahren des Melkens. RKL, Kiel, Kartei für Rationalisierung April/Mai 1975, S. 127-225
- 6) Zähres, W.: Technik und Kosten von Melkständen. Landtechnik, 36 (1975), H. 5, S. 243-245

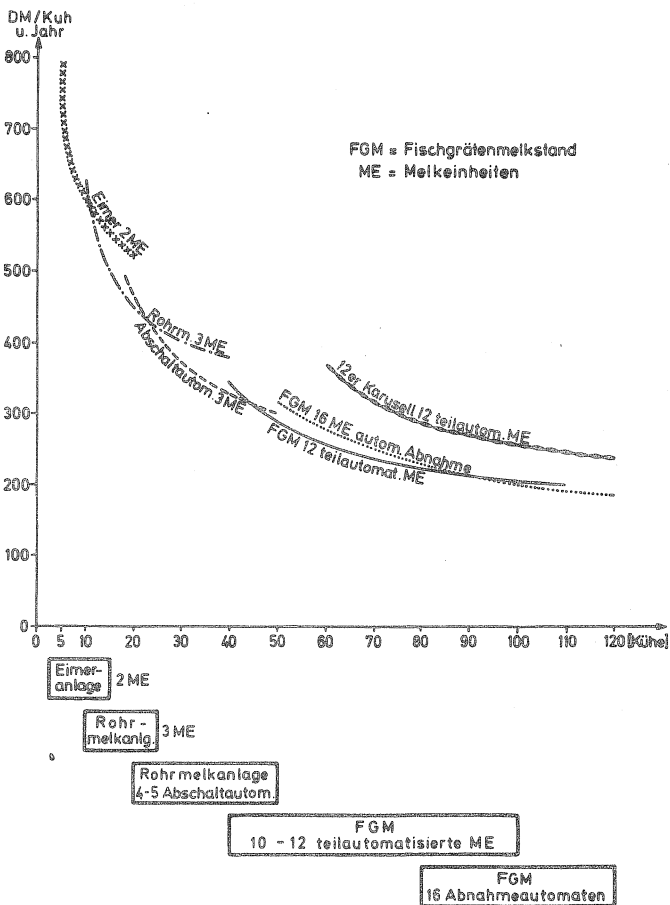


Abb. 11: Kosten der Arbeitserledigung für das Melken. Unterstellt sind: Arbeitslohn 10 DM/Std.; 15 % Maschinenkosten; 7 % Gebäudekosten im Milchlager

Einflüsse verschiedener Melkparameter auf die Milchabgabe

Dipl.-Ing.agr.W.Weber, Institut für Landtechnik Weißenstephan

3. Melkgespräch am 6./7.10.1976, Weißenstephan

1. Einleitung

Künftige Anforderungen an Melkarbeit und Melkmaschine sind in einer Steigerung der Arbeitsleistung bei gleichzeitig verbesserter Qualität der Arbeitserledigung und in höheren Ansprüchen an die Milchqualität zu sehen. Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen lassen sich nur dann erzielen, wenn es gelingt, die Zeit für die Milchabgabe zu verkürzen, vor allem aber das maschinelle Nachgemelk so weit zu verringern, daß die sehr arbeitsaufwendigen Nachmelkarbeiten entfallen können. Es muß deshalb das Ziel sein, die melkmaschinentechnischen Parameter Vakuumhöhe, Pulsfrequenz und prozentualen Saugtaktanteil so zu gestalten, daß eine schnelle und vollständige Milchabgabe der Kuh erzielt wird. Um diese Ziele zu erreichen, ist eine Milchabgabe unter hygienisch und physiologisch optimalen Bedingungen für die Kuh erforderlich. Aus diesem Grunde beinhalten die im folgenden dargestellten Untersuchungen die simultane landtechnische, laktationsphysiologische und milchhygienische Betrachtung.

2. Ziel und Methode

Im gemeinschaftlich genutzten Versuchsbetrieb Veitshof erfolgt die regelmäßige Erfassung der Milchflußkurven aller 30 Braunviehkühe mit der bekannten Dehnungsmeßstreifentechnik. Diese Milchflußkurven werden in einzelne Kennwerte zerlegt, wovon hier besonders die Maschinenhauptmelkzeit, das durchschnittliche Minutengemelk, die Verteilung des Maschinenhauptgemelks über der Maschinenhauptmelkzeit und das Maschinenachgemelk interessieren. Das durchschnittliche Minutengemelk wird in das durchschnittliche Minutengemelk I, Maschinenhauptgemelk und Maschinenhauptmelkzeit, und in das durchschnittliche Minutengemelk II unter Einbeziehung des Maschinennachmelkens

unterteilt. Für milchflußgesteuerte Melkmaschinen kommt zusätzlich der Verteilung des Milchflusses in der Zeit für das Maschinenhauptgemelk Bedeutung zu, wenn der Milchfluß als zentrale Steuergröße dient.

Gleichzeitig wurden in dieser integrierten Versuchsdurchführung bei allen Kühen vor dem Milchentzug Milchproben für die Zellgehaltsbestimmung und bei einigen ausgewählten Tieren kontinuierlich Blutproben zur Prolaktin- und Ocytocinbestimmung genommen.

Bei diesem Vorgehen wurden die Kühe in der ersten Versuchsperiode mit unterschiedlichen Vakuumhöhen (40, 50, 60 kPa), in der zweiten mit unterschiedlichen Pulsfrequenzen (30, 60, 90, 120 DT/min) und in der dritten mit verschiedenen Saugtaktanteilen (20, 40, 60, 80%) gemolken, wobei jeweils ein Parameter variiert und die beiden anderen auf konstanten Werten eingestellt wurden. Jede Versuchsstufe wurde zwei Wochen lang beibehalten, wobei eine Woche der Umstellung diente und in der zweiten Woche in der beschriebenen Weise gemessen wurde. Nach jeder Versuchsvariante wurde wieder für zwei Wochen auf die Ausgangsparameter mit 50 kPa, 60 DT/min und 60% Saugtaktanteil zurückgegangen, bevor eine neue Veränderung eines Parameters erfolgte. Als gemeinsame Zielstellung dieser Untersuchungen dient eine Optimierung des Milchentzuges unter Einbeziehung der technischen und biologischen Parameter.

3. Ergebnisse

Bei der Darstellung der Ergebnisse über die Beziehungen von Vakuumhöhe, Pulsfrequenz und prozentualem Saugtaktanteil auf die Milchabgabe folgt jeweils eine Gesamtbetrachtung, die dann nach den einzelnen Phasen der Maschinenhauptmelkzeit und unter Einbeziehung des maschinellen Nachgemelkes differenziert wird.

3.1 Einfluß der Vakuumböhe auf die Milchabgabe

Zur Beurteilung des Einflusses der Vakuumböhe auf die Maschinenhauptmelkzeit wurde das Milchflußverhalten der Herde nach leicht-, normal- und schwermelkenden Kühen aufgegliedert (Abb.1).

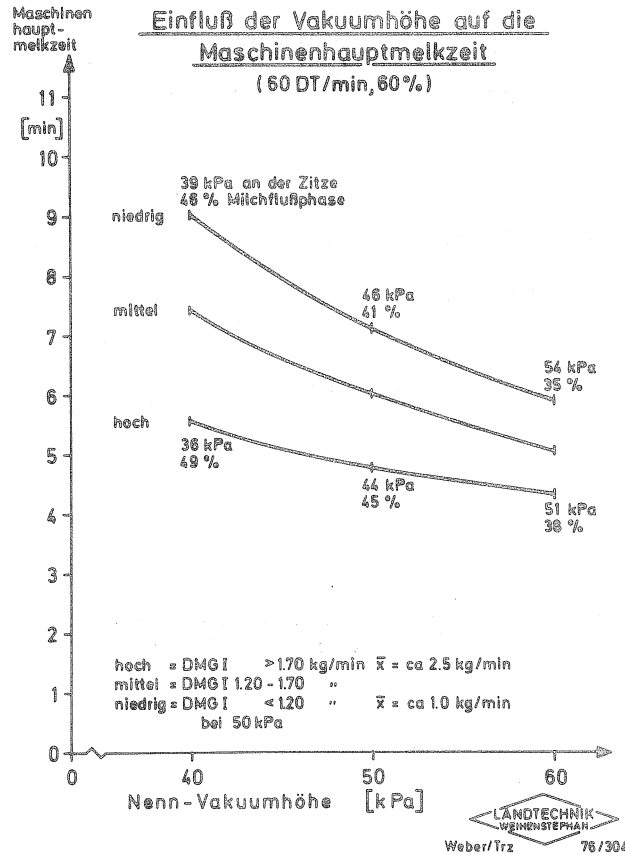


Abb. 1

Leichtmelkende Kühe zeigen nur eine geringfügige Tendenz zu schnellerer Milchabgabe, während der Einfluß für mittel- und schwermelkende Tiere deutlich günstiger ist. Das deutet darauf hin, daß schwermelkende Tiere offensichtlich einen größeren Differenzdruck zur maximalen Öffnung des Strichkanals benötigen. Die Betrachtung der durchschnittlichen Vakuumböhe an der Zitze zeigt bei Steigerung des Betriebsvakuums von 40 auf 60 kPa eine Parallelverschiebung um ca. 15 kPa bei allen Kurven, und zwar bei einem niedrigen durchschnittlichen Minutengemelk I (DMGI) von etwa 1.0 kg/min von 39 auf 54 kPa, bei hohem Milchfluß mit einem DMG I von ca. 2,5 kg/min von 36 auf 51 kPa. Es wird also ein deutlicher Einfluß tatsächlich gesteigerter Vakuumböhe auf

die Maschinenhauptmelkzeit sichtbar.

In die Interpretation muß jedoch die Milchflußphase miteinbezogen werden. Gleiche Querschnitte im Pulsator vorausgesetzt, resultiert nämlich eine gesteigerte Vakuumbhöhe in einer Veränderung der Phasen a und c der Pulskurve und somit in einer Verminderung der Länge der Milchflußphase. Eine mindestens 50%ige Milchflußphase vorausgesetzt, dürften leichtmelkende Tiere bei 60 kPa Vakuumbhöhe eine weitere Milchflußsteigerung zeigen.

Bei Übertragung dieser Ergebnisse auf die einzelnen Phasen der Maschinenhauptmelkzeit (Abb.2) -d.h. die Maschinenhauptmelkzeit wird in vier-mal 25% zerlegt- zeigt sich, daß alle Tiere zu Beginn des Maschinenhauptgemelks auf eine Steigerung der Vakuumbhöhe positiv, zum Ende hin dagegen negativ im Milchfluß reagieren.

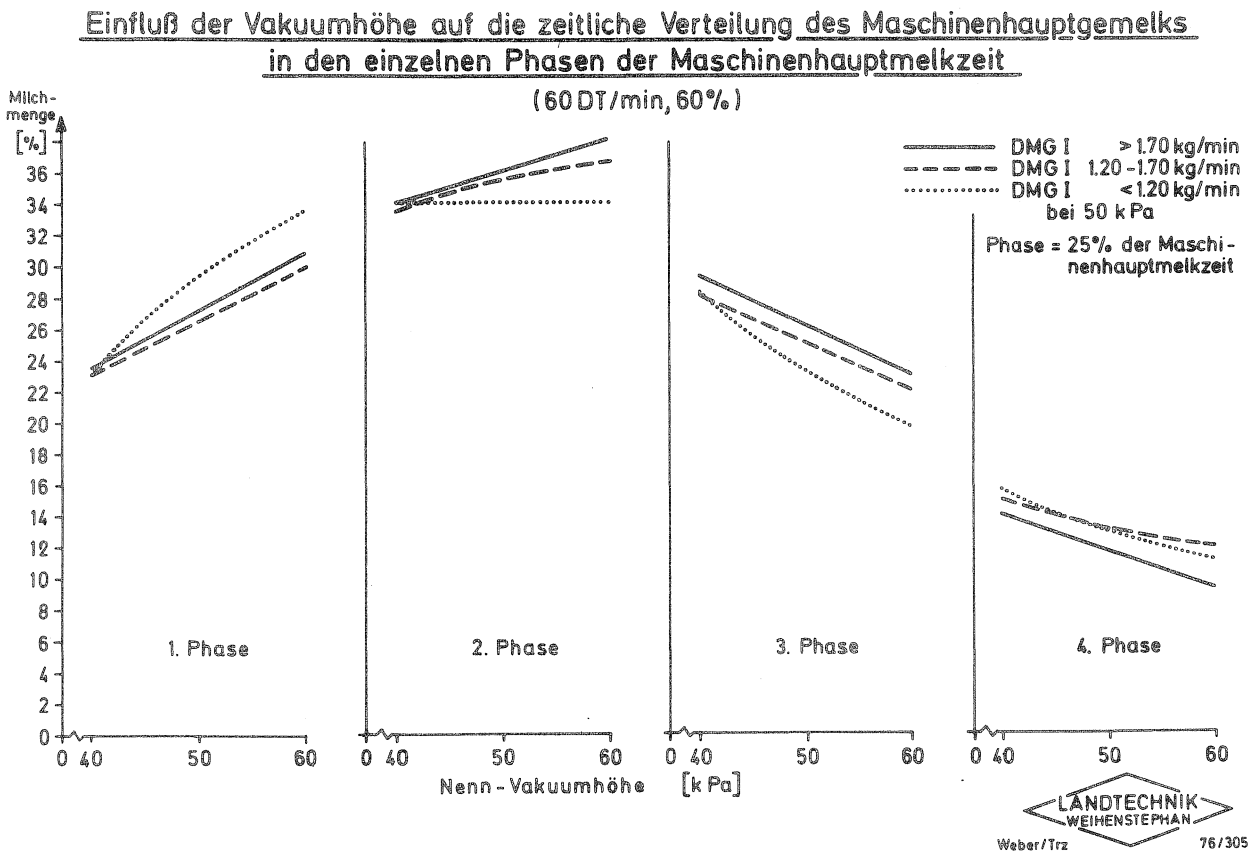


Abb. 2

Dieser Vorgang läßt sich auf das Verhältnis von biologisch möglicher und technisch realisierter Milchflußgeschwindigkeit zurückführen. Wird mehr Milch entzogen als nachfließen kann, so kommt es bekanntlich zum Klettern der Zitzenbecher und einer nachfolgenden Abschnürung der Verbindung zwischen Drüsen- und Zitzenzisterne und dadurch zu erhöhtem Nachgemelk. Das unterschiedliche Verhalten von leicht- und schwermelkenden Tieren entlang des dargestellten Trends bedarf einer näheren Betrachtung, die derzeit noch nicht abgeschlossen ist.

Das gleiche trifft für die Abhängigkeit zwischen technischen Parametern und Dauer bzw. Menge des maschinellen Nachgemelks zu, die Gegenstand einer größeren Untersuchung zusammen mit der Tierzucht werden soll. Das vorhandene Material gestattet folgenden Einblick:

Bei der Untersuchung des Einflusses der Vakuümhöhe auf das durchschnittliche Minutengemelk wird nach Milchfluß und zusätzlich den Parametern DMG I und DMG II unterschieden (Abb.3).

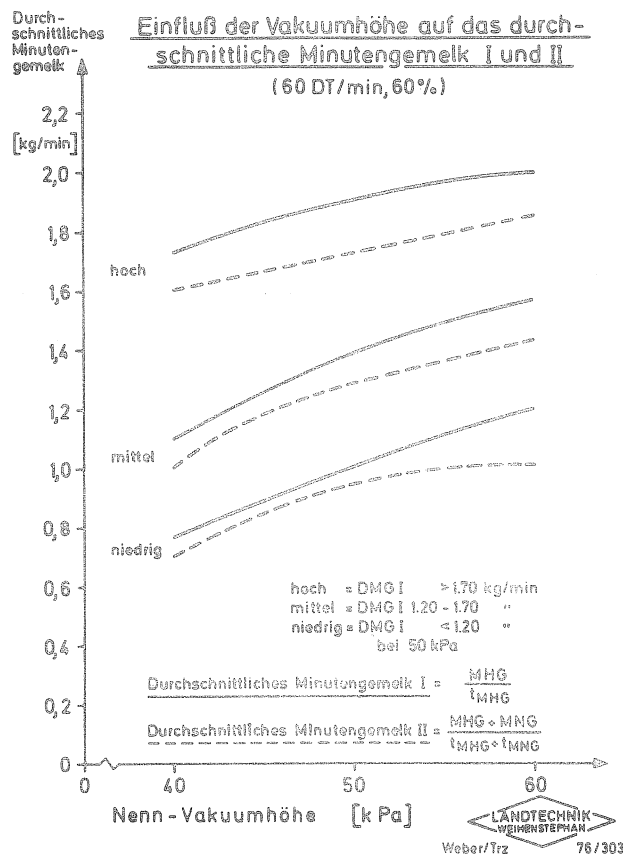


Abb. 3

Das DMG I bezieht sich nur auf das Maschinenhauptgemelk und die Maschinenhauptmelkzeit; dieser Kennwert wird in erster Linie durch den Milchfluß der Kuh bestimmt. Das DMG II dagegen schließt das maschinelle Nachgemelk und die Maschinennachmelkzeit ein; in diesem Wert ist also auch die Nachmelkarbeit der Arbeitskraft enthalten.

Normal- und schwermelkende Kühe zeigen eine deutliche Steigerung der Dauer des maschinellen Nachgemelkes mit steigender Vakuumhöhe. Die Kurven für das DMG I und das DMG II divergieren beim Übergang von 50 kPa auf 60 kPa stärker und zeigen durch ihren zunehmenden Abstand an, daß mehr nachgemolken werden muß. Bei leichtmelkenden Tieren ist kein Einfluß zu verzeichnen, die Kurven für DMG I und DMG II verlaufen nahezu parallel; in allen Fällen bleibt das Verhältnis von Maschinennachgemelk und Maschinennachmelkzeit gleich, die unterschiedliche Vakuumhöhe hat darauf keinen Einfluß. Allerdings sind hier die Dauer des Nachgemelkes und die gewonnene Menge vergleichsweise hoch.

3.2 Einfluß der Pulsfrequenz auf die Milchabgabe

Die Pulsfrequenz ist der einzige Faktor, bei dem Nenn- und Sollwert in einer handelsüblichen Maschine übereinstimmen. Betrachtet man den Einfluß der Pulsfrequenz auf die Maschinenhauptmelkzeit (Abb.4), so zeigt sich allgemein, daß eine Pulsfrequenz von 30 DT/min mit einem schlechteren durchschnittlichen Milchfluß gegenüber höheren Frequenzen einhergeht.

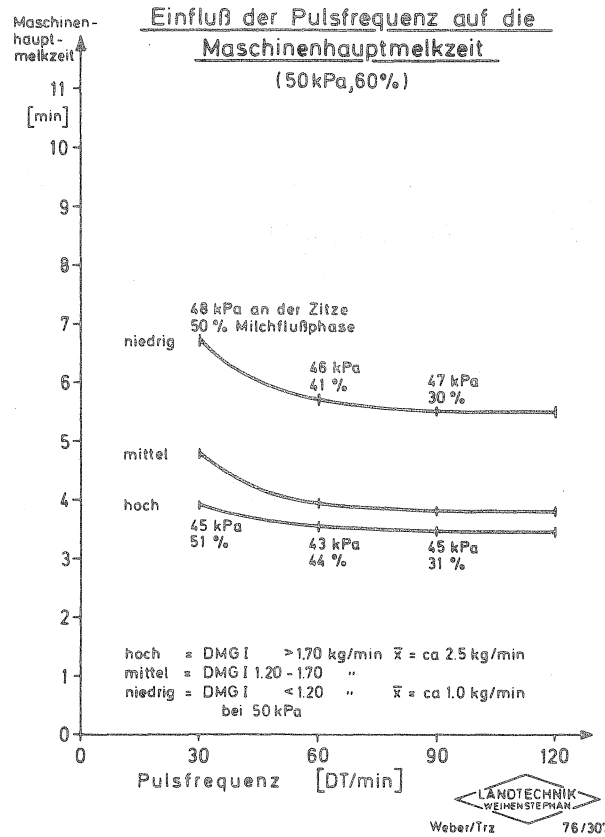


Abb. 4

Der Trend ist bei schwermelkenden Tieren stärker ausgeprägt als bei leichtmelkenden. Nach Untersuchungen von Thiel ist bekannt, daß der Milchfluß aus der Zitze bereits nach einer kurzen Phase konstanter Geschwindigkeit im Pulszyklus bei langer absoluter Dauer der Saugphase abnimmt. Bei normalen Frequenzen wird dagegen der Strichkanal periodisch geöffnet und geschlossen, bevor dieses Phänomen eintritt; bei extrem hohen Frequenzen sorgt der Slow-Hysteresis-Effekt für eine zunehmende Ermüdung des Strichkanals und einen geringeren Widerstand des sog. Schließmuskels. Diese Ermüdung kompensiert sogar die deutlich abnehmende Länge der Milchflußphase, ist jedoch im Hinblick auf die Beziehung zur Eutergesundheit außerordentlich gefährlich. Bei 120 DT/min konnte die Milchflußphase nicht gemessen werden, sie ist jedoch mit Sicherheit weiter verkürzt.

Teilt man nun die Maschinenhauptmelkzeit wieder in die vier Phasen ein, so tritt ein deutlicher Einfluß der Pulsfrequenz auf die Milchabgabe hervor (Abb.5).

Einfluß der Pulsfrequenz auf die zeitliche Verteilung des Maschinenhauptgemelks
in den einzelnen Phasen der Maschinenhauptmelkzeit

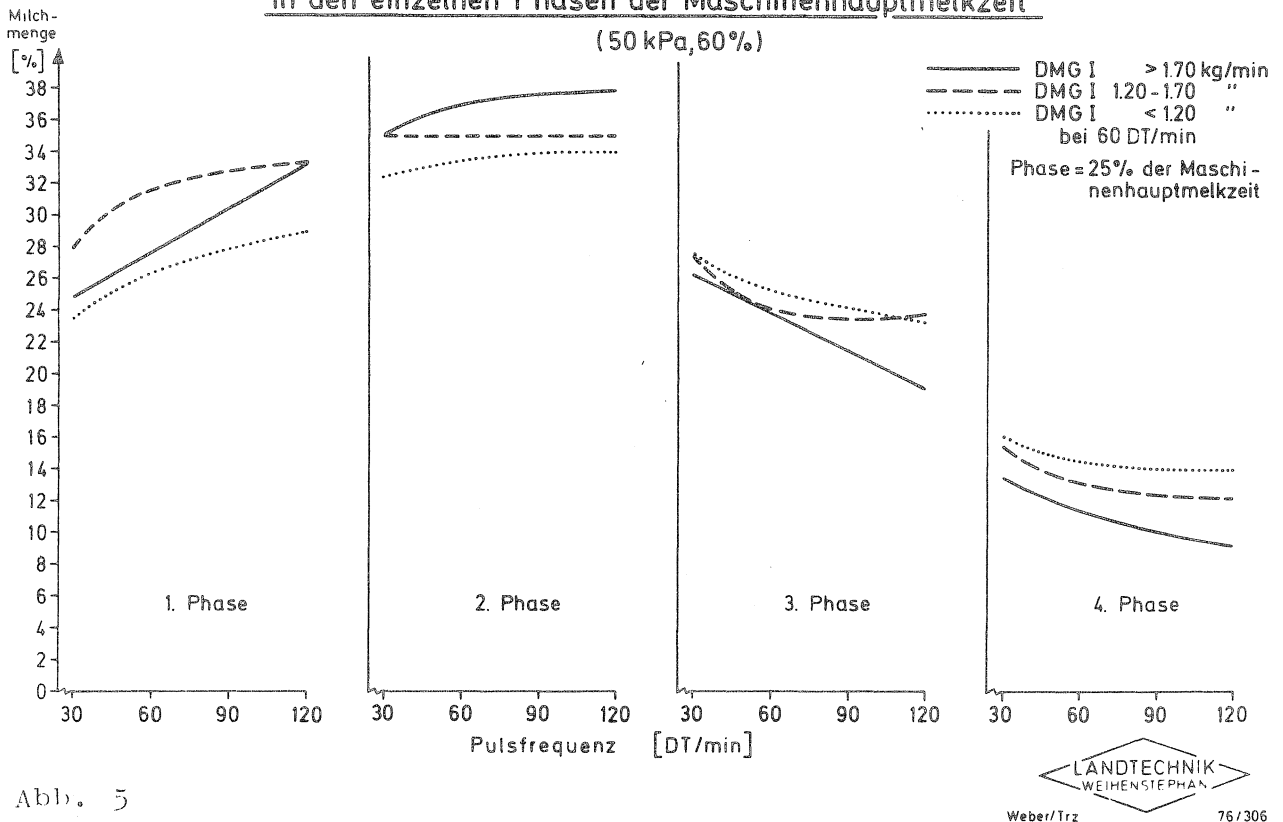


Abb. 5

Unmittelbar nach dem Ansetzen des Melkzeuges wirkt sich eine erhöhte Pulsfrequenz durch den "Weichmacheffekt" der Pulsierung generell positiv auf den Milchfluß aus. In der Phase zwei dagegen unterscheiden sich die Auswirkungen der Pulsfrequenz nicht deutlich, im weiteren Verlauf des Maschinenhauptgemelks kehrt sich der Trend analog zur Vakuumhöhe um. Der Strichkanal ist bereits ausreichend elastisch für eine maximale Milchabgabe, und die bei steigender Pulsfrequenz deutlich verminderte Länge der Milchflußphase wirkt sich insbesondere bei leichtmelkenden Tieren negativ auf den Milchfluß aus. Abgeschwächt besteht dieser Trend weiter bis zum Ende der Maschinenhauptmelkzeit. Die Differenzierung in DMG I und DMG II zeigt, daß leichtmelkende Kühe bei gesteigerter Pulsfrequenz nicht mit einer Veränderung des Hauptmilchflusses (Abb.6), wohl aber werden Maschinennachgemelk erhöht; die Milchflußphase ist im

Verhältnis zur bereitstehenden Milch zu kurz.

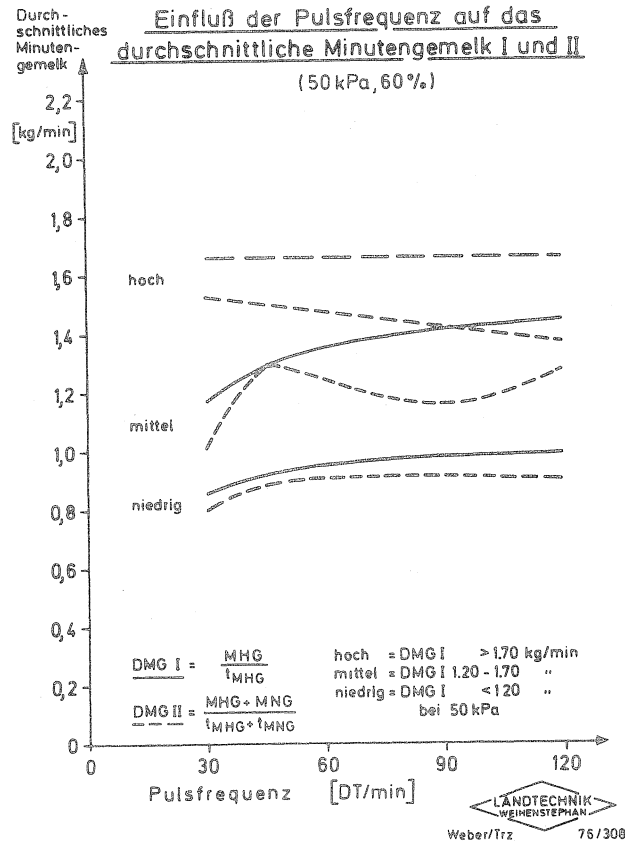


Abb. 6

Kühe mit durchschnittlichem Milchflußverhalten dagegen benötigen eine gewisse Konditionierung des Schließmuskels, zeigen jedoch nach einem ausgeprägten Optimum im Bereich herkömmlicher Maschinen steigende Nachmelkzeiten und ein erhöhtes Nachgemelk, die den Vorteil des zunehmenden DMG I wieder zunichte machen. Bei schwermelkenden Tieren zeigt sich der gleiche Trend in abgeschwächter Form.

3.3 Einfluß des prozentualen Saugtaktanteils auf die Milchabgabe

Erhöht man den Saugtaktanteil von 20 auf 80% (Abb.7), so zeigt sich bei allen Kühen eine deutliche Beschleunigung des Milchflusses. Dies erklärt sich daraus, daß sich bei schwermelkenden Kühen das Zitzengummi bei 20% Saugphase praktisch nicht mehr öffnet; bei 80% Saugtaktanteil beträgt die Milchflußphase ca.55%.

Bei leichtmelkenden Kühen zeigen sich analoge Verhältnisse; die Länge der Milchflußphase ist jedoch aufgrund des leicht gesenkten Vakuums etwas nach oben parallel verschoben.

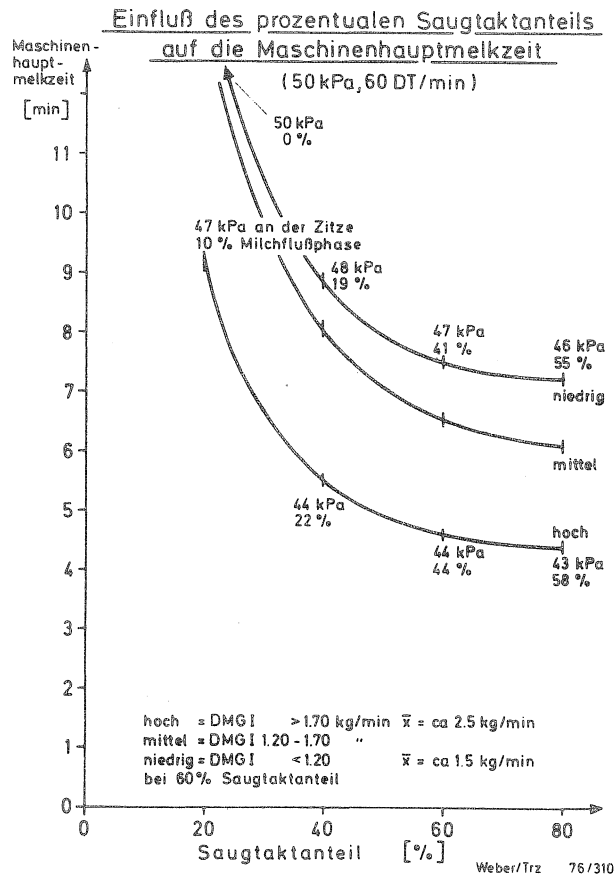


Abb. 7

Die dargelegten Ergebnisse bestätigen sich bei Betrachtung der einzelnen Phasen (Abb.8).

In der ersten Phase wirkt sich die Saugtakterhöhung von 20 auf 80% stark positiv auf den Milchfluß aus, dieses Verhalten ist in der zweiten Phase weniger ausgeprägt. In der dritten Phase nimmt die prozentual gewonnene Milchmenge mit steigendem Saugtakteil bei allen Tieren annähernd einheitlich ab, während dagegen in der vierten Phase die Kühe mit mittlerem und niedrigem Milchfluß deutlicher reagieren als die Tiere mit hohem Milchfluß.

Auf das Nachgemelk hat die Länge des Saugtaktes innerhalb eines vernünftigen Bereiches keinen Einfluß (Abb.9).

Einfluß des prozentualen Saugtaktanteils auf die zeitliche Verteilung des Maschinenhauptgemelks in den einzelnen Phasen der Maschinenhauptmelkzeit

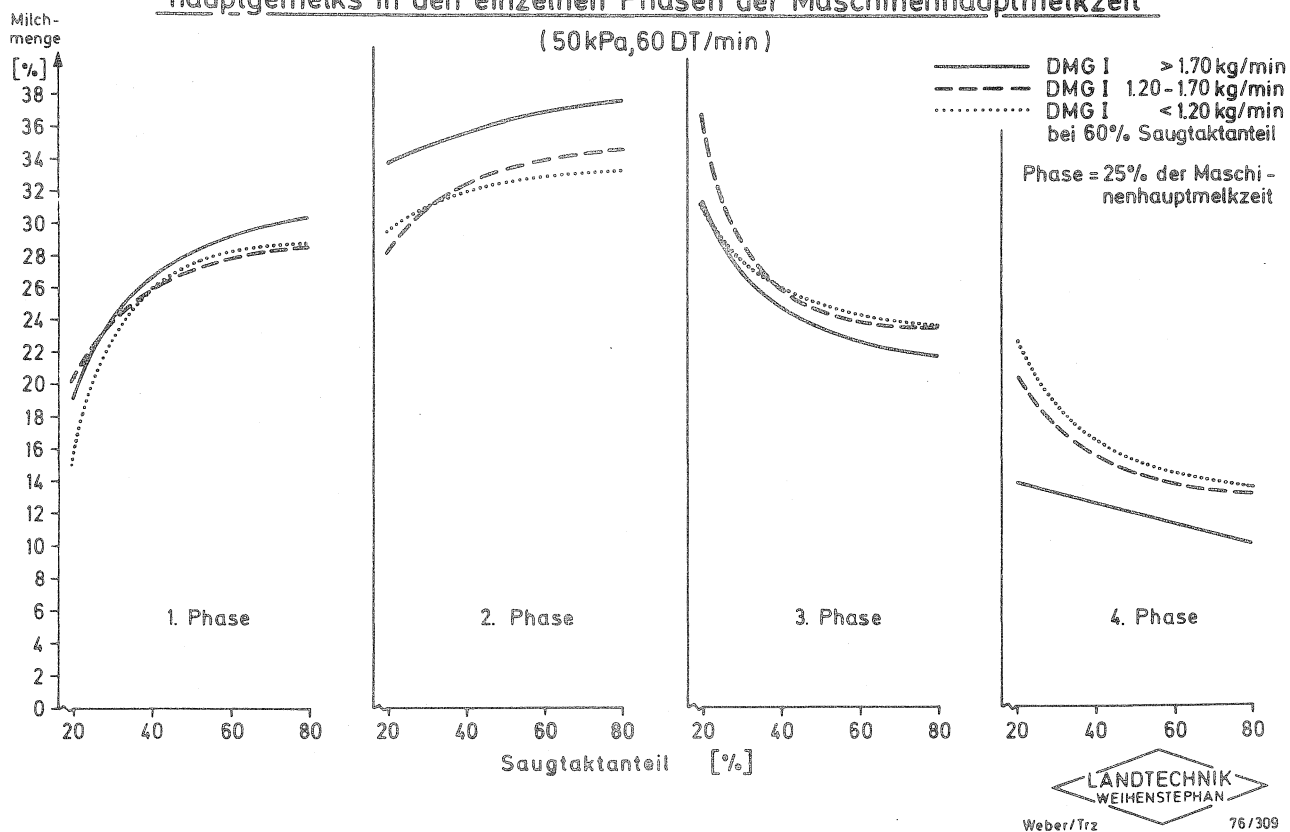


Abb. 8

Einfluß des prozentualen Saugtaktanteils auf das durchschnittliche Minutengemelk I + II

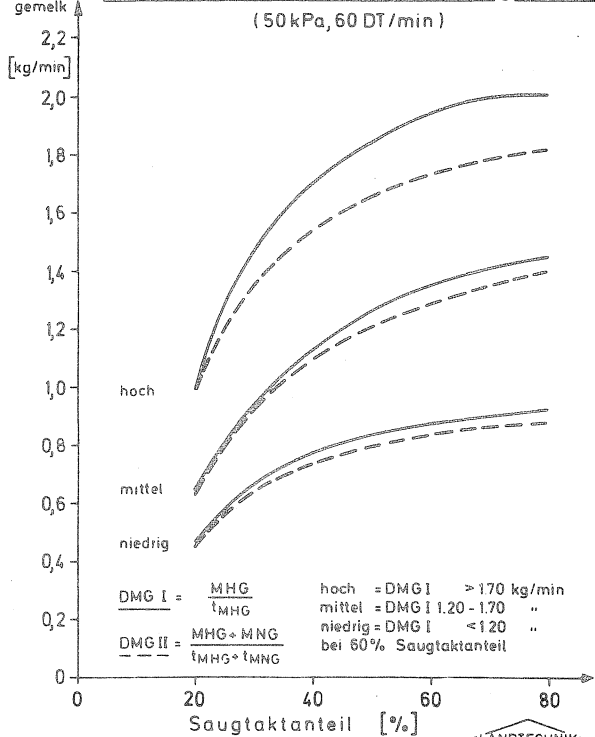


Abb. 9

Bei 20% Saugtaktanteil öffnet sich das Zitzengummi praktisch nicht und das Tier wird während der gesamten Melkzeit sozusagen "nachgemolken". Saugtaktanteile im Bereich von ca. 60 bis ca. 80%, d.h. bei einer Milchflußphase von ca. 55%, zeigen jedoch keinen Einfluß auf Maschinenhauptgemelk und Maschinennachgemelk.

4. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

- a) Die dargelegten Ergebnisse zeigen einen unterschiedlichen Einfluß der Melkparameter auf die einzelnen Kennwerte der Milchabgabe. Alle Veränderungen der melkmaschinentechnischen Parameter wirken sich bei Tieren mit niedrigem Milchfluß am stärksten und bei Tieren mit hohem Milchfluß am geringsten aus.
- b) Die unterschiedlichen melkmaschinentechnischen Parameter beeinflussen die Milchabgabe der Kuh in den einzelnen Milchflußphasen deutlich. So tritt bei einer Erhöhung der Parameter neben einer unterschiedlichen Verringerung der Maschinenhauptmelkzeit gleichzeitig eine Verschiebung innerhalb der Milchflußkurve in Richtung Milchflußbeginn ein. Diese Veränderungen lassen es sinnvoll erscheinen, in zukünftigen Arbeiten die Vakuumapplikation entsprechend dem Milchfluß zu steuern.
- c) Die Abweichung der Verhältnisse am Euter von den melkmaschinentechnischen Nennwerten ist beträchtlich und läßt Bestrebungen zur Vakuumstabilisierung als unbedingt erforderlich erscheinen.
- d) Die genannten Abweichungen haben naturgemäß Folgen für die Bewertung der in der Literatur beschriebenen Melkversuche und die daraus abgeleiteten Optimalbereiche für Vakuumhöhe und Pulsierung.

Einfluß von Vakuumschwankungen in Melkanlagen auf Pulsierung und Eutergesundheit

Von Hermann Worstorff, Freising-Weihenstephan

Dieser Beitrag gibt eine Übersicht über die grundlegende Problematik der Konstanthaltung von Vakuum und Pulsierung sowie der Übertragung von Mastitisserregern durch Vakuumschwankungen und sich daraus ergebende Entwicklungstendenzen.

Biologie des Milchflusses

Die maschinelle Milchgewinnung erfolgt durch Öffnen des Strichkanals mit einem angelegten Vakuum in Verbindung mit einer gewissen seitlichen Abstützung durch die Wandung des Zitzengummis. Dabei fließt nicht nur Milch von den Zisternen nach außen, gleichzeitig werden auch Blut und Lymphe in den Zitzenbereich gesaugt. In der Folge vermindert sich der Querschnitt des Strichkanals, der Milchfluß nimmt bereits nach 0,5 Sekunden ab und stabilisiert sich im Verlauf von weiteren 1,5 Sekunden auf etwa 50 % des Ausgangswertes. Aus dieser Tatsache ergeben sich zwei Konsequenzen:

1. Eine Blutansammlung in der Zitze sollte im Hinblick auf schnellen Milchfluß – und wahrscheinlich Schonung des Gewebes – vermieden werden. Das geschieht durch „Auspressen“ des Zitzengewebes im Entlastungstakt durch den kollabierenden Zitzengummi.

2. Es erscheint logisch, daß es Optima für die Dauer von Saug- und Entlastungstakt geben muß, und daß beide im Zusammenhang mit der Vakuumhöhe stehen.

Biotechnische Richtwerte für Melkanlagen

Von diesen Grundlagen ausgehend, hat man sich auf folgende Richtwerte geeinigt, die auch Arbeitstechnik und Eutergesundheit berücksichtigen:

Pulsfrequenz: etwa 40 bis 60 Doppeltakte pro Minute (DT/min):

Pulsverhältnis: etwa 50 bis 75 %:

Vakuumhöhe: etwa 50 Kilopascal (kPa) = 0,5 bar.

Die Melkmaschinenhersteller verwenden unterschiedliche Kombinationen dieser drei Werte, weisen jedoch übereinstimmend mit der Forschung auf die Notwendigkeit hin, die gewählten Werte konstant zu halten, weil Abweichungen zu arbeitswirtschaftlichen und eutergesundheitlichen Nachteilen führen. Die angestrebten Optimalwerte werden allerdings von etwa 80 % der in Betrieb befindlichen Melkanlagen nicht mehr erreicht, weil durch Verschmutzung, Verschleiß oder absichtliche Verstellung wichtiger Maschinenteile die ursprüngliche Leistung mehr oder weniger stark gemindert ist.

Unregelmäßige Vakuumschwankungen

Aber auch in vorschriftsmäßig ausgelegten und gewarteten Melkanlagen kann es zu Schwierigkeiten kommen, die grundsätzliche Fragen der Konstanthaltung von Vakuum und Pulsierung aufwerfen. Zunächst sind die sogenannten unregelmäßigen Vakuumschwankungen zu nennen. Sie entstehen durch unzureichende Vakuumversorgung, zum Beispiel mangelnder Pumpenleistung oder zu klein dimensionierter Leitungswege, und werden gefördert durch die Doppelaufgabe von Milchableitung und Vakuumführung in weiten Teilen einer Melkanlage. Die Folge dieser Schwierigkeit ist ein Vakuumabfall, der immer zuerst und verstärkt im milchableitenden System auftritt. Die Abbildung 1 soll einen Eindruck von Höhe und Verlauf unregelmäßiger Schwankungen in verschiedenen Melkanlagentypen beim Melkzeugwechsel vermitteln. Die verglichenen Maschinen waren jeweils mit vier Melkeinheiten ausgerüstet und entsprechend DIN 11 845 ausgelegt. Die Abbildung 1 zeigt, daß Eimermelkanlagen und Melkstandanlagen mit niedrig verlegter Milchleitung ein praktisch konstantes Leistungsvakuum haben. Bei entsprechender Auslegung und Auswahl der Melkanlagenart können also unregelmäßige Vakuumschwankungen ausgeschaltet werden. Bei Rohrmelkanlagen mit hoch verlegter Leitung zeigen sich dagegen starke Vakuumschwankungen beim Melkzeugwechsel. In Verbindung mit in der Praxis häufig anzutreffender unzureichender Pumpenkapazität und zu geringen Leitungsquerschnitten wird sogar während der gesamten Melkdauer mit einem Vakuum unter 50 kPa (0,5 bar) gemolken.

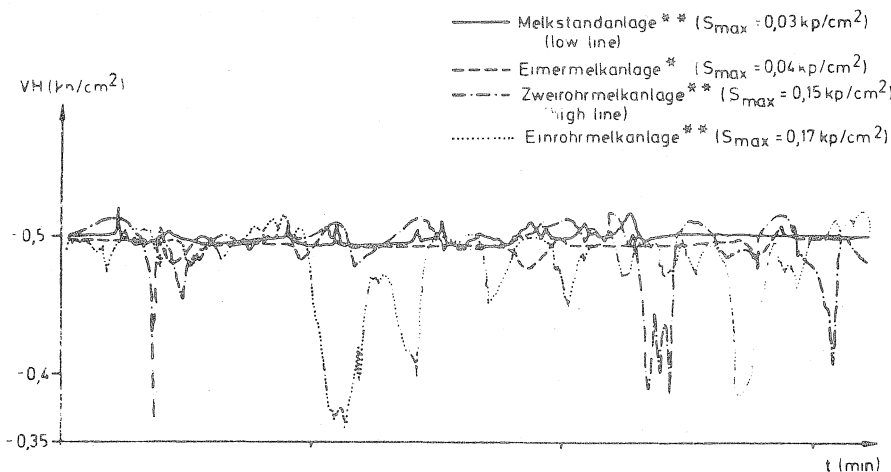


Abb. 1: Unregelmäßige Schwankungen des Vakuums bei verschiedenen Melkanlage-Arten, jeweils bei Betrieb mit vier Melkeinheiten (Meßpunkt: Ende der Vakuumleitung bei Eimermelkanlage, Ende der Milchleitung bei den anderen Anlagen)

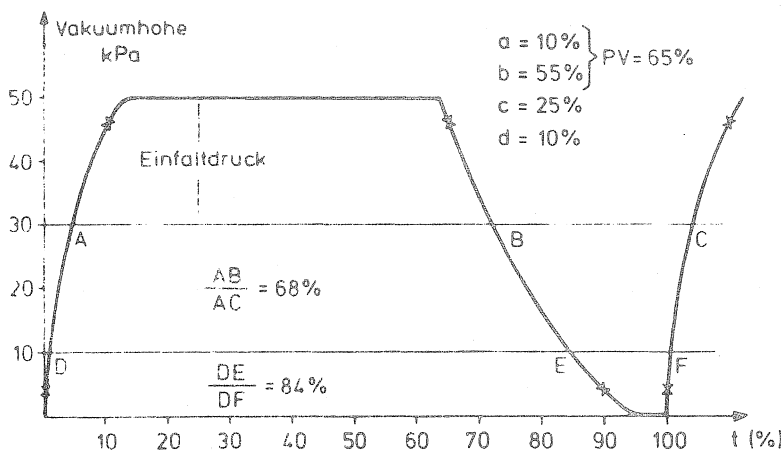


Abb. 2: Pulsverhältnis in Abhängigkeit von der Vakuumhöhe bei gegebenem Einfaltedruck

Vakuumschwankungen und Pulsierung

Wenn das Betriebsvakuum abfällt, geschehen zwei Dinge:

1. Im Saugtakt öffnet sich der Zitzengummi nicht nur bis zu seiner Ausgangsform, sondern er wird aufgrund der herrschenden Druckdifferenz von zum Beispiel 30 kPa (0,3 bar) im Zitzengummi-Innenraum und 50 kPa (0,5 bar) im Pulsraum „aufgeblasen“, bis er an der Wand des Zitzenbeckers anliegt. Bei diesem „ballooning effect“ genannten Vorgang wird das Zitzengewebe mitgenommen und gedehnt. Gleichzeitig bestehen enge Zusammenhänge zum später dargestellten Rückfluß in Verbindung mit zyklischen Vakuumschwankungen. Bei Einrohrmelkanlagen, die ihre Pulsluft aus dem Melkzeug beziehen, gibt es naturgemäß auch bei unregelmäßigen Schwankungen keinen Druckunter-

schied zwischen Zitzengummi-Innenraum und Pulsraum. Bei diesen Anlagen kann also das „balooning“ nicht auftreten.

2. Aufgrund der geänderten Differenzdruckverhältnisse weicht die Bewegung des Zitzengummis von der am Pulsator eingestellten Pulsierung ab: Ein Zitzengummi öffnet und schließt sich bei einer bestimmten Druckdifferenz durch die Wandung. Der erforderliche Differenzdruck wird „Einfaltdruck“ genannt und wesentlich von Härte und Dicke des Gummimaterials bestimmt. Die Beziehungen zwischen Vakuumbhöhe und Pulsierung werden in Abbildung 2 graphisch für eine Pulskurve mit 65 % Saugtaktanteil beispielhaft erläutert.

Für einen Zitzengummi mit dem angenommenen Einfaltdruck von 20 kPa (0,2 bar) und einer konstanten Vakuumbhöhe an der Zitzenspitze von 50 kPa (0,5 bar) errechnet sich das tatsächliche Pulsverhältnis aus $\frac{AB}{AC} = 68\%$. (Der Gummi öffnet in A, schließt in B und öffnet zum neuen Zyklus in C). Senkt sich das Vakuum im Zitzengummi-Innenraum auf 30 kPa (0,3 bar), so wird die Linie ABC zur Ermittlung des tatsächlichen Pulsverhältnisses um 20 kPa (0,2 bar) parallelverschoben und läuft nun durch die Punkte DEF. Es ergibt sich ein Saugtakt von 84 % und eine Abweichung von 19 % vom Sollwert. Aus der Abbildung 2 ist weiterhin ersichtlich, daß die Beeinflussung des tatsächlichen Pulsverhältnisses abhängig ist von Einfaltdruck, Vakuum senkung und Anstiegs- und Abfallflankenwinkel der Pulskurve.

Zyklische Vakuumschwankungen

Neben den unregelmäßigen Vakuumschwankungen gibt es den sogenannten zyklischen Typ. Er wird ausgelöst durch die zyklischen Volumenänderungen des pulsierenden Zitzengummis und hauptsächlich geprägt von der Milchflußintensität. Die Verhältnisse sind in Abbildung 3 dargestellt.

Es wird deutlich, daß beim Blindmelken praktisch keine Schwankungen auftreten, während bei einem Milchfluß von 4 l/min, der von vielen Kühen zumindest kurzzeitig erreicht wird, zyklische Fluktuationen in der Größenordnung von über 50 % des Betriebsvakuums regelmäßig gemessen werden können. Die dargestellten Verhältnisse werden praktisch ausschließlich vom Milchfluß und dem unmittelbaren Melkzeugbereich beeinflusst und treffen damit unabhängig von Typ und Fabrikat einer Anlage mehr oder weniger generell zu.

In Anbetracht unregelmäßiger und zyklischer Vakuumschwankungen kann also von einem stabilen Vakuum an der Zitze nicht gesprochen werden. Instabiles Vakuum bedeutet gleichzeitig inkonstante Pulsierung mit teilweise erheblichen Abweichungen vom Nominalwert.

Übertragung von Mastitisserregern mit der Melkmaschine

Neben der allgemeinen Übertragung von Bakterien durch unzureichend gereinigte und desinfizierte Melkzeuge haben Melkanlagen spezielle, mit den Druckverhältnissen im Zusammenhang stehende, Übertragungsmechanismen, die zum Teil sogar stark genug sind, um Mikroorganismen durch den Strichkanal zu „schießen“.

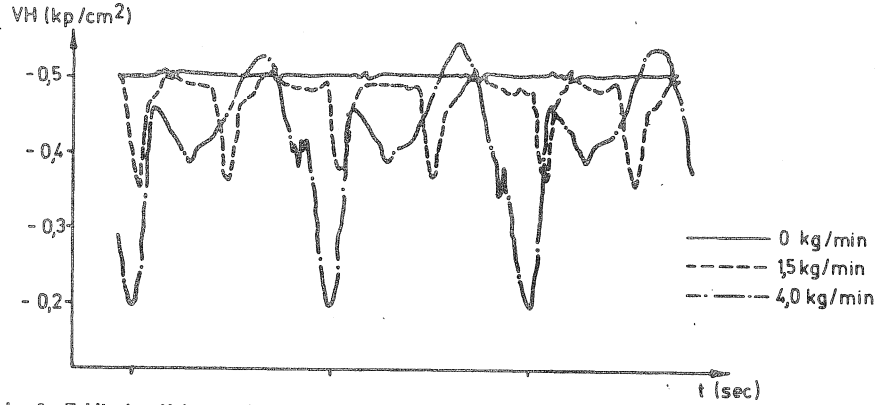


Abb. 3: Zyklische Vakuumschwankungen im Zitzenbecher-Innenraum in Abhängigkeit vom Flüssigkeitsdurchsatz je Zelleinheit

Extreme Druckunterschiede können im Zusammenhang mit den genannten zyklischen Vakuumschwankungen auftreten. In Abbildung 4 sind die Beziehungen zwischen Pulskurve, Vakuum am Zitzenende und Zitzengummibewegung veranschaulicht.

Es wird deutlich, daß beim Öffnen des Zitzengummis das Vakuum unterhalb der Zitze stark ansteigt, daß dann ein Druckabfall durch nachströmende Milch eintritt und das minimale Vakuum im jeweiligen Pulszyklus beim Übergang zum Entlastungstakt erreicht wird. Aufgrund der inkonstanten Vakuumverhältnisse ist die Zitzengummibewegung – im unteren Teil der Abbildung 4 wiedergegeben – stark abweichend von der Pulsatoreinstellung. Infolge des erforderlichen Druckausgleiches kommt es nicht zu einem direkten Abfluß der Milch aus dem Melkzeugbereich, sondern ein Teil der Flüssigkeit pendelt als Rückfluß zwischen den Zitzenbechern eines Melkzeuges hin und her und umspült die Zitzen. Mit der Milch werden naturgemäß auch Mastitisserreger im Melkzeug verbreitet und auf die Zitzen übertragen.

Der Vorgang beginnt, sobald der sogenannte kritische Milchfluß – ein Maß für die milchableitende Kapazität eines Melkzeuges, gemessen in l/min – überschritten wird. Das verstärkt sich beim Zusammenreffen zyklischer und unregelmäßiger Vakuumschwankungen, da dann infolge des bereits beschriebenen „balooning effects“ die Volumenänderungen im Zitzengummi-Innenraum und damit die auslösenden Kräfte besonders groß sind. Wird im Zuge des Druckausgleiches viel Milch zurückgesaugt, so kommt es zwar zu einem sichtbaren Umspülen der Zitzenkuppen, nicht aber zu einem unmittelbaren Eindringen der Mikroorganismen in den Strichkanal, da die dafür erforderliche Rückflußgeschwindigkeit in der Größenordnung von 6 m/s nicht erreicht wird. Aufgrund der großen pendelnden Milchmenge werden lediglich Geschwindigkeiten von etwa 1 m/s erreicht. Bereits der intensive äußere Kontakt der Zitzengruppe mit potentiell infizierter Milch erhöht jedoch das Mastitisrisiko deutlich.

In modernen Melkanlagen mit groß dimensionierten milchableitenden Wegen sowie gegen Ende des Milchflusses können dagegen Rückflußgeschwindigkeiten von 15 bis 20 m/s gemessen werden, die zu ei-

nem direkten „Einschießen“ von im Luftstrom fein verteilten Bakterien führen können. Am Ende des Milchflusses ist die Gefahr besonders groß, da aufgrund des Nachmelkens Leckluft in die Zitzenbecher eindringt und ein Druckgefälle hervorruft. Zusätzlich werden einmal in den Strichkanal gelangte Bakterien nicht mehr vom Milchstrom ausgewaschen.

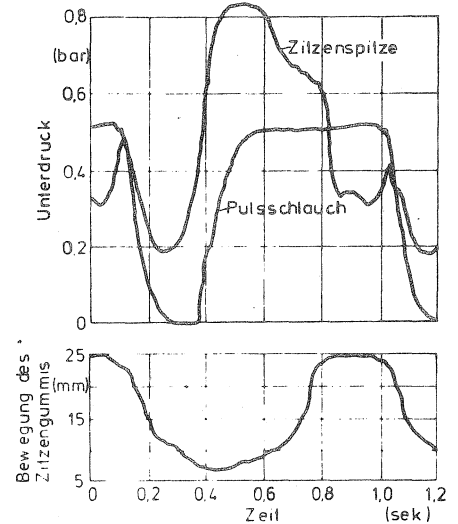


Abb. 4: Zyklische Vakuumschwankung und Zitzengummibewegung

Entwicklungstendenzen

Man kann die Forschungsrichtungen unterteilen in

- ▷ Weiterentwicklung konventioneller Verfahren
- ▷ Experimentieren mit neuen Lösungswegen.

Eine Weiterentwicklung der konventionellen Technik hat nur Erfolg, wenn die Vakuumbedingungen und damit die Zitzengummibewegung stabilisiert werden können. Gewisse Verbesserungen dürften noch mit einer genauen Abstimmung von Vakuumbhöhe, Pulsierung und Dimensionierung der milchableitenden Wege zu erreichen sein; größere Reserven liegen in der frühzeitigen Trennung von Milch und Luft in Verbindung mit einem getrennten Transport der beiden Medien. Im weiteren Schritt ist dann gegebenenfalls eine biotechnische Faktoroptimierung möglich. Beide Wege werden im Institut für Landtechnik in Weihenstephan im Rahmen des interdisziplinären Forschungsvorhabens

SFB 141 systematisch analysiert.

Neue Lösungswege gehen ausnahmslos vom Zweiraumzitzenbecher zum Einraumbecher. Damit entfällt die pulsierungsbedingte Inkonzanz und gibt eine vakuumtechnisch überlegene Ausgangsposition. Inwieweit der Weg biotechnisch überlegen ist, werden die Entwicklungen zeigen.

Schlußfolgerungen

Praktiker und Berater sollten zunächst die Reserven ausschöpfen, die in den installierten Melkanlagen vorhanden sind, das heißt:

▷ optimale technische Funktion durch richtige Einstellung und sorgfältige Wartung, dadurch bessere Eutergesundheit und schnelleres vollständiges Ausmelken.

▷ Vermeiden von großen Vakuumschwankungen durch vorsichtiges Ansetzen und Abnehmen der Melkzeuge.

▷ gute Allgemeinhygiene, denn wo nur wenige Erreger sind, können auch nur wenige übertragen werden.

Forschung und Industrie müssen sich um die Stabilisierung von Vakuum und Pulsierung systematisch bemühen. Dabei wird

gleichzeitig das mit Vakuumschwankungen zusammenhängende Rückflußrisiko geschwächt. Parallel dazu dürfte die Kenntnis der physiologischen Zusammenhänge sich durch neue Forschungsergebnisse verbessern, so daß auf der Basis des vereinten Wissens eine Melkmaschine entstehen kann, deren wissenschaftlich gesicherte Funktion weitgehend unabhängig von eventuellen Bedienungsfehlern technisch garantiert ist.

Techniken für die Silageentnahme

Von L. Maier und M. Wagner, Welhenstephan

Bei der Fütterung von Silage ist die Entnahme in der Handarbeitsstufe sehr anstrengend und arbeitszeitaufwendig. Aus diesem Grund gewinnt die mechanische Entnahme zusehends an Bedeutung.

Zur mechanischen Entnahme von Silage aus Hochsilos können Obenfräsen, Untenfräsen oder Greifer eingesetzt werden.

Obenentnahmefräsen

Die Obenentnahmefräsen haben bei den Silofräsen den weitesten Einsatzbereich. Die Arbeitsmethode der Entnahme ist bei allen Obenfräsen-Bauarten gleich. Fräswerkzeuge reißen das Futter los und fördern es zur Silomitte in ein Wurf- oder Sauggebläse, das die Silage aus dem Silo transportiert.

Als Fräswerkzeuge dienen Fräsketten, Frässhnecken oder zinkenbesetzte Sternräder. Während bei Maissilage alle Fräswerkzeuge gleich gut arbeiten, hat sich in Grassilage eine Kombination von Vorfräsrolle und Fräskette gut bewährt (Abb. 1). Bei einer neueren Bauart werden zinkenbe-

setzte Sternräder, wie sie von Heuturm her bekannt sind, als Fräswerkzeuge verwendet. Mit diesen Sternrädern soll auch schlechter gehäckselte Grassilage mit guter Leistung entnommen werden können.

Bei herkömmlichen Obenfräsen wird die Silage von einem Gebläse über einen feststehenden Auswurfkrümmer durch die seitlichen Luken in einen Abwurfschacht geworfen, wobei das Gebläse in der Regel vertikal angeordnet ist. Eine neuere Bauart zur Entnahme von Maissilage legt das Gebläse horizontal über die Frässhnecke. Dadurch entfällt der Kollektor.

Fräsen, die das Futter mit einem Gebläse durch eine flexible Schlauchleitung oder Teleskoprohre über die gesamte Silohöhe ausblasen oder absaugen, können auch Silos ohne Auswurfluken oder Tiefsilos entleeren. Bei Fräsen, die das abgefräste Futter absaugen, kann sich das Gebläse neben dem Silo am Boden, auf dem Silo oder 2 bis 4 m über der Fräse befinden.

Das Gebläse ist für die Funktionssicherheit und Leistungsfähigkeit von großer Bedeutung. Daher sollten der Gebläsedurchmesser und der Kollektordurchgang ausreichend groß bemessen sein.

Von entscheidendem Einfluß auf die Funktionssicherheit und Förderleistung ist nach wie vor der Häckselzerkleinerungsgrad der Silage.

Bei grobstengeligen Futter wie Mais, Luzerne und Klee-gras ist ein ausreichender Zerkleinerungsgrad ohne Schwierigkeiten zu erreichen, so daß hier die Obenfräsen eine hohe Funktionssicherheit haben. Die Förderleistung beträgt bei Maissilage 70 bis 130 kg/min.

Auch bei exakt gehäckselter Grassilage (Gewichtsanteile der Schnittlängen kleiner als 40 mm über 80 %) ist eine hohe Funktionssicherheit gegeben. Die Förderleistungen liegen hier zwischen 40 und 80 kg/min. Bei schlecht gehäckselter Grassilage (Gewichtsanteile der Schnittlängen kleiner als 40 mm unter 60 %) geht die Förderleistung bei allen Bauarten auf 20 bis 40 kg/min. zurück. In Grassilage, mit Kurzschnittladewagen geerntet, vermindert sich die Förderleistung noch weiter, und es treten häufiger Störungen auf.

Der Leistungsbedarf der Obenfräsen ist vor allem von der Gebläsedrehzahl und der Förderleistung abhängig. Fräsen,

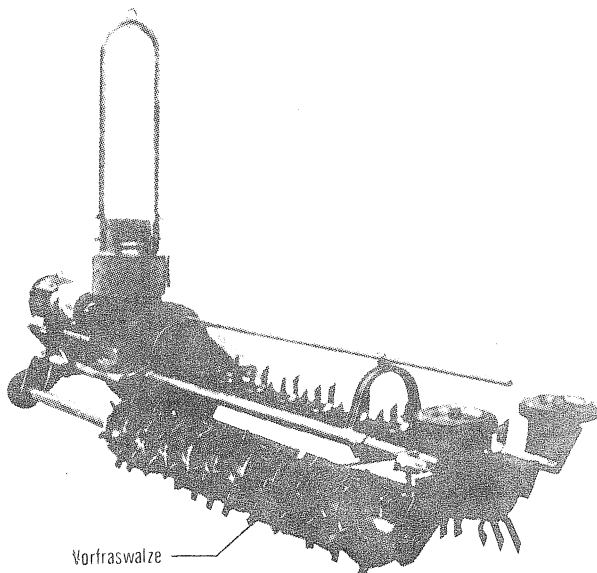


Abb. 1: Obenfräse als Kettenfräse mit Vorfräsrolle

die das Futter über die gesamte Silohöhe fördern, benötigen bei gleicher Förderleistung einen höheren Leistungsbedarf als solche, die durch Auswurfkluken auswerfen.

Untenfräsen

Untenfräsen stellen an den Zerkleinerungsgrad noch höhere Anforderungen, als sie bei Obenfräsen für eine einwandfreie Funktion gelten. Das Futter muß exakt gehäckselt werden, und der TM-Gehalt soll bei Anweilgut über 35 % betragen.

Für den Einsatz einer Untenfräse ist es notwendig, daß das Silo auf einem speziellen Fundament errichtet wird. Silobehälter und Fräse werden daher im allgemeinen als Einheit angeboten. Ein nachträglicher Einbau ist nicht möglich.

Bei den meisten Untenfräsenbauarten wird durch langsames Rotieren des Fräsarmes die Silage von einer Fräskette abgefräst und zur Silomitte transportiert. Dort fällt sie entweder durch eine zentrale Auswurföffnung nach unten,

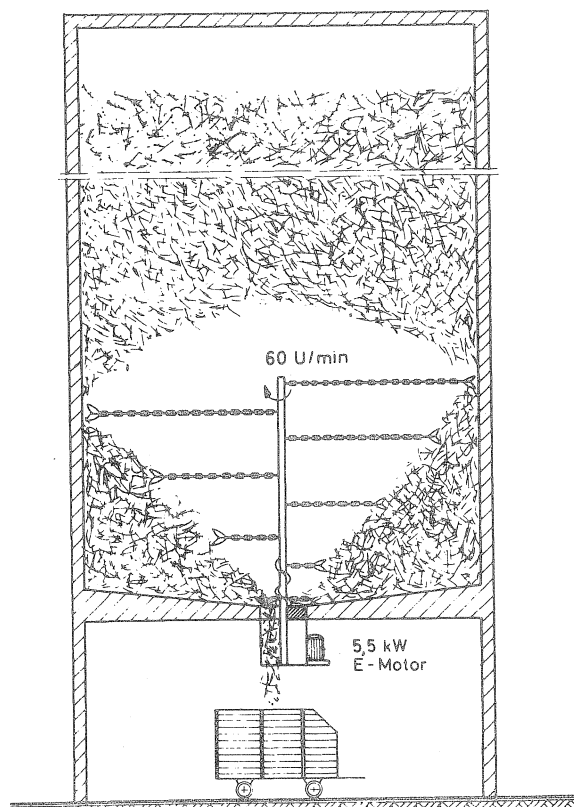


Abb. 2: Untenfräse mit einer zentralen Mittelachse, an der sich Ketten zum Lösen und Transportieren der Silage befinden

oder sie wird von einer zweiten, im Silofundament versenkten Förderkette nach außen transportiert.

Eine neue Bauart hat an einer rotierenden Mittelachse Ketten unterschiedlicher Länge, an deren Ende sich Schneider beziehungsweise Krampen befinden (Abb. 2). Die beiden längsten Ketten am oberen Ende der Mittelachse schlagen das Futter aus dem Futterstock los, während die übrigen Ketten die Silage trichterförmig nach unten zur Auslaßöffnung transportieren.

Die Förderleistung bei Maissilage beträgt bei 50 bis 100 kg/min. und bei exakt gehäckselter Grassilage 30 bis 50 kg/min. Bei Störungen muß die Fräse ausgebaut werden. Eine Entnahme der Silage im Handbetrieb ist in der Regel nicht möglich.

Greifer

Greifer als Hallenlaufkräne mit vollmechanischem Ablauf aller Bewegungsvorgänge stellen bei geringem Kraftbedarf leistungsfähige Geräte zur Entnahme aller Fruchtarten



Abb. 3: Radiader bei der Entnahme von Maissilage

aus Hoch- und Tiefsilos dar — ohne Einschränkungen durch TM-Gehalt und Zerkleinerungsgrad. Die entnommene Silage kann auf einen Futterwagen abgelegt oder, bei geeigneter Gebäudeanordnung, direkt auf den Futtertisch transportiert werden.

Für einen reibungslosen Arbeitsablauf müssen die Silos mit einer massiven Tragkonstruktion überbaut werden, die einen lichten Freiraum von mindestens 2 m über dem Silo erfordert.

Die Entnahmelistung hängt vor allem vom Zangenfüllgewicht und der zu überwindenden Förderstrecke ab. Mit einem durchschnittlichen Zangenfüllgewicht von 200 kg kann mit einer Leistung von 120 bis 140 dt/h gerechnet werden, wenn die Silage unmittelbar neben dem Silo abgelegt werden kann. Sind größere Förderstrecken zu überwinden, geht die Entnahmelistung stark zurück.

Greiferanlagen werden hauptsächlich in Grünlandbetrieben verwendet, da mit dem gleichen Gerät auch die Ein- und Auslagerung von Heu mechanisiert werden kann.

Frontlader

Für die Silageentnahme aus Flachsilos wurde bisher der Frontlader am häufigsten eingesetzt. Das kostengünstige Gerät hat sein Haupteinsatzgebiet in Mais- und kurzge-

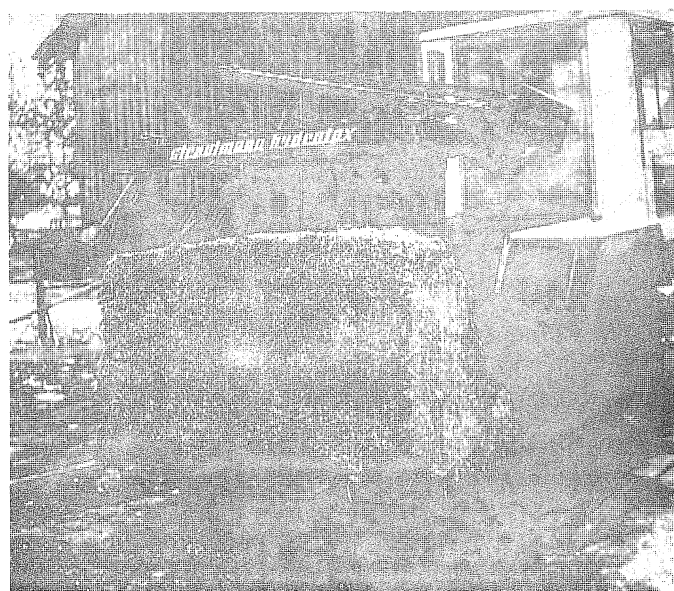


Abb. 4: Anbauschneidgerät an der Dreipunkthydraulik mit spatenförmigem Messer in Transportstellung



Abb. 5: Anbauschneidgerät am Frontlader. Das hydraulisch betriebene, zweiseitig schneidende Sägemesser bewegt sich selbsttätig über eine gezahnte Führungsschiene auf dem Schneidrahmen

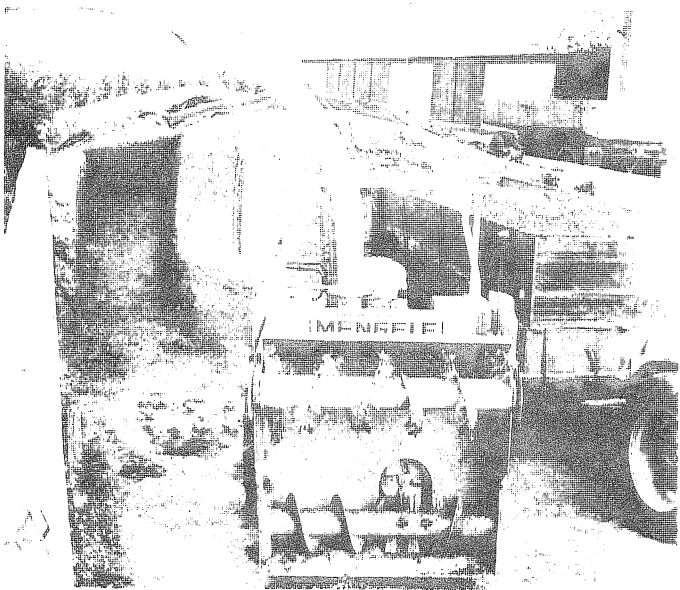


Abb. 6: Flachsilofräse mit Gebläse. Im Hintergrund sind die glatten Anschnittflächen am Futterstock zu erkennen

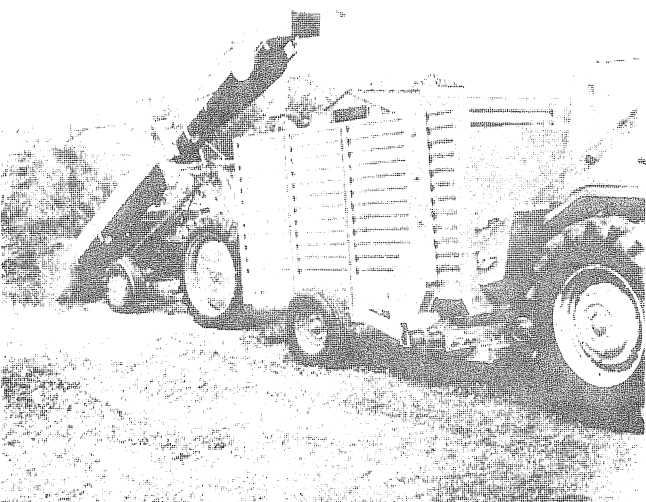


Abb. 7: Auf einem Schlepper aufgesattelte Flachsilofräse mit Frästrommel und Förderband

häckselter Grassilage. Die bei der Frontladerentnahme entstehende Auflockerung des Futterstockes, die Hauptursache einer verlustreichen Nachgärung, kann durch eine hydraulisch kippbare Schaufel vermindert, aber nicht ganz vermieden werden. Für große Silagemengen wird anstelle des Schlepper-Frontladers auch der aus der Bauwirtschaft bekannte Radlader verwendet (Abb. 3). Das notwendige Vorschneiden in vorgewelkter Grassilage ist mit Handgeräten eine sehr anstrengende Arbeit, die sich mit motorgetriebenen Geräten etwas erleichtern läßt.

Vorschneidgeräte

Die Anbauschneidgeräte brachten eine wesentliche Verbesserung der Silageentnahme aus dem Flachsilo. Die Geräte werden an der Dreipunkthydraulik oder im Frontlader eines Schleppers angebaut. Die Geräte bestehen im wesentlichen aus einer stabilen Gabel mit einem darüber angebrachten Schneidwerk, das am Futterstock eine glatte Anschnittfläche hinterläßt (Abb. 4). Die Zinken werden in den Futterstock gestoßen, das Schneidwerk, ein spatenförmiges Messer, ein Sägemesser oder eine Schneidkette, mit hydraulischen oder mechanischem Antrieb schneidet je nach Bauart ein 0,8 bis 1,8 m³ großes Paket aus dem Futterstock. Durch Anheben des Gerätes wird der herausgeschnittene Block entnommen und anschließend zum Futterplatz transportiert und dort abgesetzt (Abb. 5). In der Standardausführung können durchschnittlich Silohöhen bis zu 1,80 m, mit Hubgerät bis 2,80 m, entnommen werden.

Anbauschneidgeräte stellen hohe Anforderungen an die Hubkraft des Schleppers. Um die mögliche Ladekapazität bei Mais- und Grassilage einigermaßen ausnützen zu können, sind Schlepper ab 60 PS mit einer ausreichenden Tragkraft erforderlich. Leichtere Schlepper müssen mit Front- oder Heckballastgewichten ausgerüstet werden und erzielen nur entsprechend geringe Entnahmeeleistungen.

Anbauschneidgeräte besitzen in allen Silagearten, unabhängig vom TM-Gehalt und der Schnittlänge der eingelagerten Silage, eine hohe Funktionssicherheit. Die Entnahmeeleistungen bewegen sich bei durchschnittlichen Blockgewichten von 500 bis 800 kg, je nach Silageart und Gerätetyp, zwischen 50 und 80 dt/h. Die am Futtertisch abgesetzten Blöcke werden nicht aufgelockert. Damit ist die Gefahr von Verlusten durch Nachgärung gering. Es kann deshalb — zumindest bei stabilen Silagen — für mehrere Tage auf Vorrat entnommen werden, so daß der Schlepper nicht täglich eingesetzt werden muß.

Die Verteilung der Pakete in den Trog ist Handarbeit. Jedoch läßt sich die Silage bei den abgesetzten Blöcken von oben her leicht abnehmen und in Gabelwurfweite verteilen.

Flachsilofräsen

Eine vollmechanische Entnahme und Verteilung der Silage ist nur mit Flachsilofräsen in Verbindung mit einem Futterwagen möglich. Flachsilofräsen fräsen den Futterstock ohne Auflockerung glatt ab, so daß eine Nachgärung weitgehend vermieden wird (Abb. 6). Bei allen Bauarten löst ein als Fräskette, Frässhnecke oder Frästrommel ausgebildetes Fräsorgan die Silage aus dem Futterstock ab. Das abgefräste Gut fällt nach unten, wird von einer Sammelmulde aufgenommen und gelangt über eine Querfördererschnecke in ein Gebläse oder Förderband. Gebläse oder Förderband fördert dann die Silage auf einen Transportwagen (Abb. 7). Die Fräsen sind als Anbau- oder Anhängengeräte zapfwellengetrieben, können aber auch als selbstfahrende Einheit mit Verbrennungs- oder Elektro-Motor ausgerüstet sein. Je nach Bauart kann Silage bis zu maximalen Silohöhen zwischen 2,50 und 5 m entnommen werden.

Flachsilofräsen haben ihr Haupteinsatzgebiet in Maissilage. Die Entnahmeleistungen werden wesentlich von der verfügbaren Antriebskraft bestimmt. Bei Verwendung eines Gebläses werden mehr als 80 % der aufgewendeten Antriebskraft für das Fördern und nur 15 — 20 % für das Fräsen gebraucht. In der Praxis müssen zur Abdeckung der Leistungsspitzen 60 PS verfügbar sein, um Entnahmeleistungen von 200 bis 300 dt/h zu erreichen. Demgegenüber benötigen Fräsen mit Förderbändern in Maissilage bei gleichen Entnahmeleistungen nur etwa ein Drittel der Antriebskraft. Hier entfällt etwa die Hälfte auf das Fräsen und die andere Hälfte auf das Fördern. Der Einsatz von Fräsen in Grassilage setzt Häckselgut voraus. Die Entnahmeleistungen werden wesentlich von der Schnittlänge des eingelagerten Gutes bestimmt. Sie sind auch bei kurz gehäckselter Grassilage mit 60 — 80 dt/h wesentlich geringer als die bei Maissilage erreichbaren.

Fräswagen

Die Fräswagen stellen eine Kombination aus einer Fräse und einem Futtermittelverteilwagen dar, so daß das Futter mit einer Geräteeinheit entnommen, transportiert und verteilt werden kann. Sie sind als Anhängegeräte oder als Aufsattel- und Anbaugeräte für die Dreipunkthydraulik gebaut (Abb. 8 und 9). Aus arbeitswirtschaftlichen und ökonomischen Gründen sollte das Fassungsvermögen des Fräswagens mindestens zwei Kubikmeter betragen. Der Bauaufwand der Fräswerkzeuge ist für die kleinen Geräte ebenso hoch wie für die großen Einheiten.

Bei den Anhäng- und Aufsattelgeräten mit einem eigenen Fahrgestell kann das Fassungsvermögen ohne besondere Rücksicht auf die Schleppergröße erweitert werden. Das Fassungsvermögen der Anbaugeräte wird durch die Tragkraft der Schlepper begrenzt. Aus diesem Grund scheint der Trend zu den Anhäng- und Aufsattelgeräten zu gehen. Bisher werden Fräswagen bis zu 3,5 cbm angeboten. Bei den Anhängegeräten ist man bereits dabei, noch größere Einheiten zu entwickeln. Die Fräsorgane bestehen ähnlich wie bei den Flachsilofräsen aus einer quer zum Schlepper liegenden Frästrommel oder aus mehreren kleinen Frästrommeln längs zur Fahrriechung. Die Arbeitsbreite des Fräsorgans entspricht der Breite des Transportbehälters. Das Ladegut wird durch die am Fräsorgan angebrachten Wurfwerkzeuge über die gesamte Arbeitsbreite direkt in den Transportbehälter geworfen. Bei einem anderen System wird das Ladegut mit einem hydraulisch bedienbaren Zwischenbehälter in den Transportbehälter absätzig umgefüllt.

Die Fräswagen benötigen keine gesonderten Förderaggregate für den Transport des Gutes vom Fräsorgan zum Vorratsbehälter. Daher ist der Kraftbedarf für die Entnahme wesentlich geringer als bei den speziellen Flachsilofräsen. Für den Antrieb werden Schlepper zwischen 30 und 50 PS benötigt.

Die Entnahmeleistung der Fräswagen entspricht je nach Bauart den Leistungen der normalen Silofräsen. Grassilo sollte möglichst gehäckselst sein. Bei längerem Gut geht die Fräsleistung sehr stark zurück.

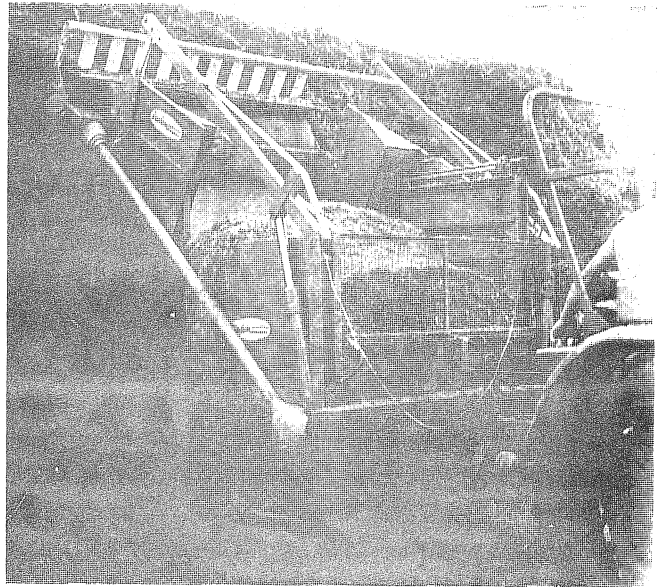


Abb. 8: Fräswagen als Anhängegerät. Der vor der Fräswalze sitzende Aufnahmebehälter wird nach der Befüllung in den Transportbehälter übergekippit. Der Austrag erfolgt durch die senkrecht stehende Kratzerkette, die beim Austragen auf dem Futter aufliegt und das Futter von oben her abfräst

Im Stall wird das Futter genau wie beim Futtermittelverteilwagen mit Kratzketten in Verbindung mit Dosierwalzen oder Austragsschnecken seitlich abgelegt. Größtenteils können die Fräswagen mit einem Kraftfutterdosierer gekoppelt werden, was besonders in der Bullenmast große arbeitswirtschaftliche Vorteile bringt.

Entnahme und Fütterung — eine Einheit

Die Entnahme und Fütterung von Silage kann nur als eine Einheit betrachtet werden. Um eine bessere Einordnung der Geräte zu ermöglichen, werden verschiedene Arbeitsverfahren in der Milchviehhaltung und Bullenmast dargestellt.

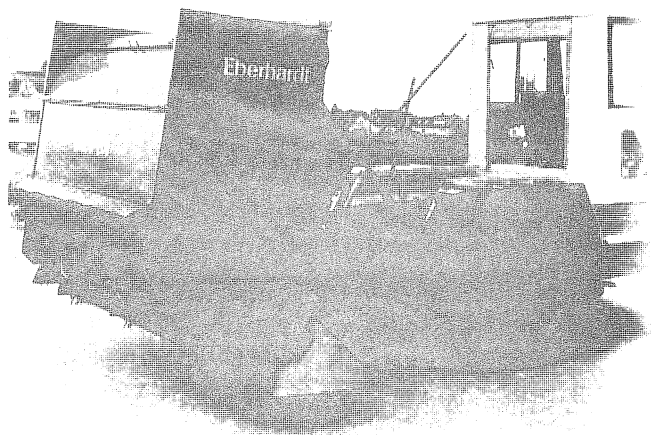
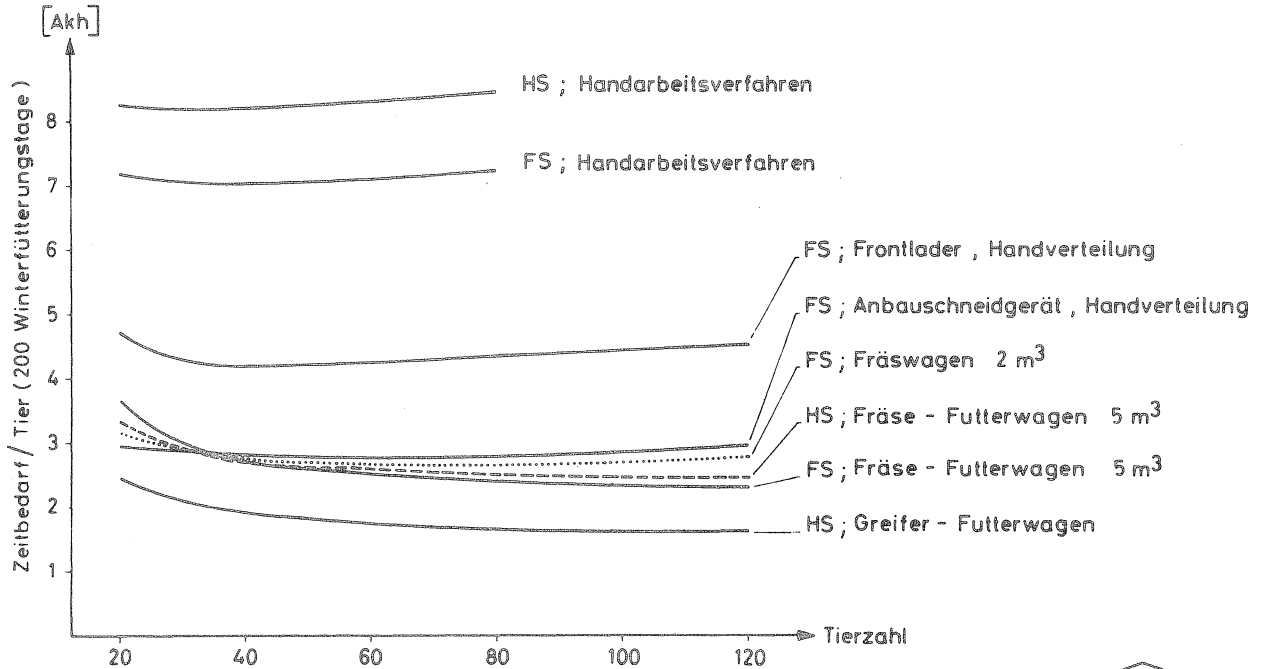


Abb. 9: Fräswagen mit hinten angebrachten Fräswerkzeugen mit Wurfschau-feln, die den Transportbehälter (2 m³) befüllen. Der Austrag in den Futter-trog erfolgt seitlich

In der Milchviehhaltung wurde nur die Entnahme und Vorlage von Grassilage berücksichtigt (Abb. 10). Von den verschiedenen Verfahren erfordert die Handarbeitsstufe den höchsten Zeitbedarf. Auch der Frontlader schneidet bei Grassilage gegenüber den leistungsstarken Anbauschneidgeräten ungünstiger ab, da hier ein Vorschneiden von Hand erforderlich ist. Die übrigen Arbeitsverfahren weisen keine großen Unterschiede auf; sie weichen nur bei höheren Tierzahlen etwas voneinander ab. Der Greifer erreicht eine hohe Entnahmeleistung. Er erfordert daher in Verbindung mit einem Futtermittelwagen den geringsten Arbeitszeitbedarf. In der Bullenmast ist die Futterration wesentlich einheitlicher und besteht in der Regel nur aus Maissilage und

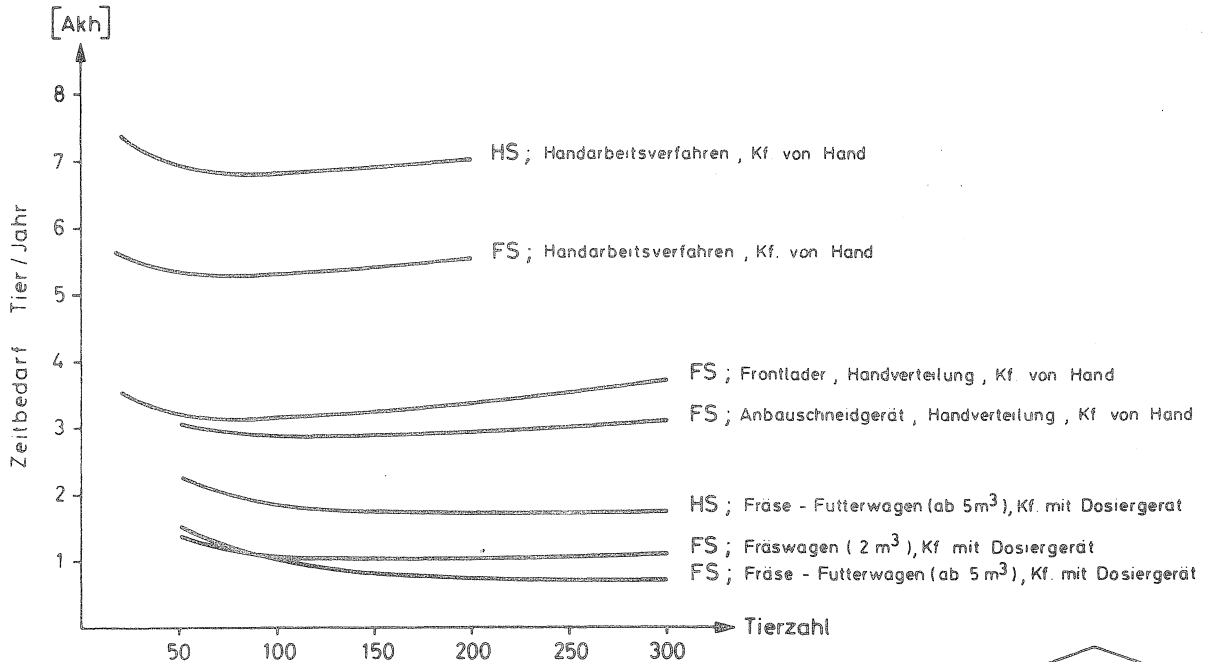
Krafftutter. In den dargestellten Arbeitsverfahren sind daher beide Futterarten mit einbezogen (Abb. 11). Auch bei Maissilage erfordert die Handarbeitsstufe den höchsten Arbeitsaufwand. Frontlader und Anbauschneidgerät liegen bei Maissilage dicht beieinander. Der etwas geringere Zeitbedarf für das Anbauschneidgerät ist auf das höhere Ladegewicht und die dadurch bedingte geringere Anzahl an Fahrten bei gleicher Tierzahl zurückzuführen. Die Kombination Hochsilofräse-Futterwagen schneidet hier wegen der geringeren Förderleistung etwas ungünstiger ab als Fräswagen und Flachsilofräse mit Futterwagen. Diese beiden Arbeitsverfahren liegen ebenfalls dicht beisammen und weichen nur bei höherer Tierzahl wegen des größeren Fassungsvermögens des Futterwagens etwas voneinander ab.



HS = Hochsilo ; FS = Flachsilo



Abb. 10: Arbeitszeitbedarf (Akh/Tier/200 Tage) für die Entnahme und Vorlage von Grassilage in der Milchviehhaltung bei verschiedenen Arbeitsverfahren (30 kg Grassilage je Tier und Tag, zweimalige Fütterung)



HS = Hochsilo , FS = Flachsilo , Kf = Krafftutter



Abb. 11: Arbeitszeitbedarf (Akh/Tier/Jahr) für die Entnahme und Fütterung von Maissilage und Krafftutter in der Bullenmast bei verschiedenen Arbeitsverfahren (16 kg Maissilage, 1,5 kg Krafftutter je Tier und Tag; einmalige Fütterung)

Mechanisierung der Silagefütterung

Von H. Pirkelmann, Weihenstephan

Mit wachsenden Tierbeständen nehmen auch die täglich zu bewältigenden Futtermengen zu. Die Fütterung bildet so in vielen Betrieben eine große Arbeitsbelastung. Aus diesem Grund sind die Landwirte immer stärker an Fütterungstechniken für den Transport und die Zuteilung interessiert. Die Auswahl der Mechanisierungslösung für die Silagefütterung ist neben dem ökonomischen Spielraum, der im wesentlichen von der Bestandsgröße bestimmt wird, entscheidend beeinflusst von den Gebäudeformen der Ställe und Silos. Je nach Abmessung des Futterganges und der Zuordnung der Vorratsräume stehen stationäre und mobile Fütterungseinrichtungen zur Verfügung.

Stationäre Fütterungsanlagen

Stationäre Fütterungsanlagen haben als wesentlichen Vorteil den geringen Platzbedarf. Man verwendet sie daher häufig bei Umbaumaßnahmen in beengten Ställen. Sie bieten die Möglichkeit der automatischen Steuerung, so daß die Fütterungsfrequenz ohne zusätzlichen Zeitaufwand beliebig gewählt werden kann. Wegen der erforderlichen Beschickung ist die Kombination mit Fräsen bei Hochsilos, die in Verlängerung der Futterachse angeordnet sein müssen, oder mit einer Dosierstation bei Flachsilos erforderlich. Da die Anpassungsfähigkeit an Bestandsveränderungen nur gering ist, werden stationäre Anlagen überwiegend in größeren und voraussichtlich gleichbleibenden Herden eingesetzt. Da die gesamte Anlage als geschlossenes Sy-



Abb. 1: Selbstgezogenes Futterband bei der Befüllung durch einen Dosierwagen

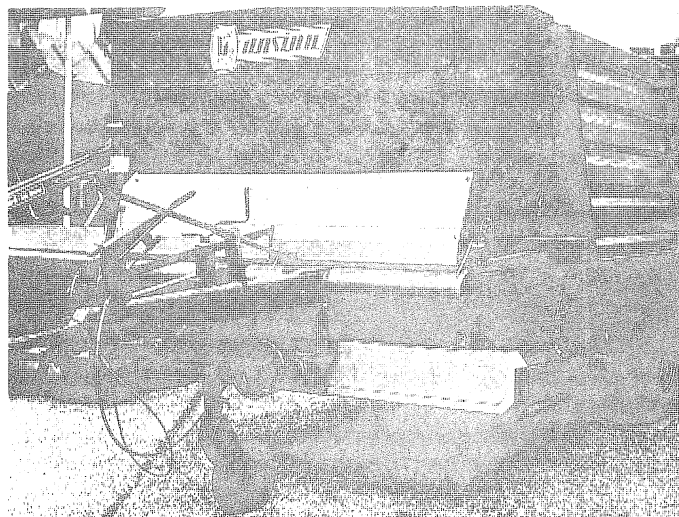


Abb. 2: Schleppergezogener Futtermittelwagen mit aufgebautem Kraftfutterbehälter über dem Queraustragsband

stem angeschafft werden muß, ist ein stufenweiser Aufbau nur schwerlich möglich.

Wegen der geringeren Anforderungen an die Struktur, des teilweise verschleißärmeren Laufs und des kleineren Entmischungsgrades werden heute Futterbänder und Ringkreisförderer gegenüber den Schnecken und Schubstangen bevorzugt. Sollen mehrere Tiergruppen mit einer Anlage versorgt werden, so ist eine gezielte Futtermittelvorlage beim Ringkreisförderer und den einfacheren, aufgerollten beziehungsweise mit Seilzug bewegten Bändern nur über die dosierte Beschickung zu steuern (Abb. 1). Futterbänder mit Abstreifschlitten oder rotierenden Bürsten können dagegen auf verschiedene Trogabschnitte und durch Abwurf nach links oder rechts unterschiedliche Rationen ausbringen.

Mobile Fütterungseinrichtungen

Mobile Fütterungseinrichtungen in Form von Futterwagen haben bisher die größere Verbreitung gefunden, da sie sich wechselnden Bestandsgrößen besser anpassen und einen stufenweisen Ausbau der Fütterungskette zulassen. Sie werden mit einem Fassungsvermögen zwischen 2 m³ und 12 m³ angeboten. Es gibt schleppergezogene Futterwagen (Abb. 2). Aber auch selbstfahrende Ausführungen, angetrieben durch Verbrennungs- oder Elektromotoren (Netz- oder Batteriestrom), werden angeboten. Während selbstfahrende Wagen mit Schienenführung ab einer Breite von 1,0 m bereits in relativ schmalen Futtergängen eingesetzt werden können, ist für schleppergezogene Bauarten, je nach erforderlicher Schlepperstärke, eine Mindestspurbreite von 2,0 — 2,5 m erforderlich.

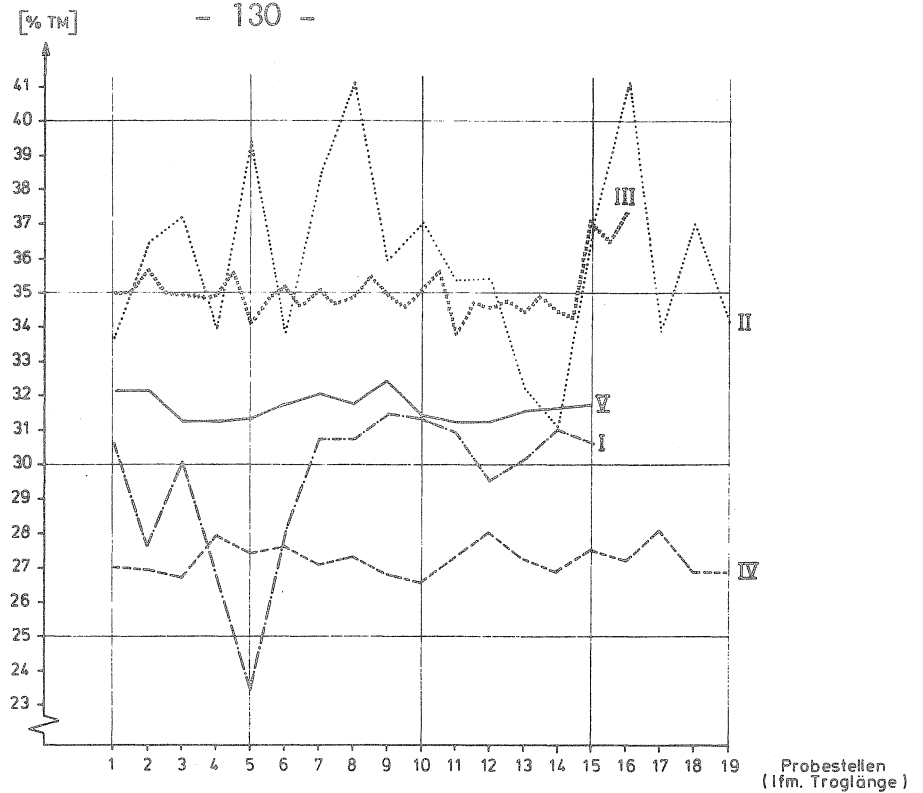
Futtermittelwagen

Nach der Bauart unterscheidet man Futtermittelwagen und Futtermisch- und Verteilwagen. Die Futtermittelwagen besitzen generell einen Kratzboden mit nachgeschalteten Dosierwalzen und Queraustragsband. Sie erlauben eine exakte Zuteilung nur für eine Silageart. Häckselgut ist leichter zu dosieren als langes oder nur ungenügend vorgeschchnittenes Material. Dies ist vor allem bei selbstfahrenden Wagen mit Batteriebetrieb zu berücksichtigen, da die Antriebskraft nur in begrenztem Umfang verfügbar ist. Für größere Wagen ab 5 m³ kommen daher nahezu ausschließlich schleppergezogene Wagen in Betracht, wobei hier auch die neueren Dosierladewagen mit Queraustragsband einzuordnen sind.

Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen ist vor allem in der Bullenmast eine gleichzeitige Verteilung des Kraftfutters mit der Silage anzustreben. Nach Untersuchungen von Auernhammer kann der Anteil der Kraftfutterfütterung auf der Handarbeitsstufe je nach Bestandsgröße 20 bis 45 % betragen (Abb. 3). Um auch diese Arbeit zu mechanisieren, können an alle Futtermittelwagen Kraftfutterbehälter angebaut werden. Die Dosierung des Kraftfutters erfolgt gleichzeitig mit der Silage auf das Queraustragsband. Trotz guter Austragungsgenauigkeit der Kraftfutterbehälter bereitet die Herstellung eines konstanten Mischungsverhältnisses Schwierigkeiten, da der Grundfutterstrom meist großen Schwankungen unterliegt. Auch ergibt sich keine intensive Vermischung, sondern nur eine Überschichtung der beiden Futterarten.

Futtermischwagen

Die Futtermisch- und Verteilwagen bieten die Möglichkeit, Grund- und Kraftfutter homogen miteinander zu vermischen. Nach dem derzeitigen Angebot sind diese Wagen



Mischsysteme:

- I = Futtermittelwagen mit Übersichtung von Grund- und Kraftfutter
- II = Futtermittelwagen mit aufgesatteltem Kraftfutterbehälter
- III = Futtermisch- und Verteilwagen mit umlaufender Kratzerkette
- IV = Futtermisch- und Verteilwagen mit geschlossener Schnecke
- V = Futtermisch- und Verteilwagen mit Rührwelle

Futtermengen (kg)	Mischzeit min.
Maiss. (1804) Kraftf. (54,5)	—
Maiss. (1010) Kraftf. (165)	—
Maiss. (1435) Kraftf. (294) Treber (701)	6
Maiss. (1950) Kraftf. (160)	6
Maiss. (1545) Kraftf. (60)	4

Abb. 3: Prozentuale Zeitanteile bei der Fütterung von Mastbullen auf der Handarbeitsstufe in Abhängigkeit von der Bestandsgröße.

Pl. / 5.75 Fi

durchweg schleppergezogen und haben ein Fassungsvermögen von 4 — 12 m³. Als Mischwerkzeuge werden in dem muldenförmigen Aufbau eine umlaufende Kratzerkette und eine geschlossene Mischschnecke oder eine Rührwelle mit zwei darüber angeordneten, gegenläufigen Förderschnecken eingesetzt (Abb. 4 — 6). Neu hinzu kommt ein Wagen mit einer waagrecht liegenden, rotierenden Mischtrommel, mit dem wir jedoch noch keine praktischen Erfahrungen sammeln konnten.

Im Vergleich zu den bisher üblichen angewendeten Verfahren der Einmischung von Kraftfutter in Grundfutter durch den Anbau eines Kraftfutterdosierbehälters an den Futtermittelwagen oder durch das Aufstreuen des Kraftfutters auf das in den Wagen gefüllte Grundfutter ergibt sich bei den Futtermischwagen sowohl ein einheitliches Mischungsverhältnis als auch eine intensivere Durchmischung. Eine Gegenüberstellung der erzielbaren Mischgenauigkeit ist aufgrund des TM-Verlaufs vieler Proben, die aus der abgelegten Mischung gezogen wurden, in Abbildung 7 dargestellt. Je geringer die Streuung, desto besser ist der Vermischungsgrad.

Die verschiedenen Systeme der Futtermischwagen verarbeiten leichtmischbare Güter wie Maissilage, Rübenblattsilage, Treber und Kraftfutter gleich gut. In schwermischbaren Materialien wie Grassilage und Heu kann man dagegen nur Wagen mit Mischschnecken und Rührwellen einsetzen, da die umlaufenden Kratzerketten die gesamte Wagenfüllung aufrollen und keinen Mischeffekt mehr erzielen. Erst die Zugabe von etwa 50 % Maissilage kann auch bei diesem System wieder den zur Mischung erforderlichen Schüttvorgang einleiten. Generell läßt sich reine Grassilage nur als Exakthäcksel in den Mischwagen verarbeiten. In Verbindung mit Maissilage werden — allerdings bei höherem Kraftbedarf und stärkerer Beanspru-

chung der Wagen — auch längere Halmteile verkraftet, zum Beispiel mit Kurzschnitt-Ladewagen geerntetes Anwelkgut. Nach den bisherigen Erfahrungen kann bei der offenen Rührwelle der Anteil längerer Halmteile etwas größer sein als bei den üblichen Systemen.

In allen Futterarten ergeben sich Unterschiede hinsichtlich der Mischzeit und des erforderlichen Kraftbedarfs, die eine enge Wechselwirkung zeigen. Den geringsten Kraftbedarf und die längste Mischdauer erfordert die umlaufende Kratzerkette. Ihr folgt die geschlossene Mischschnecke, während die Rührwelle bei höchstem Leistungsbedarf die schnellste Vermischung erzielt. Der Leistungsbedarf selbst steigt bei allen Mischsystemen mit zunehmendem Füllgewicht und von der Mais- zur Grassilage an, wie die Tabelle

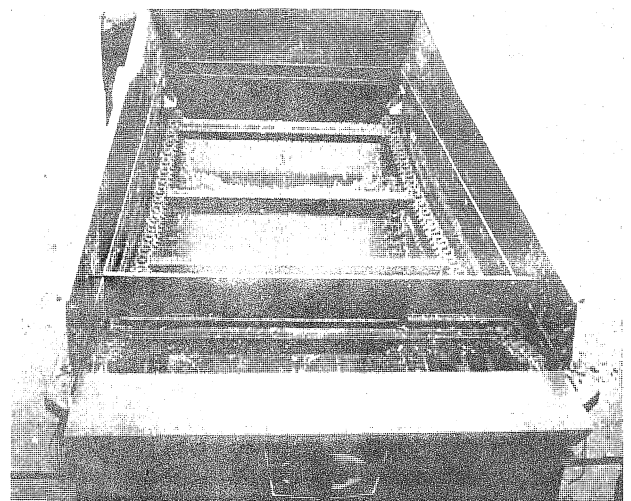


Abb. 4: Futtermischwagen mit umlaufender Kratzerkette

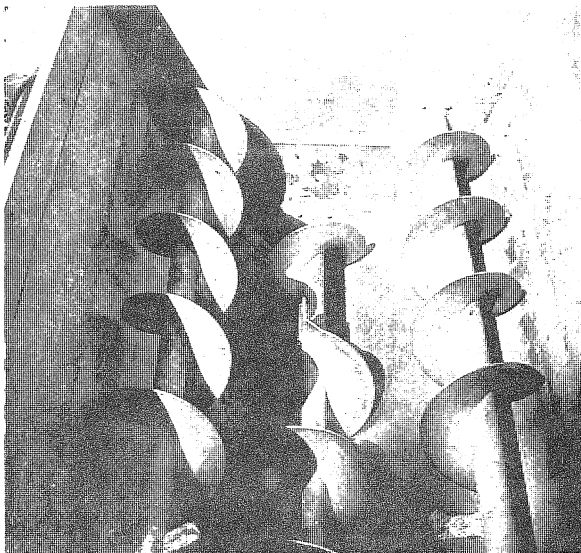


Abb. 5: Futtermischwagen mit geschlossener Mischschnecke

zeigt. Darüber hinaus treten bei schwermischbaren Gütern sehr hohe Leistungsspitzen auf.

Einsatzbereiche für Futterwagen

Hinweise für die Abgrenzung der Einsatzbereiche von Futterverteiler- und Futtermischwagen sind aus der möglichen Selektion der Futtermischungen durch das Tier zu erhalten. In einem Fütterungsversuch mit drei Kühen wurden 15 kg Maissilage und 2 kg Kraftfutter bei verschiedenen Vermischungsgraden vorgelegt und nach 20 Minuten Freßdauer der Anteil des Kraftfutters im Restfutter festgestellt



Abb. 6: Futtermischwagen mit Rührwelle

(Abb. 8). Daraus ist zu erkennen, daß beim Aufstreuen oder bei ungenügender Vermischung durch Einschichten des Kraftfutters eine sehr starke Selektion gegeben ist. Bei intensiver Vermischung, wie sie nach unseren Untersuchungen nur die speziellen Mischwagen erreichen, ist dagegen eine Trennung von Grund- und Kraftfutter durch das Tier weitgehend ausgeschlossen. Futterverteilerwagen zur Vorlage von Grund- und Kraftfutter sind demnach vor allem bei solchen Aufstellungen angebracht, die jedem Tier einen Freßplatz bereitstellen und in denen zweimal am Tag Futter vorgelegt wird. Futtermischwagen ermöglichen dagegen zumindest in der Bullenmast die einmalige Futtervorlage. Darüber hinaus bei allen Nutzungsarten die Einschränkung der Freßplätze, ohne daß durch die Vorratsfütterung rangschwächere Tiere benachteiligt werden. Arbeitswirtschaftlich ergibt sich damit der Vorteil, daß alle Futterarten in einem Arbeitsgang vorgelegt werden können. Weiterhin sind dadurch stallbautechnische Vorteile zu erwarten. In der Bullenmast ist nicht mehr die Troglänge bestimmend für die Belegdichte, sondern der verfügbare Liegeplatz. Damit können tiefere Buchten angelegt werden, die breitere Ställe und dadurch eine bessere Nutzung des überbauten Raumes zulassen. In der Milchviehhaltung wird bei verkürzten Futtertischen die mehrreihige Aufstallung möglich.

Futtermischwagen lassen als Chargenmischer in einem Mischvorgang nur die Herstellung einer Futtermischung

Leistungsbedarf der Futtermischwagen bei unterschiedlichen Futterarten

Mischsystem	Futterarten und Menge (kg)	Füllmenge kg ϕ	% TM	Mittlerer Leistungsbedarf		max. Leistungsbedarfsspitzen		
				kW/ Wagen	kW/dt	i. uS	i. TS	% über kW Mittelwert
umlaufende Kratzerkette	Maissilage (1435) Treber (701) Kraftfutter (294)	2430	35.1	9.3	0.38	1.09	11.0	17.8
	Maissilage (930) Grassilage (620) Kraftfutter (160)	1710	30.7	9.3	0.54	1.77	15.0	61.7
	Grassilage (1480) Kraftfutter (140)	1620	32.7	8.4	0.52	1.59	18.2	166.5
geschlossene Mischschnecke	Maissilage (1950) Kraftfutter (160)	2110	27.2	10.6	0.50	1.85	14.1	33.5
	Maissilage (850) Grassilage (360) Kraftfutter (150)	1360	36.7	16.9	1.24	3.39	28.2	66.5
	Grassilage (790) Kraftfutter (130)	920	47.5	11.7	1.27	2.68	25.9	121.3
Rührwelle	Maissilage (1540) Kraftfutter (142)	1682	35.2	13.4	0.80	2.26	20.9	56.1
	Maissilage (1160) Grassilage (965) Kraftfutter (155)	2280	28.3	27.9	1.22	4.32	40.5	45.3
	Grassilage (800) Kraftfutter (120)	920	46.6	19.2	2.09	4.48	49.4	157.2

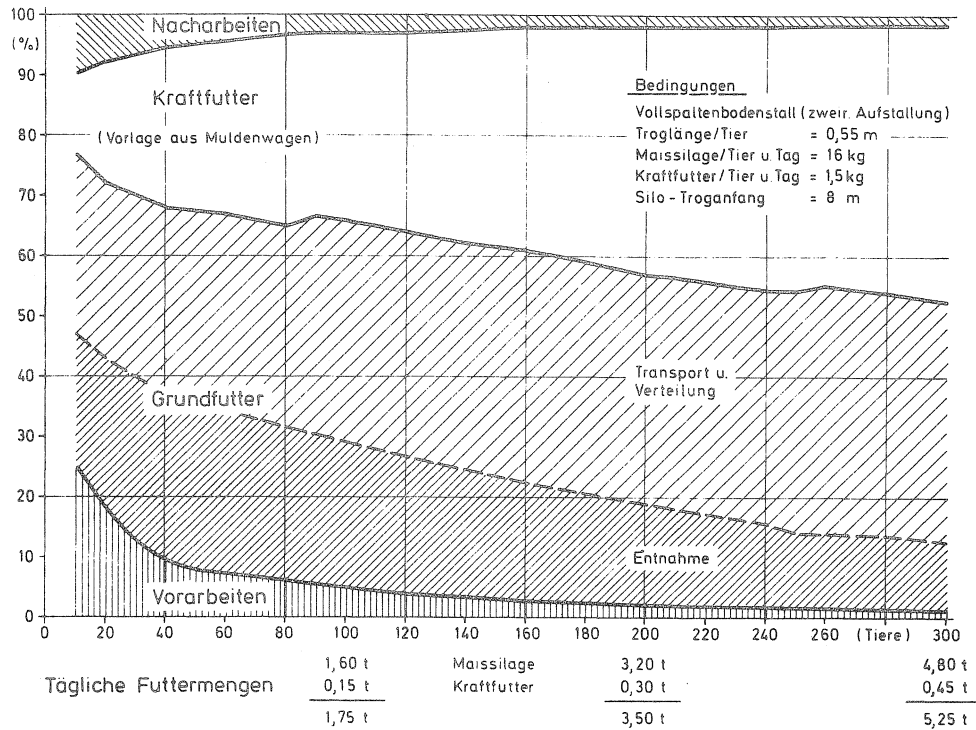


Abb. 7: Mischensauigkeit verschiedener Mischsysteme in Futterwagen (gemessen am TM-Gehalt der Mischung)

zu. Zur Versorgung eines Rinderbestandes mit unterschiedlichem Nährstoffbedarf sind daher mehrere Mischungen erforderlich. In der Bullenmast sollte zumindest für die Anfangs- und die Endmast eine getrennte Ration gemischt werden. Reicht die Wagenfüllung für den gesamten Bestand aus, so wird zunächst die Futtermischung mit dem geringsten Kraftfutteranteil hergestellt und ausgetragen. Nach Zugabe des restlichen Kraftfutters erfolgt ein weiterer Mischvorgang, und anschließend werden die übrigen Tiere gefüttert. Wird für den gesamten Bestand nur eine Mischung vorgelegt, so müssen die jüngeren Tiere zusätzlich eine Eiweißgabe bekommen.

Eine differenziertere Fütterung ist in der Milchviehhaltung erforderlich. Hier ergeben sich zwei Möglichkeiten. Einmal kann eine teilweise Aufwertung des Grundfutters mit Kraftfutter erfolgen. Bestimmend für diese Gabe sind das Leistungsniveau der Herde und der Bedarf der Tiere in der unteren Leistungsstufe. Das über diesen Standard hinausgehende Kraftfutter wird individuell am Trog (Anbindestall) oder im Melkstand (Laufstallhaltung) zudosiert. Wird andererseits das gesamte Kraftfutter in die Mischung eingebracht, so ist die Herde in getrennt zu haltende Leistungsgruppen zu unterteilen. Da eine Leistungsabstufung von 5 kg Milch nicht überschritten werden sollte, werden in der Regel vier Gruppen notwendig. Da aus arbeitswirtschaftlichen Gründen etwa 30 Tiere in eine Gruppe anzustreben sind, kommt dieses Verfahren nur für große Herden in Betracht. Ungünstig wirkt sich hier weiterhin aus, daß der Umtrieb zum Melkstand erschwert wird und zusätzliche Triebwege und Einsperrung im Stall erfordert.

Um diese Nachteile auszuschalten, wird in Weihenstephan derzeit ein neues Fütterungssystem mit Gruppenidentifizierung der Kühe erprobt. Dabei werden die verschiedenen leistungsbezogenen Futtermischungen auf Teilschnitten des Futtertisches vorgelegt. Das Freßgitter ist mit einer Schranke verschlossen, die nur von einer Kuh mit der dementsprechenden Leistung geöffnet werden kann. Als Schlüssel zur Schrankenöffnung dienen Magneten, die an drei verschiedenen Stellen eines Halfters am Kopf des Tieres befestigt sein können. In einem Rahmen über der Schranke sind ebenfalls drei Kontaktstrecken angebracht. Beim Einfädeln des Kopfes in das Freßgitter wird das Kopfhalter auf das Vorhandensein von Magneten abgefragt. Entspricht das Kennzeichen der Kuh dem vorgewählten

Code, wird die Schranke freigegeben. Die Kuh kann jetzt die ihrer Leistung entsprechende Kraftfuttermischung aufnehmen. Nach Verlassen des Freßgitters schließt sich die Schranke wieder selbsttätig. Durch die drei Magneten können maximal acht Unterscheidungen getroffen und somit acht Leistungsgruppen identifiziert werden. Damit ist es möglich, eine gezielte Gruppenfütterung ohne Unterteilung der Herde durchzuführen, so daß die übrigen Arbeiten im Stall nicht behindert werden. Da mit dem Kraftfutter stets auch Grundfutter aufgenommen wird, ist selbst bei großen Kraftfuttermengen eine physiologisch günstige Verteilung des Kraftfutters gegeben.

Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Silage in spezialisierten Rinderbetrieben als das dominierende Grundfutter die Fütterungstechnik entscheidend mitbestimmt. Andernteils sollte aber bei der Auswahl der Mechanisierungslösung die Vorlage aller Futterkomponenten Berücksichtigung finden, damit der gesamte Fütterungsablauf erfaßt werden kann. Neben den bisher im Vordergrund stehenden arbeitswirtschaftlichen Aspekten wird in Zukunft als neue Aufgabe der Fütterungstechnik hinzukommen, die für hohe Leistungen erforderlichen Rationen mit großer Energiekonzentration in physiologisch optimaler Form vorzulegen.

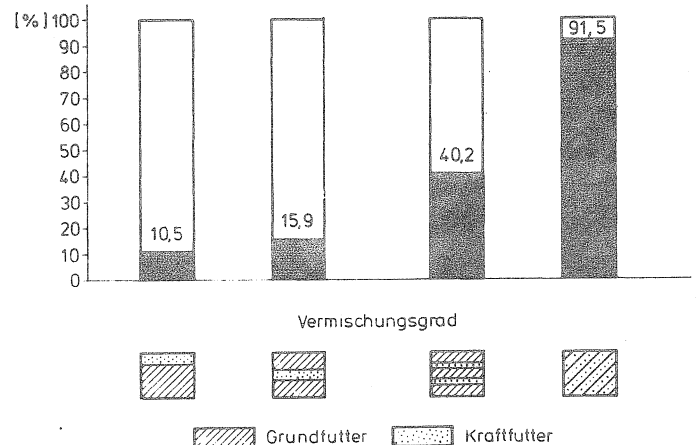


Abb. 8: Selektion von Kraftfutter bei verschiedenem Vermischungsgrad. (Durchschnitt von drei Kühen, 15 kg Maissilage, 2 kg Kraftfutter, 20 Min. Freßdauer)

Rundholz steht auf vielen Betrieben und in vielen Gegenden preiswert zur Verfügung. Die Schnittpreise der Sägewerke sind stark gestiegen. Und bei Rundholzkonstruktionen läßt sich Holz sparen: Um ein Kantholz mit der gleichen Festigkeit eines Rundholzes zu schneiden, braucht man einen Stamm mit der doppelt so großen Querschnittsfläche.

Bauen mit Rundholz

Mit neuartigen Rundholzverbindern geht das einfach, preiswert und in Selbsthilfe

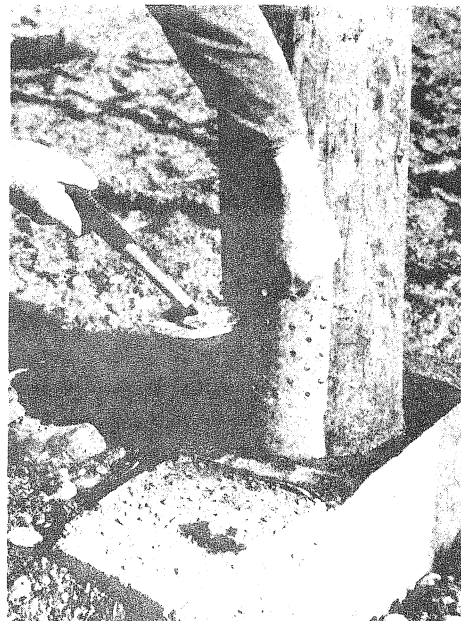
Dr. Heinz Schulz, Landtechnik Weihenstephan

Früher wurde in der Landwirtschaft viel mit Rundholz gebaut, vor allem Scheunen, Schuppen und Inneneinrichtungen. Dabei wurden die Hölzer auf zimmermannsmäßige Art verzapft. Diese Technik ist jedoch heute bei Rundholz viel zu arbeitsaufwendig und läßt auch nicht die Ausnutzung der vollen Holzfestigkeit zu, da die Querschnitte geschwächt werden.

Vom Verfasser wurde ein grundlegend neues Rundholzverbinder-System erdacht, an der Landtechnik Weihenstephan weiterentwickelt und bereits in zahlreichen Anwendungsfällen praxiserprobt. Hierbei können Stangen, Stämme und Masten auf einfachste Weise kraftschlüssig und hochbelastbar – in Selbsthilfe – zusammengefügt werden.



Hölzer stumpf stoßen (bei stärkerem Stirnholz etwas einsatteln), Verbinder beidseitig aufnageln (von innen nach außen): So einfach ist das!



Hier wurden erst die Einspannstücke als Abstandhalter einbetoniert. Nach Erhärten des Betons wird der Pfosten eingeführt und vernagelt.

Die Rundhölzer werden stumpf gestoßen; nur bei größeren Durchmesser messern sattelt man das anschließende Stirnholz etwas ein. Auf beide, seltener auf nur eine Seite, nagelt man dann die vorgefertigten Rundholzverbinder auf. Für lösbare Verbindungen kann man auch Holzschrauben verwenden.

Die Verbinder umfassen das Holz schalenartig, aber nicht über den ganzen Umfang, so daß es noch „arbeiten“, also quellen und schwinden kann. Bei Belastungsversuchen mit dieser Verbindungsart hat es sich gezeigt, daß Holz und Verbinder sich gegenseitig stabilisieren. Die Verbindung kann auf Zug, Druck, Abscheren, Verdrehen und bei entsprechender Dimensionierung auch auf Biegung beansprucht werden. Sie ist nach DIN 1052 als Blech-Nagelverbindung statisch berechenbar.

So wird gearbeitet

Rundholzverbinder werden aus verzinktem Tiefzieh-Stahlblech St 37 für verschiedene Holzdurchmesser und Anschlußformen gepreßt und schon verarbeitungsfertig mit Löchern von 4,5 mm Durchmesser geliefert. Je nach Belastung kann die Materialdicke des Verbinders 1,5; 2,0; 2,5 mm oder in Sonderfällen auch stärker sein. Reicht die Festigkeit eines Verbinders ausnahmsweise nicht aus, kann man auch zwei übereinander verwenden.

Beim Aufnageln läßt sich das Blech noch in einem gewissen Bereich verformen, so daß mit einer Verbindergroße Hölzer mit verschiedenem Durchmesser verbunden werden können. Das muß auch so sein, da ja Rundholz durch den natürlichen Wuchs leicht konisch ist. Die Verformbarkeit beträgt je nach Blechstärke und Durchmesser $\pm 10 - 20\%$. So paßt sich beispielsweise ein 1,5 mm starker Verbinder mit 10 cm Durchmesser ohne weiteres einem Holzdurchmesser von 8 – 12 cm an. So kommt man mit wenigen Verbindergroßen aus.

An der Stoßstelle sollten aber beide Hölzer möglichst den gleichen Durchmesser haben. Ein dichtes Anliegen des Verbinders ans Holz wird erreicht, wenn man mit den mittleren Nagelreihen beginnt und dann immer weiter nach außen nagelt. So kann sich der Verbinder

ohne zu stauchen an das Holz heranziehen.

Dies geht besonders gut bei Verwendung von Rillen- oder Schraubnägeln mit hohem Auszieh Widerstand, die deshalb vom Verbindhersteller gleich in verzinkter Ausführung mitgeliefert werden. Je nach Holzdurchmesser kommen die Nagelgrößen 4,0 x 40 mm (für 8 – 12 cm Ø), 4,0 x 60 mm (für 13 – 17 cm Ø) und 4,0 x 80 mm (für mehr als 18 cm Ø) in Frage. Bei nicht extrem belasteten Verbindungen müssen nicht alle vorhandenen Löcher ausgenagelt werden.

Diese Verbinder werden angeboten:

Folgende Verbinderformen werden schon serienmäßig hergestellt (s. Abb.):

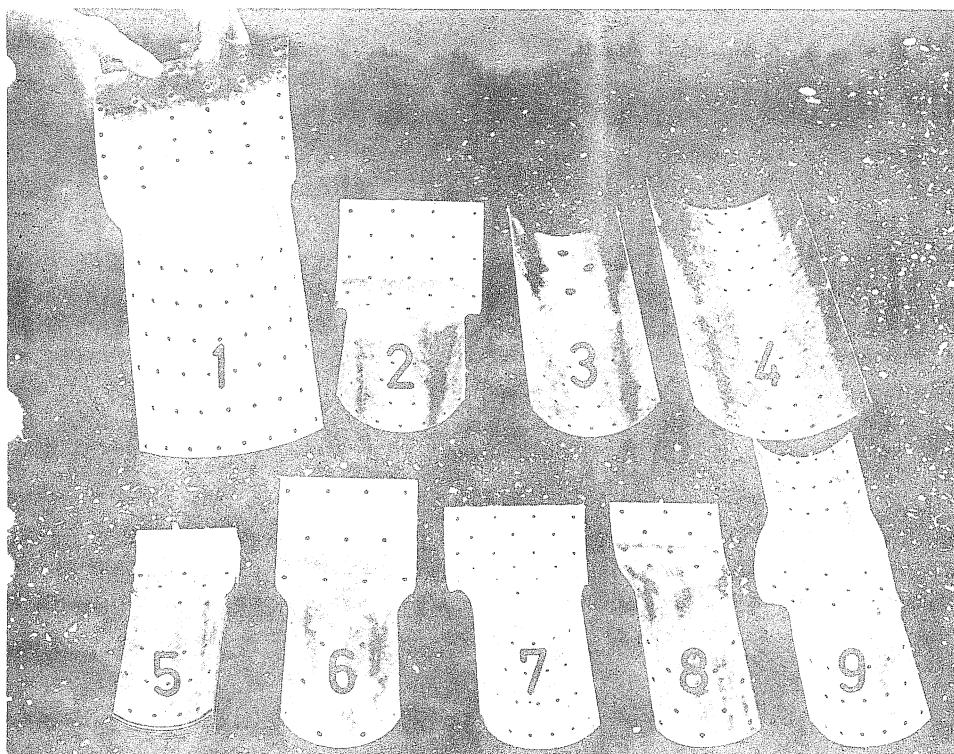
■ T-Stücke 90° für Stoßstellen mit einem Winkel von ca. 90° für verschiedene Holzdurchmesser. Bei Verbindungen, die nur auf Zug, Druck, Verdrehen und Abscheren beansprucht werden, reichen die billigeren T-Stücke mit schmalem Schenkel. Treten auch größere Biegekräfte auf, sind Verbinder mit verbreitertem Schenkel zu wählen.

■ T-Stücke 10° für Holzdurchmesser über 18 cm, die hauptsächlich für Pultdachkonstruktionen mit 8 – 12° Dachneigung vorgesehen sind. Hier braucht man natürlich eine linke und rechte Ausführung, während alle anderen Verbinder symmetrisch sind.

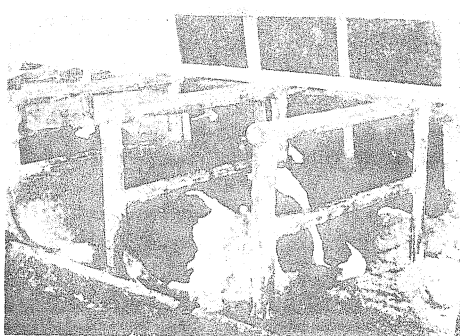
■ Einspannstücke für verschiedene Holzdurchmesser, die Rundholzpfosten mit einem Betonfundament verbinden können. Je nach Nagelzahl, Blechdicke und Länge des Einspannstückes kann diese Verbindung im statischen Sinne als Gelenk oder biegesteife Einspannung ausgeführt werden. Der untere Teil des Einspannstückes hat große Löcher, durch die der Beton fließen oder eine Rundstahlbewehrung geführt werden kann.

■ Laschen für verschiedene Holzdurchmesser, die zwei in Längsrichtung gestoßene Hölzer verbinden. Hiermit kann man aus zwei kurzen Rundhölzern ein längeres machen oder auch schadhaft gewordene Holzteile auswechseln.

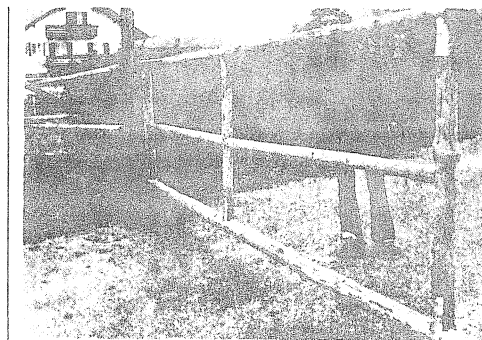
■ Kreuzstücke zum Einpassen von Mittelstangen beispielsweise bei Koppeltüren und -toren.



- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1 = T-Stück 10°, 20 cm Ø | 5 = T-Stück 90°, 8 cm Ø (10 Stück gestapelt) |
| 2 = Reduzierstück von 15 auf 20 cm Ø | 6 = Verbindung rund auf Vierkant, 10 cm Ø |
| 3 = Einspannstück, 15 cm Ø | 7 = T-Stück 90°, 10 cm Ø, breiter Schenkel |
| 4 = Lasche, 20 cm Ø | 8 = T-Stück 90°, 10 cm Ø, schmaler Schenkel |
| | 9 = Kreuzstück, 10 cm Ø |



Billige und dauerhafte Boxenabtrennungen aus 10 – 12 cm starken Stangen. Am Boden sind die Pfosten biegesteif in Betonsockeln verankert.



Stabiles, 6 m breites Koppeltor. Die Mittelstange muß noch mit Kreuz- und T-Stücken befestigt werden.



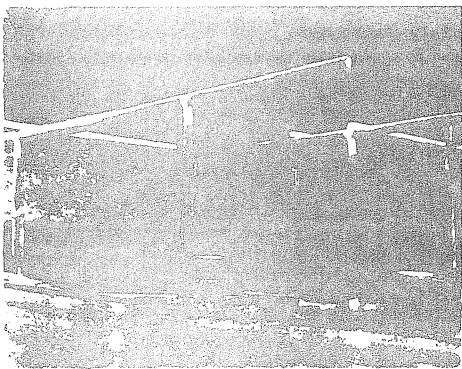
Tragkonstruktion einer Pultdachhalle aus 25 – 28 cm starken Stämmen, die auf Punktfundamenten befestigt sind. Es fehlen noch die Windverbände. So eine Halle kann als Maschinenschuppen, Jungviehlaufstall oder Strohbergeraum verwendet werden.

Bauen mit Rundholz

■ Reduzierstücke in T-Form, die Hölzer mit sehr unterschiedlichen Durchmessern verbinden können und zwar von 10 auf 20 cm Ø und von 15 auf 20 cm Ø. Dies ist beispielsweise zur Befestigung waagerechter Wandriegel an die stärkeren senkrechten Pfosten eines Binders nötig. In diesem Falle braucht der Verbinder nur einseitig aufgenagelt zu werden.

■ Verbindungsstücke von Rundholz auf Kantholz für verschiedene Durchmesser.

Die derzeitigen Preise für diese Verbindertypen sind auf S. 112 zusammengestellt. Weitere Formen und Größen sind in Entwicklung. Außerdem kann der Hersteller auch Sonderwünsche erfüllen, wenn eine genügend große Stückzahl in Frage kommt.

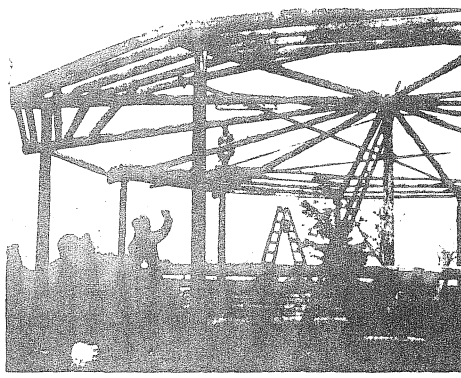


Rohbau eines Pferdestalles aus 15 - 18 cm starken gebrauchten Hopfenstangen und Rundholzverbindern (T-Stücke 10°). Je ein Binderfeld ergibt eine 3,5 x 3,5 m große Boxe.

Ansprüche an das Holz

Die verwendeten Rundhölzer sollten gesund, möglichst gerade und gleichmäßig gewachsen sowie sauber entastet und geschält sein. Der verdickte Wurzelhals am unteren Ende ist entweder abzuschneiden oder auf den richtigen Durchmesser beizuputzen. Hierzu und auch zum Säubern der Aststümpfe eignet sich sehr gut ein elektrischer Handhobel oder ein Schälvorsatz an der Motorkettensäge. Mit letzterem können die Hölzer auch arbeitsparend geschält werden.

Falls in der Nähe eine Rundholzfräsma-



12-eckige Longierhalle mit 12,5 m Durchmesser. Die stählerne Mittelsäule trägt den 4-teiligen Bewegungsapparat (horse-worker).

schine steht (z. B. bei Zaunfabriken, Mastenimprägnierwerken sowie Betrieben, die Blockhäuser oder Spielplatzanlagen aus Rundholz bauen), lohnt es sich eventuell, dort die Hölzer im Lohn vollmechanisch schalen und gleichzeitig exakt fräsen zu lassen.

Natürlich können auch billige gebrauchte, aber noch gut erhaltene Telefon-, Freileitungs- und Hopfenmasten verwendet werden.

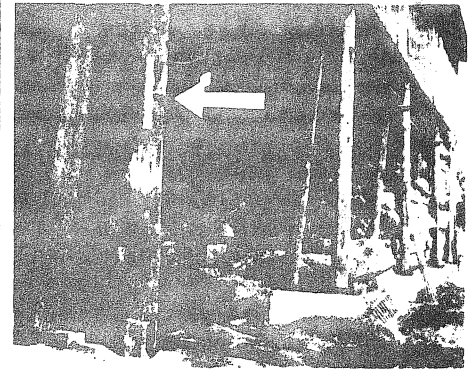
Wenn man eigenes Holz schlägt oder das Material ab Wald kauft, sollte man schon bei der Auswahl auf gleichmäßigen Wuchs achten. Um so exakter wird nachher die fertige Arbeit.

Was man damit bauen kann

Mit Hilfe der Rundholzverbinder kann man einfache Einrichtungen, aber auch ingenieurmäßige Konstruktionen ausführen, die bisher überhaupt nicht oder zumindest nicht so unkompliziert und stabil möglich waren. So etwa dauerhafte Koppelzäune, Koppeltore, Laufstallabtrennungen, Freßgitter, Liegeboxen oder Hindernisse für den Reitsport. Aber auch tragende Konstruktionen für Weidhütten, Maschinenschuppen, Heu-

und Strohlager, einfache Laufställe, Pferdeboxen und ähnliche Verwendungszwecke wurden schon erprobt. Findige Praktiker werden eine Fülle weiterer Anwendungsgebiete finden, wenn sie erst einmal mit diesem System gearbeitet haben.

Prinzipiell möglich sind auch Ständerkonstruktionen für mehrreihige Ställe, Fachwerkbinder und Dreigelenkrahmen für freitragende Hallen. Bei geschlossenen, wärmeisolierten Gebäuden ist aber zu bedenken, daß das Einpassen der Wärmedämmung oder dichtschließender Fenster und Türen schwieriger ist

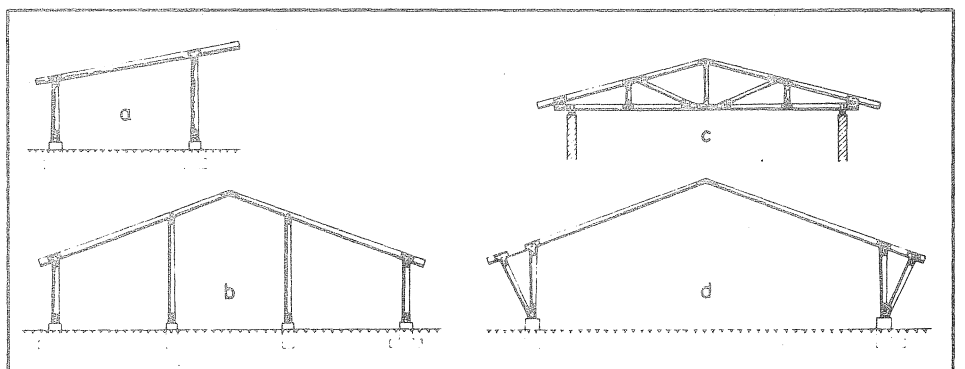


Sanierung einer alten Rundholzscheune: Die abgefaltete Säule wurde abgeschnitten, ein neues Rundholz eingepaßt und beidseitig mit Laschen angenagelt.

als bei Kantholzkonstruktionen. Auch wird man mit Rundholz nur schwer eine zentimetergenaue Ausführung Wand- und Dachflächen erreichen, aber bei vielen Wirtschaftsgebäuden mindert dies wohl kaum die Funktion.

Die Statik

Die Erstellung von Statiken für genehmigungspflichtige Rundholzbauten können Holzbau - Ingenieurbüros durchführen. Für eine Rundholz-Pultdachhalle mit 6,3 m Tiefe und 3,5 m Binderabstand sowie für einen Fachwerkbinder mit 12,5 m Spannweite und 1,25 m Binderab-



Konstruktionen mit Rundholzverbindern: a = Pultdachrahmen; b Ständerkonstruktion mit eingespannten Stützen; c = Fachwerkbinder; d = Dreigelenkrahmen.

Fotos: Schulz (10)

stand wurde schon ein statischer Nachweis geführt.

Es wird versucht, Forschungsmittel zur Entwicklung standardisierter Statiken und Konstruktionspläne zu bekommen, die Interessenten dann zum Vervielfältigungspreis zur Verfügung stehen. Ziel ist es, genau wie bei der Starrahmenbauweise und ähnlichen Selbstbaukonstruktionen, eine Auswahl pruffähiger Bauunterlagen der Allgemeinheit verbilligt anzubieten. Das Interesse der Praxis an diesen neuen Möglichkeiten zum billigeren Bauen ist verständlicherweise sehr groß.

Bezugsquellen

Hersteller der Rundholzverbinder System Weihenstephan DPa ist die Firma Rudolf Feicht, Post Falkenberg Krs. Rottal/Inn, 8331 Zell; Tel. 08727/543. In Bayern erfolgt der Vertrieb über den Baywa-Baustoffhandel. In den anderen Bundesländern können die Verbinder über die der Deutschen Raiffeisenwarenzentrale, Postfach 2653, 6000 Frankfurt am Main 1, Tel. 0611/717271 angeschlossenen Hauptgenossenschaften bezogen werden. Da die Verbinder ineinander stapelbar sind, lassen sie sich platzsparend lagern und verschicken.

Unverbindliche Richtpreise für Rundholzverbinder System Weihenstephan (in DM/Stück o. MwSt.)

Bezeichnung	Materialdicke in mm	Soll-Durchmesser in cm (Werte in Klammern geben Bereich des möglichen Holzdurchmessers an)					
		8 (7-9)	10 (8-12)	15 (13-17)	20 (18-22)	10/20	15/20
T-Stück 90°	1,5 2,0	2,00	2,60	5,30	6,80		
T-Stück 10° links und rechts	2,0				7,50		
Lasche	1,5 2,0		2,65	4,90	6,30		
Einspannstück	1,5 2,0		2,65	5,00	6,40		
Kreuzstück	1,5		3,70				
Reduzierstück	2,0					4,60	5,20
Verbindungsstück rund auf vierkant	1,5 2,0		4,60	5,10			
Rillennägel verzinkt	4,0 x 40 mm DM 6,80/kg		4,0 x 60 mm DM 6,30/kg	4,0 x 80 mm DM 6,00/kg			

Maschinen und Geräte können Sie – bei deren heutigen Preisen – kaum unter freiem Himmel stehen lassen. Massive Maschinenhallen sind meist teuer. Wir zeigen Ihnen, wie Sie preiswerte Leichtbauhallen errichten können – mit und ohne Handwerkern.

Kostengünstige Maschinen- und Lagerhallen

Dr. Heinz Schulz, Landtechnik Weihenstephan

Wenn Sie eine Maschinenhalle bauen wollen, müssen Sie sich erst darüber klar sein, was Sie brauchen. Die Art und Größe der unterzubringenden Maschinen, die Anordnung und Erschließung der Halle sowie die Erweiterungsmöglichkeit sind die wichtigsten Faktoren, die über den in Frage kommenden Hallentyp entscheiden:

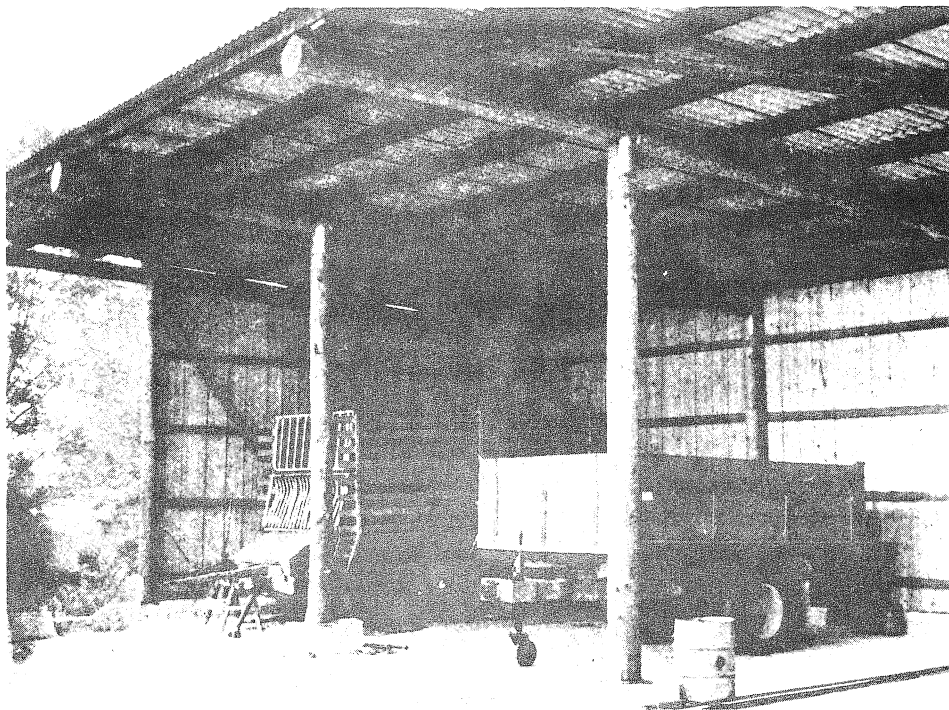


Abb. 1: Pultdach. Maschinenhalle aus Rundholz und Rundholzverbindern. Billig und zweckmäßig zugleich, werden solche auch als Lagerhalle oder Jungviehlaufstall nutzbaren Rundholzkonstruktionen zur Zeit immer mehr gebaut.

Hinweise: ■ Dr. Schulz behandelte dieses Thema auf der diesjährigen Informationstagung der Firma Schlüter in Freising. ■ Für die im Beitrag beschriebenen Weihenstephaner Baukonstruktionen sind verbilligte Statiken, Konstruktionszeichnungen und Stücklisten zu beziehen bei der Landtechnik Weihenstephan, 8050 Freising-Weihenstephan, Vöttinger Straße 36, T.: 0 81 61/7 11.

1 An den Längsseiten geschlossene Hallen mit Satteldach und engem Binderabstand eignen sich dann, wenn das Baugrundstück nur von den Schmalseiten her zugänglich ist. Über eine mittlere Durchfahrt, die vorteilhaft auch zur Maschinenpflege oder zum zeitweisen Unterstellen von Erntefahren dienen kann, läßt sich die Halle nach beiden Seiten erschließen. Dazu sollte sie aber eine Breite von mindestens 15 m haben, sofern man nicht ausschließlich kleinere Geräte unterbringen will. Größere Maschinen parkt man bei diesem Hallentyp am besten in Fischgrätenform (Abb. 6, I).

2 Kann man den vorgesehenen Platz nur von einer Längsseite erreichen, bietet sich der Hallentyp mit Pultdach und offener oder durch Schiebetore verschließbarer Frontseite an. Hier ist eine Mindesttiefe von 6,5 m empfehlenswert. Viele Betriebe wünschen dazu noch ein schützendes Vordach. Kleinere Pultdachhallen werden mit 3,5 bis 4 m, mittlere mit 5 m Binderabstand gebaut (Abb. 6, II).

3 Der dritte Hallentyp mit Satteldach und eingespannten Stützen kann bei einem Binderabstand von 5 – 6 m von allen Seiten her befahren werden. Man kann ihn daher in die Mitte eines großen Hofplatzes als „Dach auf Stützen“ stellen oder ringsum mit Schiebetoren verschließen. Er kommt vor allem für mittlere und große Hallen in Frage (Abb. 6, III).

Alle drei Hallentypen lassen sich auch als ebenerdige Lagerhalle für die unterschiedlichsten Güter einsetzen, wobei für frostempfindliche Materialien wie Kartoffeln und Obst eine zusätzliche Wärmedämmung an Wand- und Deckenflächen angebracht wird.

Mit Holz am billigsten

Von den verschiedenen Hallenkonstruktionen kommen für kostengünstiges Bauen hauptsächlich einfache Holzbauweisen in Betracht. Stahl und Stahlbetonkonstruktionen sowie Leimbinder sind – von Ausnahmen abgesehen – für den vorliegenden Einsatzzweck deutlich teurer.

Mit Zimmermannskonstruktionen, wie sie ländliche Handwerker vorwiegend anwenden, kann man Spannweiten bis etwa 15 m wirtschaftlich beherrschen. Vorteilhaft ist die Verwendung relativ

geringer Holzstärken und die individuelle Anpassung an das jeweilige Orts- und Hofbild, insbesondere was die Dachneigung betrifft. Leider wird jedoch die Nutzung derartiger Hallen durch störende Bauteile wie Zangen, Streben und Windverbände eingeschränkt. Diese Nachteile vermeiden zum Teil moderne Ingenieurkonstruktionen, die immer mehr auch von Zimmerleuten gebaut werden. Teilweise werden dazu auch vorgefertigte Binder eingesetzt, wie bei der Gangnail- und Greimbauweise. In Großserien hergestellte und relativ preiswerte Binder in bestimmten Normprofilen mit Spannweiten bis zu 20 m lassen sich auf das Mauerwerk von Gebäuden aufsetzen. Aber auch hier wird Dachraum durch das Binderfachwerk mehr oder weniger stark verbaut; es ist

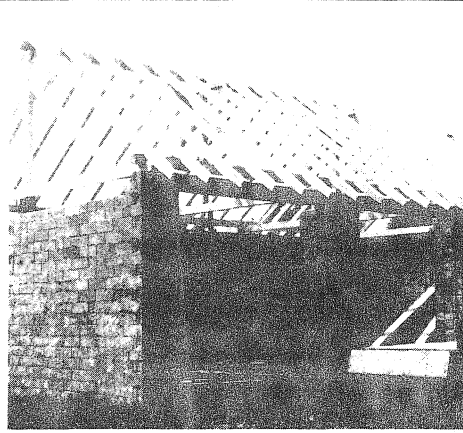


Abb. 2: Derartig aufwendige „Maschinenbunker“ werden leider immer noch gebaut.

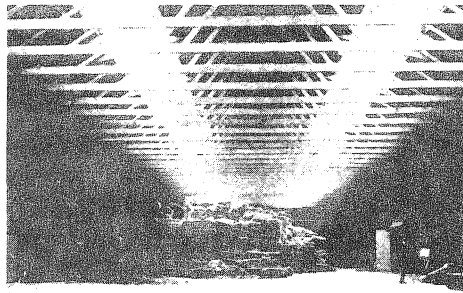


Abb. 4: 20 m breite Lagerhalle für Heu und Stroh in Gangnail-Konstruktion. Hier wird deutlich, wie sehr der umbaute Raum durch die engstehenden Binder in seiner Nutzung eingeschränkt wird.

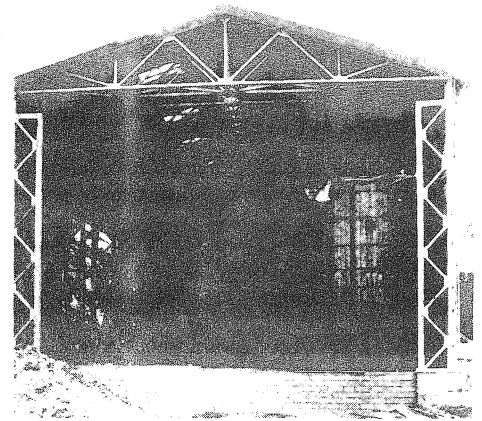


Abb. 3: Greiferhalle in Greimbauweise zur Unterbringung von Heu und Silage.

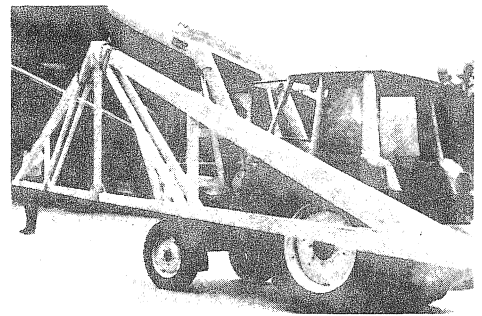


Abb. 5: Genagelter Fachwerkbinder für 12,5 m Spannweite und 125 cm Binderabstand. Es gibt auch eine Binderform mit hochgezogenem Untergurt, bei dem der Dachraum etwas mehr nutzbar ist.

Anordnung und Erschließung von Maschinenhallen

I Mittelgroße und große Hallen mit Satteldach, geschlossenen Seitenwänden, für Längsdurchfahrt.

II Kleine Hallen mit Puttdach, dreiseitig geschlossen, für Quereinfahrt.

III Mittelgroße und große Hallen mit Satteldach, für Längs- und Querdurchfahrt.

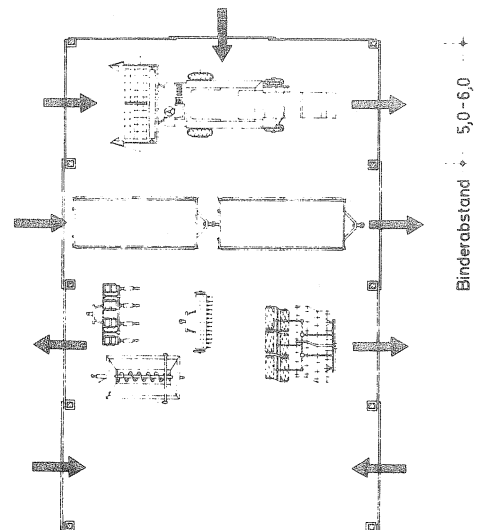
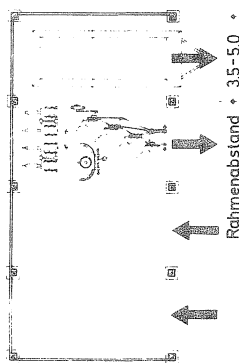
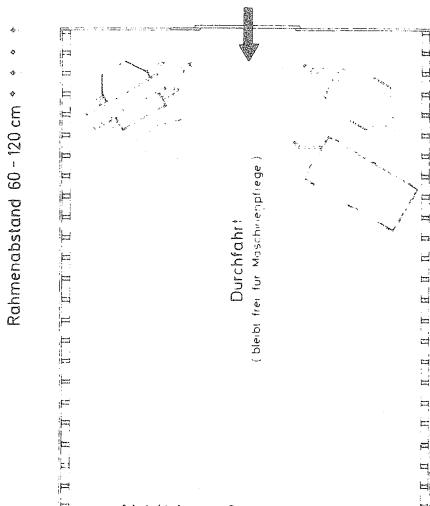
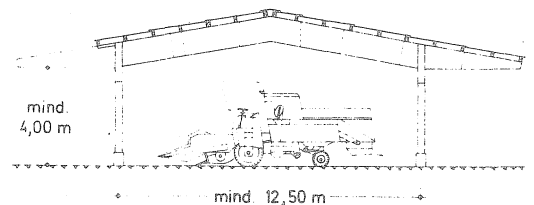
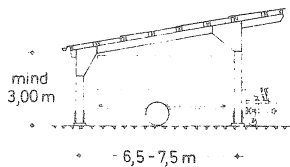
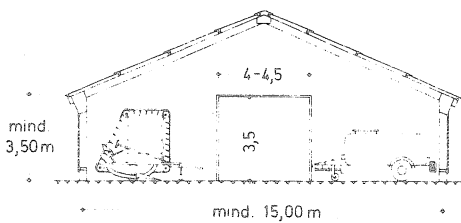


Abbildung 6

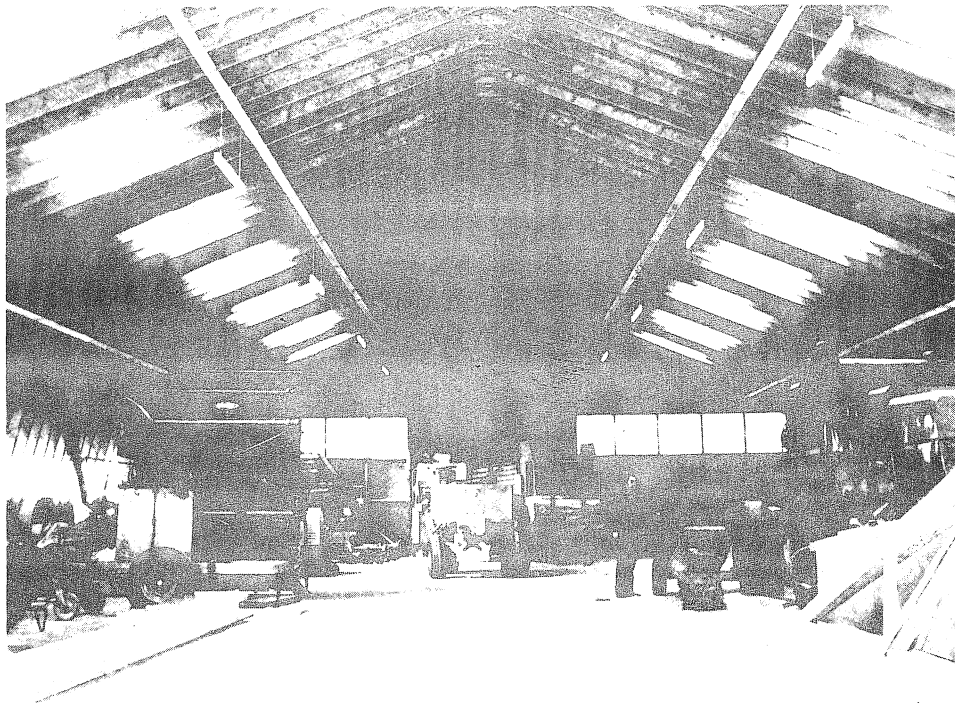


Abb. 7: 20 m breite Starrahmen-Maschinenhalle, die durch eine mittlere Durchfahrt erschlossen wird. Da die Giebelwände nicht mittragen, kann man dort beliebig große Tore anordnen, während man Querdurchfahrten von vorn herein einplanen muß.

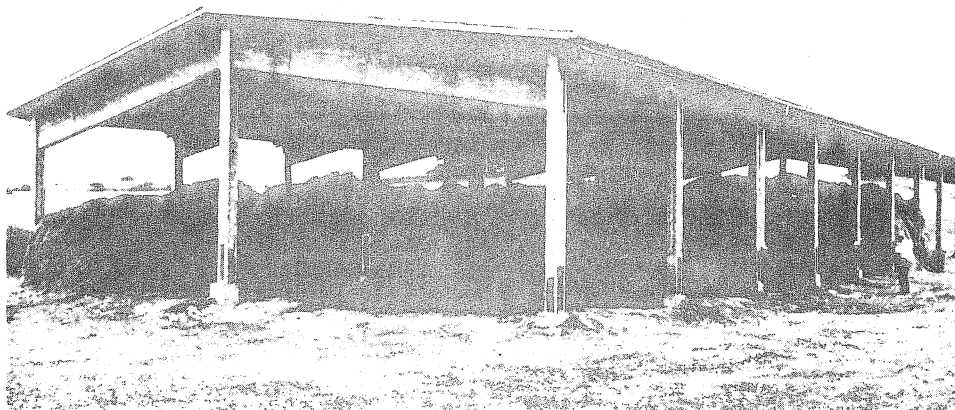


Abb. 8: Kastenträgerhalle mit Mittelstütze als großer, 20 m breiter und 40 m langer Heubergerraum. Diese Hallen können so wie hier ringsum offen bleiben, oder auch zum besseren Witterschutz verschalt und mit Schiebetoren verschlossen werden.

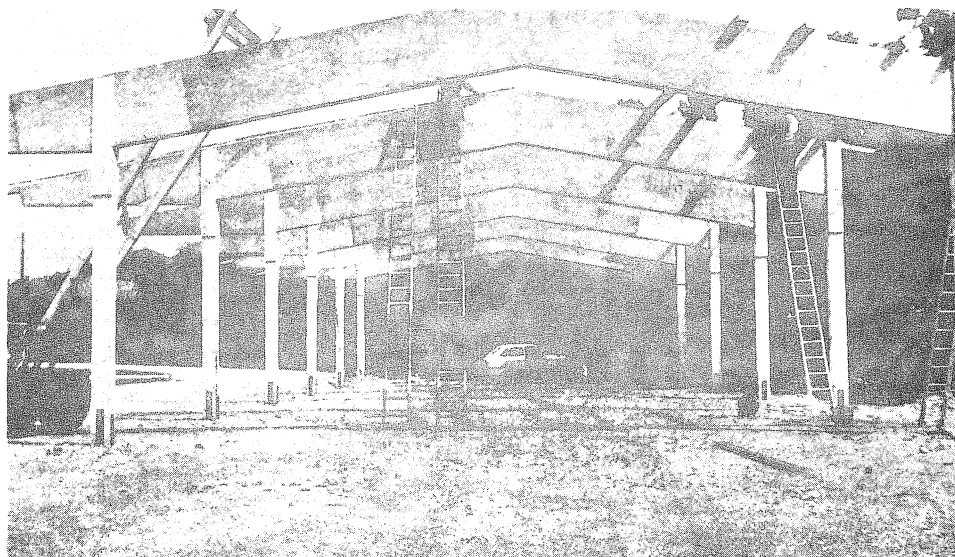


Abb. 9: Rohbau einer Satteldach-Kastenträgerhalle mit 12,5 m Spannweite, 5 m Binderabstand und 4 m Vordach.

im Einzelfalle zu prüfen, ob dies stört (Abb. 4 u. 5).

Aus dem Weihenstephaner Selbstbauprogramm

In letzter Zeit konnten sich neben diesen bewährten Bauweisen auch die von uns entwickelten Lösungen aus dem sogenannten Weihenstephaner Selbstbauprogramm stärker durchsetzen. Diese Möglichkeiten, preiswerter, aber durch die meist stützen- und strebenfreie Konzeption gleichzeitig auch zweckmäßiger zu bauen, werden heute nicht nur von selbstbauwilligen Landwirten, sondern auch von Zimmerleuten, Maschinenringern, Maschinengemeinschaften, Lagerhäusern und sogar Landmaschinenhändlern ausgeschöpft.

Starrahmenbau

Am stärksten eingeführt hat sich bis jetzt die Starrahmenbauweise, weil sie besonders leicht zu beherrschen, vielseitig und anpassungsfähig ist. In top agrar haben wir sie verschiedentlich vorgestellt (vergl. auch das „top-Extra Selbermachen“).

Das derzeitige Programm reicht von 6 bis 22,5 m Spannweite und für Schneelasten zwischen 75 und 200 kp/m². Der enge Binderabstand von 60 bis 80 cm erfordert eine Erschließung derartiger Hallen von den Giebelseiten her. (Abb. 7).

Braucht man unbedingt Querdurchfahrten, kann man bis zu 5 m breite Toröffnungen in den Längsseiten durch einen kleinen konstruktiven Kniff, nämlich durch Nebeneinanderstellen mehrerer Rahmen und Einhängen von Pfettenhölzern anstelle der sonst ausreichenden Dachlatten schaffen.

Durch Variation der Starrahmenbauweise haben wir eine kleinere Pultdach-Maschinenhalle entwickelt, bei der die Binder auf 3,5 bis 4 m Abstand stehen, so daß man von einer Längsseite einfahren kann.

Kastenträgerkonstruktionen

Ein Kastenträger entsteht, indem man auf zwei im Abstand von 60 bis 100 cm liegende Kanthölzer beidseitig wetterfestes Sperrholz aufnagelt. Mit diesem sehr leichten, aber stabilen Element kann man zunächst einmal Pultdachhallen mit 7,5 m Tiefe, 2,5 m Vordach und 5 m Binderabstand bauen. Zwei Pultdachhallen gegeneinandergestellt ergeben eine große Halle mit Mittelstütze.

Man kann den Kastenträger aber auch gleich satteldachförmig ausbilden und dann noch größere Spannweiten überbrücken. Hier haben wir ein Programm entworfen für 10; 12,5; 15 und 20 m Spannweite, teilweise sogar mit ein- oder doppelseitigem, frei ausragendem Vordach von 4 oder 5 m (Abb. 8 u. 9).

Alle diese Kastenträger können auf dem Hof des Landwirtes oder Zimme-

betriebs fertig und mit einem starken Bagger oder Autokran in kürzester Zeit montiert werden. Über Details der Bauausführung wird top agrar im Rahmen dieser Serie „mach es selbst“ demnächst berichten.

Bogenbinderhallen

Nach einem ähnlichen Bauprinzip wie ein Kastenträger ist der genagelte Bogenbinder aufgebaut. Ober- und Untergurt bestehen hier aus Bohlen, die in einer Schablone gebogen und dann beidseitig mit Sperrholzsegmenten benagelt werden. Die Binder werden im Abstand von 4 m aufgestellt und mit Pfettenhölzern ausgefacht. Als Dacheindeckung kann man im einfachsten Falle verstärkte Folien, aber auch Bitumenwellplatten oder gewölbte Aluminiumprofile verwenden. Vorerst sind Spannweiten von 12,5 und 15 m möglich (Abb. 10).

Der Bogenbinder ist unsere materialsparendste Konstruktion und noch um etwa 30% billiger als eine Starrahmenhalle. Unüberwindliche Schwierigkeiten bei der Baugenehmigung sind uns bisher nicht bekannt geworden. Bogenbinderhallen werden auch vorgefertigt in Stahlbauweise zu einem Preis von etwa 100 bis 120 DM/m² überbaute Fläche (komplett mit Fundamenten, Montage und Mehrwertsteuer) geliefert. Sie sind vor allem dann interessant, wenn ein späterer Ortswechsel geplant ist, da sie sich leicht wieder demontieren lassen.

Mineraldüngerlager

Durch die starke Verbreitung der Lose-Düngerketten sind größere Betriebe und vor allem Lagerhäuser am Bau preiswerter und zweckmäßiger Mineraldüngerlager interessiert.

Hierfür haben wir eine Hallenform aus Schnittholz mit beidseitig aufgenagelter Sperrholzbeplankung konstruiert. Im Baukastensystem können 4 oder 5 m breite und 10 oder 16 m tiefe Boxen mit Vordach erstellt und bis auf 4 m Höhe mit Mineraldünger gefüllt werden. Eine vom Raiffeisenlagerhaus Zorneding gebaute Halle kostete komplett vom örtlichen Zimmermann ausgeführt nur 85 DM je Kubikmeter Nettolagerraum (Abb. 12).

Achtung: Brandvorschriften

In hölzerne Maschinenhallen dürfen selbstfahrende Erntemaschinen und andere Geräte mit Verbrennungsmotor nur mit ausgebaute Batterie und entleertem Tank abgestellt werden. Doch besteht die Möglichkeit, einen Teil der Halle als Garage auszubauen und mit ausreichend feuerhemmender Verschalung wie z. B. Gipskartonplatten Typ F zu verkleiden.

Hallen aus Rundholz

Viele Betriebe möchten zum Hallenbau eigenes Holz verwenden. Da die Schnittpreise in den letzten Jahren stark gestiegen sind, liegt es nahe, gut gewachsenes und lediglich geschältes Rundholz direkt zu verwenden.

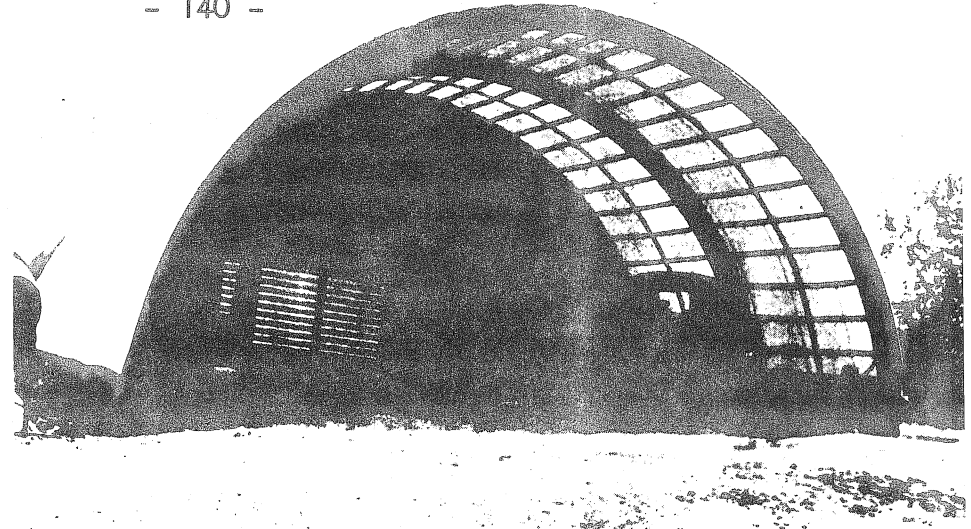


Abb. 10: Bogenbinderhalle, aus Holz und Sperrholz zusammengenagelt. Bei 12,5 m Spannweite stehen die Binder auf 4 m Abstand und werden mit Pfettenhölzern ausgefacht und mit verstärkten Folien oder Bitumenwellplatten abgedeckt.

Hierzu haben wir ein Rundholzverbindersystem entwickelt, bei dem vorgefertigte, verzinkte, schalenförmig gepreßte und schon vorgelochte Bleche beidseitig auf die stumpf gestoßenen Rundhölzer genagelt werden. In top agrar 5/76 haben wir die Baumethode ausführlich vorgestellt.

Nach dem derzeitigen Entwicklungsstand können neben Inneneinrichtungen vor allem kleinere Pultdach-Hallen mit 6,5 m Tiefe und 2 m Vordach gebaut werden. Satteldachhallen für größere Spannweiten sind in Entwicklung.

Rollpaletten für Anbaugeräte

Schlepperanbaugeräte sind oft so schwer, daß sie sich nicht von Hand verschieben lassen, aber auch so klein, daß aus Platzgründen nicht jedes Gerät direkt für den Schlepper zugänglich abgestellt werden kann.

Hier helfen Rollpaletten, auf die man das Gerät stellt. Es läßt sich nun leicht hin- und herrangieren, in sonst unzugängliche Ecken schieben und ist doch jederzeit schnell wieder herausgeholt und verfügbar.

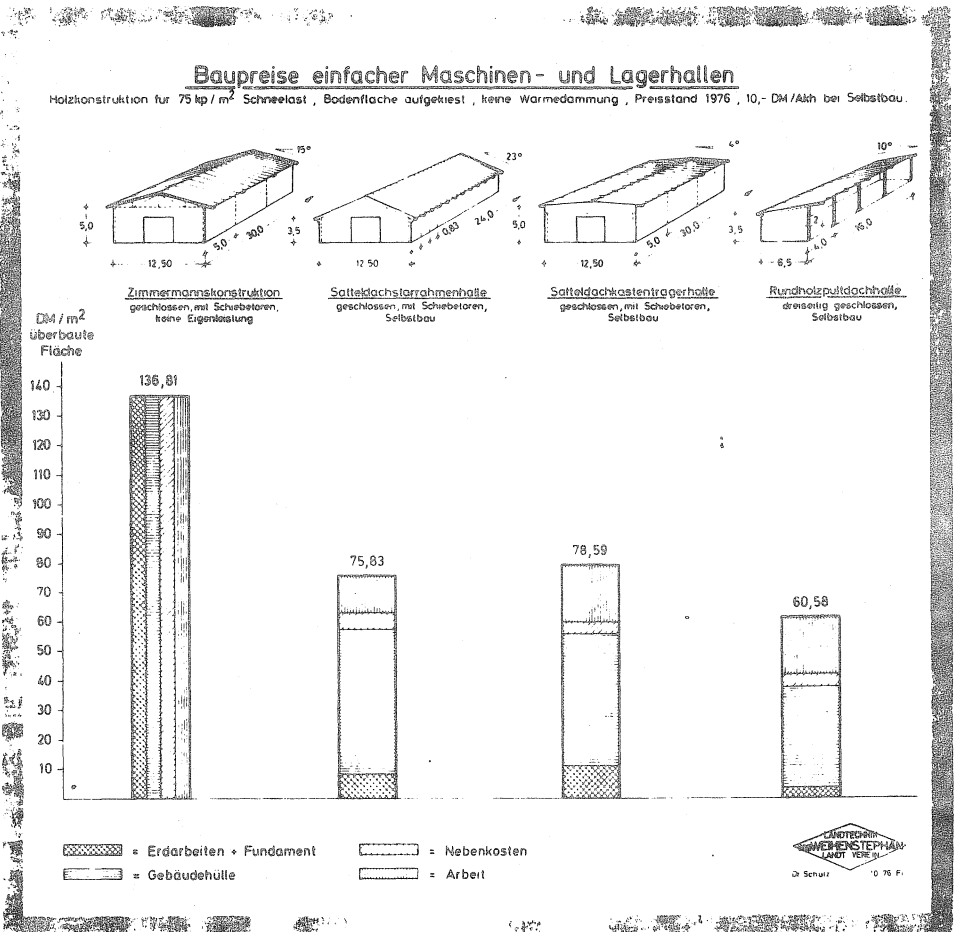


Abbildung 11

Eigenschafts-Kennwerte von preisgünstigen Bau-Furnierplatten

Dr. rer. nat. Gerhard Englert,
Landtechnik – Weißenstephan,
Sonderforschungsbereich 141 der Deutschen Forschungsgemeinschaft: „Produktionstechniken der Rinderhaltung“.

Prof. Dipl. Ing. Hans Erich Schubert zum 75. Geburtstag gewidmet.

Bau-Furnierplatten erfreuen sich im landwirtschaftlichen Bauwesen einer zunehmenden Beliebtheit. Mit der vorliegenden Arbeit wurde versucht, einen Überblick auf wichtige Eigenschaften von besonders preisgünstigen Platten zu gewinnen. Die erhaltenen Meßwerte können keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben. Sie charakterisieren nicht die verschiedenen Plattenarten an sich, sondern kennzeichnen nur die Eigenschaften der Platten einer bzw. z.T. von zwei Lieferungen. Einige wichtige Folgerungen sind dennoch möglich.

1. Meßgrößen, Meßmethoden, Probenentnahme

Es wurden folgende Eigenschafts-Kennwerte nach den entsprechenden Normen bestimmt:

Dichte im Normalklima 20/65		
Feuchtigkeitsgehalt im Normalklima 20/65	DIN	52183
Zugfestigkeit	ASTM	D 805 (Probenform D)
Biegefestigkeit	DIN	52371
Bindefestigkeit	DIN	53255

Um Aussagen über die Haltbarkeit in einem Zeitraffer-Versuch zu erhalten, wurde die Bindefestigkeit auch an Proben bestimmt, die nach den Lagerungsfolgen 3 und 9 entsprechend DIN 53255 behandelt waren.

Lagerungsfolge 3:

- 24 Stunden in kaltem Wasser,
- 7 Tage im Normalklima

Lagerungsfolge 9:

- 4 Stunden in kochendem Wasser,
- 16 bis 20 Stunden in trockenheißer Luft,
- 4 Stunden in kochendem Wasser,
- 16 bis 20 Stunden in kaltem Wasser,
- 7 Tage im Normalklima

Die Entnahme der Meßproben erfolgte abweichend von den genannten Normen. Die untersuchten Sperrholzplatten dienten gleichzeitig für einen Versuch über die Einwirkung des Stallklimas. Dazu wurden sie in sechs gleichgroße Teile zerlegt, die über Zufallszahlen den einzelnen Versuchszeiten zugeteilt wurden. Aus dem für die Nullmessung vorgesehenen Plattenteil erfolgte die Entnahme der Meßproben gleichmäßig über die Fläche verteilt.

2. Untersuchte Furnierplatten

Die untersuchten Arten von 5 lagigen Furnierplatten, ihr jeweiliges Herstell-Land, die Platten-Qualität und die Plattenzahl

Tabelle 1

Plattenart	Hersteller-Land	Plattenqualität	Plattenzahl	
			Lief. 1	Lief. 2
Douglasfir Fichte (Lief. 2: Zwischenfurnier aus Gabun)	Kanada	C+/C	6	3
	Deutschland	III/III	5	3
Fichte-Kiefer	Schweden	C/C	9	—
Keruing	Asien	B/C+	6	4
Seekiefer	Frankreich	B/BB	6	4
Fichte (7lagig)	CSSR	C+/C	4	—

Tabelle 2 Eigenschafts-Kennwerte von Baufurnierplatten

Plattenart	Dichte [kg/m³]	Feuchtigkeitsgehalt [%]	Zugfestigkeit [N/cm²]			Biegefestigkeit [N/cm²]		Bindefestigkeit [N/cm²]	
			$\sigma_{ZBL}^1)$	$\sigma_{ZQB}^2)$	V	$\sigma_{BLB}^3)$	$\sigma_{BQB}^4)$		
Douglas-Fir	Lief. 1	539	8,5	4450	2880	1,55	6500	2500	242
	Lief. 2	575	8,7					3600	
Fichte	Lief. 1	482	11,4	3000	3090	0,97	4600	3000	184
	Lief. 2	508	10,7	4110	2350	1,75	5350	2350	281
Fichte-Kiefer		497	9,6	3940	2930	1,34	5350	2800	225
Keruing	Lief. 1	735	8,7	6810	5150	1,32	7400	4340	271
	Lief. 2	688	8,5				8100	3950	
Seekiefer	Lief. 1	606	9,1	3260	3880	0,84	5650	4100	239
	Lief. 2	599	8,7	2470	3830	0,64	3300		205
Fichte (CSSR)		506	8,4	4730	3420	1,38	5800	3600	203

1) σ_{ZLB} = Zug-Bruchspannung in Richtung der Deckfurnierfasern

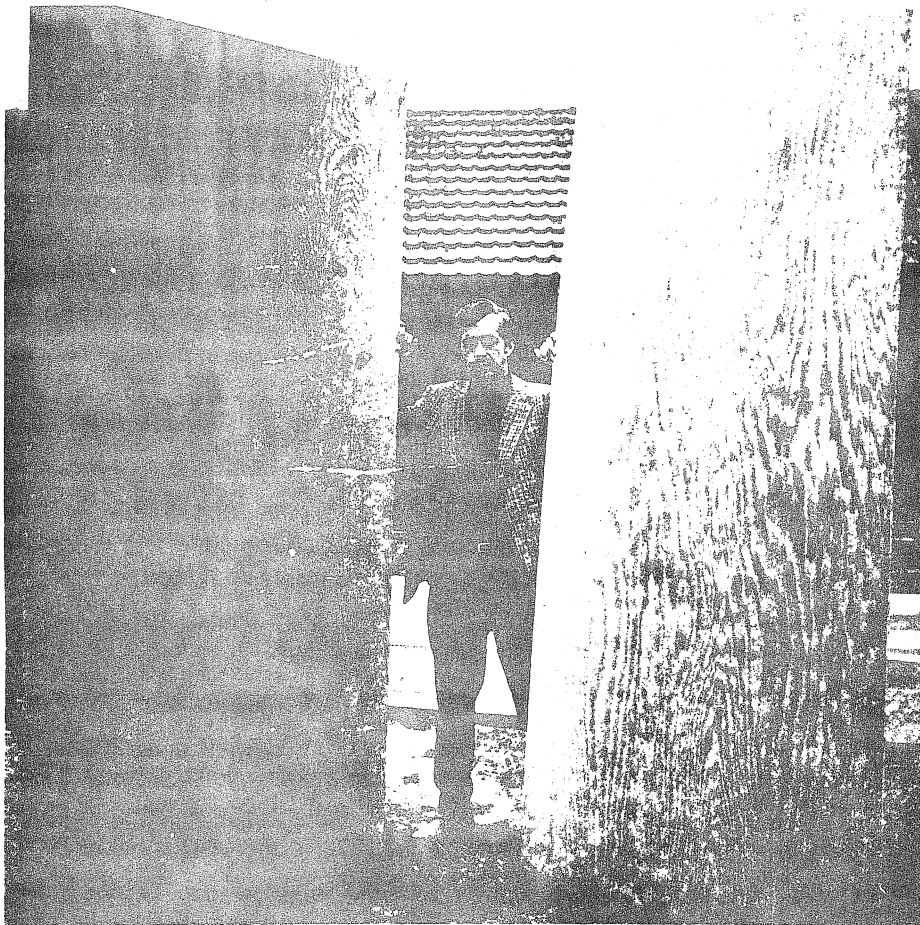
2) σ_{ZQB} = Zug-Bruchspannung quer zu den Deckfurnierfasern

3) σ_{BLB} = Biege-Bruchspannung in Richtung der Deckfurnierfasern

4) σ_{BQB} = Biege-Bruchspannung quer zu den Deckfurnierfasern

Tabelle 3 Untersuchungen des Verhaltens von Baufurnierplatten im Freiluftklima

Plattenart	τ_{B1}/τ_B [%]	τ_{B2}/τ_B [%]	τ_B 1 (2) Bindefestigkeit nach Lagerungsfolge 1 (2)	
			τ_B Ausgangs-Bindefestigkeit	
Douglas-Fir	100	69	Lagerungsfolge 1: 24 Std. in kaltem Wasser 7 Tage im Normalklima Lagerungsfolge 2: 4 Std. in kochendem Wasser 16 bis 20 Std. in trockenheißer Luft 4 Std. in kochendem Wasser 16 bis 20 Std. in kaltem Wasser 7 Tage im Normalklima	
Fichte-Lieferung 1	73	69		
Fichte-Kiefer	76	71		
Keruing	80	76		
Seekiefer	Lief. 1	88		72
	Lief. 2	100		73
Fichte (CSSR)	87	84		



Preisgünstiges Sperrholz findet in der Landwirtschaft viele Einsatzmöglichkeiten



Nur güteüberwachtes Sperrholz darf konstruktiv eingesetzt werden.

der einzelnen Lieferungen sind im folgenden zusammengestellt:

3. Ergebnisse

Die Festigkeitsmessungen wurden mit einer INSTRON-Universalprüfmaschine durchgeführt. Die Meßergebnisse sind in den Tabellen 2 und 3 zusammengetragen. Es wird jeweils der Mittelwert angegeben. Besteht kein signifikanter Unterschied (Irrtumswahrscheinlichkeit 0,05) zwischen den Meßwerten beider Lieferungen, dann ist ein gemeinsamer Mittelwert eingetragen.

4. Diskussion

4.1 Abhängigkeit der Zugfestigkeitswerte von der Gesamtdicke der in Faserrichtung beanspruchten Furniere

In DIN 1052 Blatt 1, sind folgende zulässige Zugspannungen für statische Berechnungen mit Furnierplatten angegeben:

In Faserrichtung der Deckfurniere
 $\sigma_{ZL} = 800 \text{ N/cm}^2 \text{ (80 kp/cm}^2\text{)}$
 senkrecht zur Faserrichtung der Deckfurniere

$\sigma_{ZQ} = 400 \text{ N/cm}^2 \text{ (40 kp/cm}^2\text{)}$

Es wird also von einer Verhältniszahl

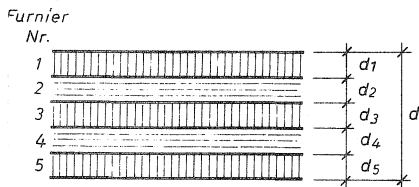


Tabelle 4

Maße in mm	Plattenart	$D = \frac{d_1 + d_3 + d_5}{d_2 + d_4}$	V
Seekiefer-Lieferung 1:	$d_1 = d_3 = d_5 = 1,85$ $d_2 = d_4 = 3,05$ $d = 11,65$	$D = 0,91$	0,84
Seekiefer-Lieferung 2:	$d_1 = d_5 = 1,8$ $d_3 = 2,0$ $d_2 = d_4 = 3,0$ $d = 11,6$	$D = 0,93$	0,64
Douglas fir:	$d_1 = d_3 = d_5 = 2,4$ $d_2 = d_4 = 2,3$ $d = 11,8$	$D = 1,57$	1,55
Fichte-Kiefer:	$d_1 = d_3 = d_5 = 3,1$ $d_2 = d_4 = 3,05$ $d = 15,4$	$D = 1,52$	1,34
Keruing:	$d_1 = d_5 = 2,2$ $d_3 = 3,0$ $d_2 = d_4 = 2,2$ $d = 11,8$	$D = 1,68$	1,32
Fichte-Lieferung 1:	$d_1 = d_5 = 1,8$ $d_3 = 2,05$ $d_2 = d_4 = 2,8$ $d = 11,25$	$D = 1,01$	0,97
Fichte-Lieferung 2:	$d_1 = d_5 = 2,5$ $d_3 = 2,8$ $d_2 = d_4 = 2,25$ $d = 12,3$	$D = 1,73$	1,75
Fichte (CSSR): 7lagig	$d_1 \text{ bis } d_7 = 1,7$ $d = 11,9$	$D = 1,33$	1,38

Aus der Tabelle 2 ist nur ersichtlich, daß keine der untersuchten Plattenarten diesen V-Wert erreicht, es wurden sogar Werte kleiner 1 gefunden. Eine genauere Analyse der vorliegenden Meßwerte an Hand der ebenfalls gemessenen Furnierstärken bestätigt (siehe auch [1]), daß für den Meßwert der Zugfestigkeit die Gesamtdicke der in Faserrichtung beanspruchten Furniere maßgebend ist. Damit ist aber auch der V-Wert direkt vom entsprechenden Verhältnis der Gesamtdicken $D = d_L / d_0$ der in Faserrichtung beanspruchten Furniere abhängig. Mit diesem D-Wert ändert sich entsprechend der V-Wert, Tabelle 4. Zwei Beispiele sollen dies anzeigen: Bei den Seekieferplatten der Lieferung 1 beträgt der D-Wert 0,91, der V-Wert 0,84, bei den Douglas-Fir-Platten dagegen lauten die entsprechenden Werte 1,57 bzw. 1,55. Ein V-Wert von 2 läßt sich also nur dann erreichen, wenn das Dickenverhältnis annähernd 2 beträgt.

Die Dicke der einzelnen Furniere liegt nun aber bei beiden als Beispiel dienenden Plattenarten unter den in DIN 68705 Blatt 3 angegebenen Höchstwerten, nämlich 2,5 mm für die Deckfurniere und 3,7 mm für die Unterfurniere. Als mittlere Dicken für die einzelnen Furniere wurden gemessen:

Bei den Seekiefer-Platten:
 Deck- und Mittelfurniere 1,85 mm
 Zwischenfurniere 3,05 mm

Bei den Douglas-Fir-Platten:

Deck- und Mittelfurniere 2,4 mm
 Zwischenfurniere 2,3 mm

Es zeigt sich daraus, daß es keinen Sinn hat, statischen Berechnungen unterschiedliche zulässige Spannungen für die einzelnen Richtungen einer Furnierplatte zugrunde zu legen, solange diese Unterschiede von den Furnierdicken her nicht in entsprechenden Gütebedingungen sichergestellt sind.

Anmerkung der Redaktion

„Die unterschiedlichen zulässigen Spannungen parallel und rechtwinklig zur Faserrichtung der Deckfurniere nach Tabelle 8 der DIN 1052, Bl. 1, wurden gerade deshalb so unterschiedlich festgelegt, da der Plattenaufbau für Furnierplatten in DIN 68 705, Bl. 3, noch nicht genormt werden konnte und man daher mit ungünstigen Aufbaufaktoren rechnen mußte.“

4.2 Haltbarkeit der Verleimung

Die Prüfung der Verleimung im Zeitrafferversuch erbrachte ein für alle Plattenarten in etwa gleiches Ergebnis. Nach der Wasserlagerung sank die Bindefestigkeit auf ca. 80% des Ausgangswertes, nach dem Kochen und der Wasserlagerung ergab sich ein Wert von ca. 75%.

4.3 Notwendigkeit einer Qualitätskontrolle

Ein Vergleich der Meßwerte mit den geforderten Bruchfestigkeiten nach DIN 68705 Blatt 3:

Biegefestigkeit längs
 $\sigma_{BL} \geq 4000 \text{ N/cm}^2 \text{ (400 kp/cm}^2\text{)}$

Biegefestigkeit quer
 $\sigma_{BQ} \geq 1500 \text{ N/cm}^2 \text{ (150 kp/cm}^2\text{)}$

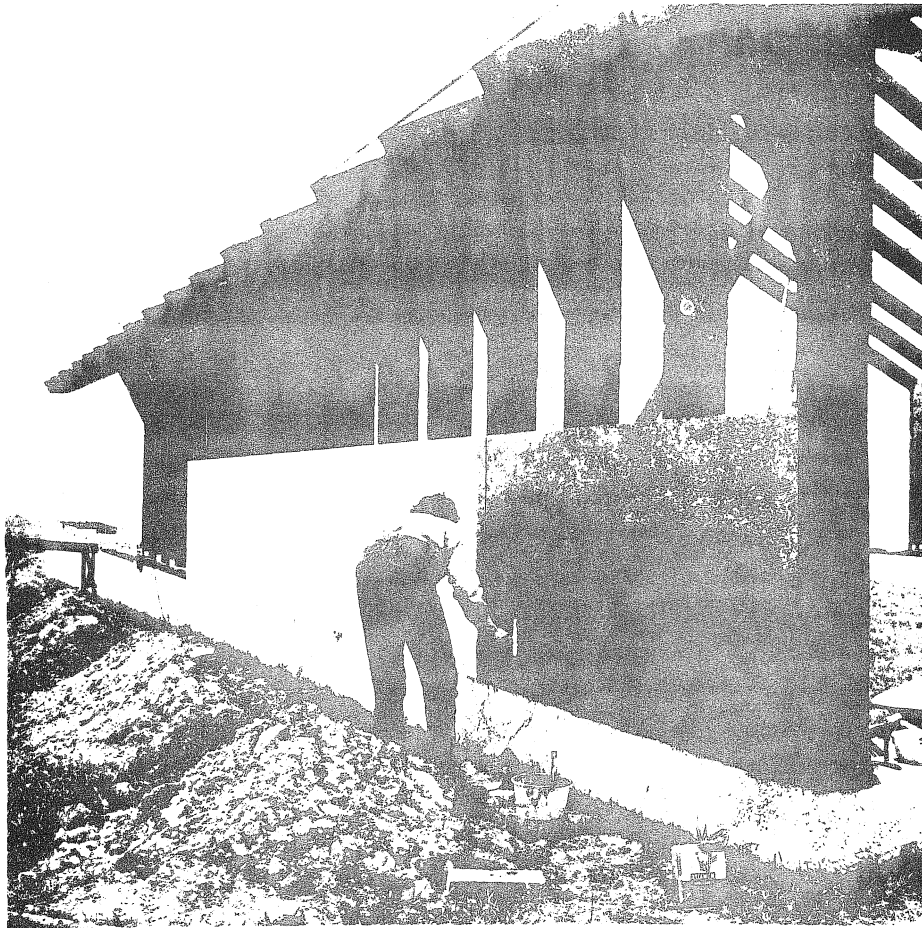
Bindefestigkeit
 $\tau \geq 100 \text{ N/cm}^2 \text{ (10 kp/cm}^2\text{)}$
 bzw. $\geq 80 \text{ N/cm}^2 \text{ (8 kp/cm}^2\text{)}$

bei innenliegenden Nadelholz-Furnieren, zeigt, daß alle Platten mit Ausnahme der Platte Seekiefer Lieferung 2 diese für den konstruktiven Einsatz der Furnierplatten wesentlichen Werte erreichen. Diese Platte kann also nur als Verkleidung eingesetzt werden. Eine Anwendung als tragende Platten setzt weiterhin voraus, daß die Platten einer laufenden inner- und außerbetrieblichen Qualitätskontrolle unterzogen werden. Bei den deutschen Fichte-Platten und den Fichte-Kiefer-Platten aus Schweden ist dies der Fall, die Douglas-Fir-Platten werden nach den kanadischen Bestimmungen überprüft. Wie weit die anderen Plattenarten qualitätsüberprüft sind, ist nicht bekannt.

„Wenn keine Eigen- und Fremdüberwachung nachgewiesen werden kann, dürfen derartige Furnierplatten nicht für tragende und aussteifende Bauteile zum Einsatz kommen.“

[1] G. Kirchner: Die elastomechanischen Eigenschaften von Furnierplatten. Dissertation TH Karlsruhe 1965

Herr Engelbrecht sei für die sorgfältige Durchführung der Messungen gedankt.



wetterfest verleimtes Sperrholz ist als Außen-



und als Innenverkleidung bestens geeignet.

Verzeichnis der Veröffentlichungen 1.1.1976 - 31.12.1976

- Auernhammer, H.: Anforderungen von Großmaschinen an Grundstücksgrößen und -formen
Berichte aus der Flurbereinigung 24 (1976) S. 48 - 53
- Auernhammer, H.: Eine integrierte Methode zur Arbeitszeitanalyse
Darmstadt: KTBL - Schrift 203 (1976)
- Auernhammer, H.: Anforderungen von Großmaschinen an Schlaggrößen und Schlagformen
In: Landtechnik von morgen 15 (1976), S. 17 - 23
- Boxberger, J.,
Metzner, R.,
Lasson, E.: Neuere Entwicklungen in der Rinderhaltung
Manuskriptdruck Tierhygiene
Weihenstephan, Freising 1976
- Boxberger, J.,
Schön, H.,
Weber, W.: Wann welches Melkverfahren?
DLZ 27 (1976) S. 105 - 108
- Boxberger, J.: Spezielle Formen der Milchvieh-Anbindehaltung
Der Tierzüchter 28 (1976) S. 75 - 77
- Boxberger, J.,
von Heyl, L.,
Ayik, M.: Geschickte Mechanisierung hilft, elektrischen Strom wirtschaftlich
einzusetzen.
Bayer. Landw. Wochenblatt 166 (1976) H. 7, S. 12 - 13
- Boxberger, J.: Anhängen, aber nicht aufhängen
Bayer. Landw. Wochenblatt 166 (1976) H. 8, S. 12 - 13
- Boxberger, J.: Die tiergerechte Anbindung macht das Leben leichter
Land und Garten 56 (1976) Nr. 13, S. 18
- Boxberger, J.,
Koller, G.,
Mitrach, B.,
Langenegger, G.,
Harlander, A.: Bau von Fließmistkanälen
dlz 27 (1976) S. 267 - 270
- Boxberger, J.,
Hammer, K.,
Thomas, L.: Liegeboxen für Milchvieh
dlz 27 (1976) 475 - 478
- Boxberger, J.: Stand der Entwicklung bei technischen Einrichtungen für Schweineställe
Agrar-Übersicht 27 (1976) S. 360 - 361
- Boxberger, J.,
Lasson, E.,
Metzner, R.: Mehr Komfort im Rinderstall
Bayer. Landw. Wochenblatt 166 (1976) H. 34, S. 22 - 23
- Boxberger, J.: Lohnt sich mechanische Fütterung?
Bayer. Landw. Wochenblatt 166 (1976) H. 36, S. 15 - 16
- Boxberger, J.: Stand der Entwicklung bei Rinderställen
Agrar-Übersicht 27 (1976) S. 402 - 403
- Boxberger, J.: Flüssigfütterung: Systeme, Arbeitsaufwand und Kapitalbedarf
Bayer. Landw. Wochenblatt 166 (1976) H. 40, S. 11 - 12
- Boxberger, J.: So kriegen Sie Ihren Mist sauber weg
Land und Garten Nr. 42/1976, S. 14
- Boxberger, J.: Nicht alle stehen gern auf Spalten
Land und Garten Nr. 43/1976, S. 8
- Boxberger, J.: Die Innenwirtschaft ist ein wichtiger Zweig der Landtechnik
Der Landmaschinen-Fachbetrieb 28 (1976) S. 298 - 301
- Boxberger, J.,
Schurig, M.: Kampf der Giganten
Agrar-Übersicht 27 (1976) S. 546 - 547

- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Abgedichtete Erdbecken zur Lagerung von Flüssigmist
Landtechnik 31 (1976), Heft 2, S. 59
- Englert, G.: Eigenschafts-Kennwerte von preisgünstigen Bau-Furnierplatten
Bauen mit Holz, 78 (1976), Nr. 2, S. 68
- Englert, G.: Baumaterialien-Preisspiegel: Mineralfasermatten, Polystyrol-
Extruderschäum
top agrar (1976), Heft 2, S. 65
- Englert, G.: Auf die richtige Fugenbreite kommt es an
top agrar (1976), Heft 3, S. 78
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Baumaterialien-Preisspiegel: Holzschutzmittel, Bitumenwellplatten
top agrar (1976), H. 3, S. 81
- Englert, G.,
Englbrecht, K.: Baumaterialien-Preisspiegel: Scherbeton-, Holzbeton-Schalungssteine
top agrar (1976), H. 6, S. 47
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Isolierte Lüftungskanäle selbst gebaut
Bayer. Landw. Wochenblatt, 166 (1976) Nr. 27, S. 16
- Englert, G.: Ein Baustoff, der auf dem Getreidefeld wächst
Hannoversche Land- und Forstwirtsch. Zeitung 129 (1976), Nr. 28, S. 32
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Risse und Löcher in Silofolien
Bayer. Landw. Wochenblatt, 166 (1976) Nr. 35, S. 15
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Baumaterialien-Preisspiegel: Nägel, Siloanstriche
top agrar (1976), H. 10, S. 63
- Englert, G.: Auf diese Druckwerte kommt es an bei Hochdruckreinigern
top agrar (1976), Heft 11, S. 10
- Englert, G.: Vergleichsversuche über die Haltbarkeit von Klebebändern
Berichtsheft "Kunststoffe im Landbau" der Gesellschaft für Kunst-
stoffe in der Landwirtschaft (GKL), (1976), S. 55
- Estler, M.: Erntetechnik für Kolbenschrot und Korn-Spindel-Gemisch
Agrar-Übersicht, 27 (1976), H.2, S. 66 - 68
- Estler, M.: Die Organisation der Körnermais-Erntekette
Mais, 4 (1976), H. 3, S. 4 - 9
- Estler, M.: Technische Lösungen zur Gewinnung von Kolbenschrot und Korn-Spindel-
Gemisch
Mais, 4 (1976), H. 3, S. 20 - 24
- Estler, M.: Technik der Bodenbearbeitung.
Informationsbroschüre zur Landesvorführung der LWK Kiel, (1976), S. 21 - 33
- Estler, M.: Schlagkräftige Bodenbearbeitung
Agrar-Übersicht, 27 (1976), H. 12, S. 548 - 550
- Grimm, K.: Technik für die Maiskolbenschrot-Silage
Bayer. Landw. Jahrbuch, H. 1 (1976), 53. Jahrgang, S. 48 - 61
- Grimm, K.: New Machines for Plot-Harvesting
Schriftenreihe der Internat. Jahrestagung der IAMFE; 5. - 10. Juli 1976
Ames Iowa, S. 38 - 50
- Grimm, K.: Neue Maschinen für die Parzellenernte
Die Bodenkultur, H. 4 (1976) Band 27, S. 421 - 428
- Kreitmeier, J.,
Zeisig, H.-D.: Unterdrucklüftung nach Maß
Arbeitsblatt der ALB Bayern, DLZ H. 3 (1976), S. 191 - 194
- Kreitmeier, J.: Mit der Mahl- und Mischanlage das Futter auf dem Hof bereiten
Bayer. Landw. Wochenblatt, 166, H. 42 (1976), S. 11 - 13

- Kromer, K.-H.: Möglichkeiten der Pflanzung und Aussaat im Freilandgemüsebau
Rheinische Monatsschrift 4 (1976), S. 148 - 154
- Kromer, K.-H.: Futterernte und Futtervorlage - Tendenzen der landtechnischen
Entwicklung 1977
Praktische Landtechnik 11 (1976), S. 363 - 365 und 12 (1976) S. 405 - 406
- Kromer, K.-H.,
Labowsky, H.-J.: Mechanische Ernte und Aufbereitung von Erdbeeren
Zeitschrift für Lebensmittel-Technologie und -Verfahrenstechnik 27
(1976) 7 S. 201 - 205
- Kromer, K.-H.,
Gross, F.: Lohnt die Ernte von Maisstroh?
top agrar 9 (1976) S. 33 - 34
- Kromer, K.-H.: Neue Beregnungstechniken
Praxis der Beregnungswirtschaft, H. 17, (1976), S. 3 - 12
- Labowsky, H.-J.,
Kromer, K.-H.: Beregnungstechnik und Tropfbewässerung
DLG-Mitteilungen 14 (1976), S. 772 - 774
- Labowsky, H.-J.,
Kromer, K.-H.: Die amerikanische Erntetechnik von Einlegegurken in Westeuropa
Tagungsberichte des V. Kongreß über Mechanisierung im Gartenbau,
Sektion für Mechanisierung des Gemüsebaues Agrober (1976) 357 S. 49 - 62
- Langenegger, G.: Die Pumpfähigkeit von Flüssigmist
Landtechnik H. 2 (1976), S. 56 - 59
- Lechner, H.,
Kromer, K.-H.: Anwendung von PE-Folie aus technischer Sicht
Tagungsbericht des V. Kongreß über Mechanisierung im Gartenbau,
Sektion für Mechanisierung des Gemüsebaues Agrober (1976) 357 S. 49 - 62
- Maier, L.,
Wagner, M.: Techniken für die Silageentnahme
Landtechnik 31 (1976), H. 10, S. 430 - 434
- Metzner, R.: Der moderne Kurzstand - ein Beitrag zur tiergemäßen Haltung von
Milchkühen
Badische Bauernzeitung 29 (1976), H. 36, S. 24 - 26
- Neuhauser, J.: Kunststofffolien kann man dauerhaft verbinden
Land und Garten (1976), H. 12, S. 26
- Neuhauser, J.: Einsatzmöglichkeiten von Kunststoffen bei der Futterkonservierung
Landw. Zeitschrift Rheinland (1976), H. 18, S. 944 - 946
- Neuhauser, J.: Kunststoffe in der Landwirtschaft
Landtechnik (1976), H. 9, S. 388 - 392
- Perwanger, A.: Technik der Maisstrohverwertung
Mais Informationen 2 (1976) S. 1 - 3
- Perwanger, A.: Auch für kleinere Betriebe sind Großballen interessant
Bayer. Landw. Wochenblatt 37 (1976), S. 11 - 13
- Perwanger, A.,
Mitterleitner, H.: Möglichkeiten der Strohverwertung
Sonderheft des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft
und Forsten, Dezember 1976
- Perwanger, A.: Strohverwertung im Rinderstall
agrar-press 10 (1976), S. 1
- Perwanger, A.,
Mitterleitner, H.: Die Technik beim Füttern von Stroh
Bayer. Landw. Wochenblatt 31 (1976), S. 16 - 17
- Perwanger, A.: Hat Strohheizung eine Zukunft?
dlz 11 (1976), S. 790 - 792
- Perwanger, A.: Chemischer Strohaufschluß praxisreif?
dlz 11 (1976), S. 794 - 796

- Pirkelmann, H.: Neuere Verfahren zur Lagerung und Fütterung von Futterrüben
Die Milchpraxis 14 (1976) H. 1, S. 27 - 29
- Pirkelmann, H.: Foliensilos oder massive Gärfutterbehälter für Rübenblattsilage?
Deutsche Zuckerrübenzeitung 12 (1976) H. 4, S. 13
- Pirkelmann, H.,
Stanzel, H.: Identification Systems for Group Feeding
Symposium on Cow Identification Systems and their Applications
Schriftenreihe des Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen
H. 63, S. C 1 - C 7
- Pirkelmann, H.: Flüssige Silomittel gleichmäßig verteilen
DLG-Mitteilungen (1976) H. 11, S. 628 - 630
- Pirkelmann, H.: Was beim Bau von Pferdeställen zu beachten ist
Reiter und Pferde in Westfalen (1976) H. 5, S. 14 - 15
- Pirkelmann, H.: Pferde machen Arbeit - wieviel - das hängt vom Reiter und vom Stall ab
Reiter und Pferde in Westfalen (1976) H. 7, S. 16 - 17
- Pirkelmann, H.: Stalleinheiten von der Stange
Reiter und Pferde in Westfalen (1976) H. 8, S. 18 - 19
- Pirkelmann, H.: Silomais sorgfältig einsilieren und entnehmen
dlz (1976) H. 8, S. 580 - 581
- Pirkelmann, H.: Futterrüben arbeitssparend lagern und aufbereitung
Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe 133 (1976) H. 42, S.22-24
- Pirkelmann, H.: Lagerung und Fütterung von Futterrüben - Entwicklungstendenzen -
Schweinezucht (1976) H. 9, S. 16 - 19
- Pirkelmann, H.: Mechanisierung der Silagefütterung
Landtechnik 31 (1976) H. 10, S. 436 - 439
- Pirkelmann, H.,
Lasson, E.,
Zirngibl, O.: Gummimatten helfen Stroh sparen
Reiter und Pferde in Westfalen 1 (1976) H. 11, S. 20 - 22
- Pirkelmann, H.: Spaten, Sägemesser oder Schneidkette
top agrar (1976) H. 12, S. R 21 - R 23
- Schön, H.,
Boxberger, J.,
Weber, W.: Fischgrätenmelkstand
ALB-Musterblatt 02.14.01 (1976)
- Schön, H.,
Weber, W.: Moderne Technik der Milchgewinnung
Betriebswirtschaftliche Mitteilungen LK Schleswig-Holstein
Nr. 252 (1976), S. 23 - 30
- Schön, H.: Landwirtschaftliche Forschung - Aufgaben und Ziele
Mitteilungen der DLG 91 (1976) H. 24, S. 1308 - 1309
- Schön, H.: Der Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge in der Praxis
Landtechnik 31 (1976) H. 12, S. 531 - 536
- Schulz, H.: Kunststoffe in der Landwirtschaft
Flur und Furche Nr. 53, (1976) S. 14 - 15
- Schulz, H.: Bauausführung und Baukosten von Pferdeställen und Reithallen
Kapitel III im Fachbuch "Pferdeställe und Pferdehaltung"
Ulmer Verlag Stuttgart
- Schulz, H.: Bauen mit Rundholz
top agrar (1976) H. 5
- Schulz, H.,
Perwanger, A.,
Mitterleitner, H.: Allen über Großballen
top agrar (1976) H. 5
- Schulz, H.: Selbstbau eines Bullenmaststalles in Starrahmenbauweise
Fachinformation "Landwirtschaftliches Bauwesen" der Gutta-Werke
Offenburg/Baden

- Schulz, H.: Arbeitsverfahren mit Großballenpressen
Informationsschrift der Landwirtschaftskammer Hannover vom 1.9.1976
- Schulz, H.: Neues vom Stroh
top agrar (1976) H. 10
- Schulz, H.: Kostengünstige Maschinen- und Lagerhallen
top agrar (1976) H. 11
- Schulz, H.: Günstige Maschinen- und Lagerhallen
Ernährungsdienst 11 (1976) 31. Jahrgang Nr. 143
- Schulz, H.: Duripanel, eine Bauplatte aus Holz und Zement
top agrar (1976) H. 12
- Schurig, M.: Schlagkräftiges Einlagern von Siliergut
Bayer. Landw. Wochenblatt 166 (1976) H. 11, S. 12 - 14
- Schurig, M.: Mähen, zetzen, schwaden, Futtergewinnung richtig mechanisieren
top agrar (1976) H. 4, S. 47 - 49
- Schurig, M.,
Stanzel, H.,
Kromer, K.-H.: Fremdkörpersicherung beim Feldhäcksler
top agrar (1976) H. 5, S. 102 - 104
- Schurig, M.: Das Neueste für die Futterernte
Badische Bauernzeitung 29 (1976) H. 25, S. 20 - 22
- Schurig, M.: Schnell und sicher einsilieren
Bayer. Landw. Wochenblatt 166 (1976) H. 11, S. 12 - 13
- Schurig, M.: Arbeitsverfahren der Silomaisernte
Bayer. Landw. Wochenblatt 166 (1976) H. 34, S. 11 - 12
- Stanzel, H.: Untersuchungen des Bodengefüges mit Penetrometer und Rammsonde
Z.Acker- und Pflanzenbau, 142 (1976) S. 181 - 193
- Stanzel, H.: Milchfluß-Meßgerät zur Messung von Milchmenge m und Milchfluß m/t
beim Melken
Institutsbericht 1976
- Strehler, A.: Körnertrocknung - eine Aufgabe für den Lohnunternehmer
Lohnunternehmen in der Land- und Forstwirtschaft (1976) H. 5
- Strehler, A.: Körnermais konservieren
DLZ (1976) H. 8
- Strehler, A.: Erste Erfahrungen mit dem Kuxmann-Bandstreuer
top agrar (1976) H. 7, S. 27 - 30
- Stehler, A.,
Hofstetter, E.: Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Stroh
Rationelle Energiegewinnung, Statusbericht 1976 des Bundes-
ministeriums für Forschung und Technologie
- Stehler, A.: Getreidetrocknung und Lagerung im eigenen Betrieb
Bayer. Landw. Wochenblatt (1976) Nr. 22
- Strehler, A.: Getreide selbst lagern: Planung, Kosten, Technik
Bayer. Landw. Wochenblatt (1976) Nr. 24
- Weber, W.: Mehr Technik um die Kuh - weniger Stunden im Stall
Bayer. Landw. Wochenblatt (1976) H. 5, S. 12 - 13
- Weber, W.: Die Melktechnik läßt sich noch verbessern
Mitteilungen der DLG (1976) H. 19, S. 1032 - 1034
- Weber, W.: Hochwertige Rohmilch durch sachgerechte Kühlung
Mitteilungen der DLG (1976) H. 19, S. 1038 - 1040
- Weber, W.: Entwicklung in der Melktechnik
Landw. Zeitschrift Rheinland (1976) Nr. 50, S. 2538 - 2541

- Weber, W.,
Boxberger, J.,
Schön, H.:
Moderne Melkverfahren und ihre Zuordnung
ALB-Arbeitsblatt 02.04.02 (1976)
- Weber, W.,
Schön, H.,
Boxberger, J.:
Wann welches Melkverfahren?
Die landtechnische Zeitschrift (1976) S. 105 - 108
- Weber, W.,
Freiberger, F.:
Mechanisierung der Milchgewinnung im Anbindestall
Feld und Wald, Betriebsleiterschulung 05/07/002 (1976)
Nr. 51, S. 9 - 10
- Wenner, H.L.:
Entwicklung in der Melktechnik
DLG-Denkschrift "Vorträge der Hochschultagung Münster"
Landwirtschaftsverlag Hiltrup (1976) S. 49 - 56
- Wenner, H.L.:
Melken - noch ein arbeitswirtschaftliches Problem?
Archiv der DLG, (1976) Bd. 57, S. 71 - 87
- Wenner, H.L.:
Schwerpunkte zukünftiger Leistungssteigerungen in der Landtechnik
Schlüter-Informationsschrift (1976)
- Wenner, H.L.:
Überrollen uns die Großmaschinen?
top agrar 6 (1976) S. 39 - 42
- Wenner, H.L.:
Tendenzen arbeitswirtschaftlicher Verbesserungen beim maschinellen
Milchentzug
Deutsche Molkerei Zeitung, Kempten Nr. 31 (1976) 97.Jg. S. 925 - 931
- Wenner, H.L.:
Fragen der Mechanisierung eines Rindviehbetriebes unter Berücksichtigung
der Energie
In Elektrizität - Energie für die Landwirtschaft, HEA, Frankfurt/Main 1976
- Worstorff, H.,
Weber, W.:
Stiefkind Melkanlage
Traktor Aktuell, Wien 1, S. 16 - 18 (Nachdruck in "Landmaschinen, Handwerk
und Handel, Wien 1976, S. 8 - 10)
- Worstorff, H.:
Einfluß von Vakuumschwankungen in Melkanlagen auf Pulsierung und
Eutergesundheit
Landtechnik 12, S. 528 - 530
- Worstorff, H.:
Einige technische Überlegungen zu Melkanlagen (Betriebsleiter-Schulung)
Feld und Wald 10 (1976)

Verzeichnis der wesentlichsten Vorträge 1.1.1976 - 31.12.1976

- Auernhammer, H.: Die Schlaggrößengestaltung aus der Sicht der modernen Landtechnik
Flurbereinigungsdirektion München am 12.1.1976
- Auernhammer, H.: Anforderungen der modernen Landtechnik an Flurbereinigungsverfahren
Bayer. Staatsinstitut für Fortbildung München am 9.9.1976
- Auernhammer, H.: Notwendige und realisierbare Ernte- und Transportverfahrensleistungen
für die Maissilageernte
VDI-Tagung in München am 28.10.1976
- Boxberger, J.: Rinderställe
Verband landwirtschaftlicher Fachschulabsolventen in Unterzolling
am 8.1.1976
- Boxberger, J.: Fütterung von Mastschweinen; Mastschweinställe; Entmistung; Dunglagerung;
Kurzstand-Anbindestall
Staatsinstitut für Beraterfortbildung in München am 17. und 18.5.1976
- Boxberger, J.: Grunddaten über Anforderungen an die Wärmeeigenschaften von Liegeflächen
Gutachtersitzung SFB in Weihenstephan am 7.9.1976
- Boxberger, J.: Anforderungen an die Härte und Verschleißfestigkeit von Stallbelägen
GKL-Sitzung in Veitshöchheim am 15.9.1976
- Boxberger, J.: Entmistung (Milchviehhaltung und Ferkelerzeugung);
Verfahren, Lagerung und Ausbringung
BLS-Schulung in Hohenkammer am 19.10.1976
- Boxberger, J.: Untersuchung über das Fließverhalten von Flüssigmist in Kanälen und Röhren
Sitzung des Beirates der Steinzeug-Gesellschaft in Köln-Mardorf am 21.10.1976
- Boxberger, J.: Zur Beurteilung technischer Verfahren bei der Fütterung von Mastschweinen
ALB-Vortragstagung in Landshut am 12.12.1976
- Englert, G.: Beständigkeit von Baustoffen in Ställen
SFB-Gutachtersitzung in Freising-Weihenstephan am 15.9.1976
- Englert, G.: Neuere Ergebnisse bei der Erprobung von Foliengruben zur Güllelagerung
Sitzung der Sektion Bau und Technik der GKL in Veitshöchheim am 15.9.1976
- Grimm, K.: Verwendung von Lieschkolbenschrot in der Schweinehaltung
Seminar in Weihenstephan am 23.9.1976
- Metzner, R.: Ermittlung von Kennwerten für tiergemäße Tränkeeinrichtung
SFB-Gutachtersitzung am 7.9.76 in Freising-Weihenstephan
- Metzner, R.: Ermittlung von Kennwerten zur Krippengestaltung für Kühe unter Kurzstand-
bedingungen
CIGR Budapest 20. - 24.9.1976
- Metzner, R.: Überlegungen zur Gestaltung von Rinderkrippen unter besonderer Berück-
sichtigung artspezifischer Anforderungen
Beiratssitzung der Steinzeug GmbH Köln am 21.10.76
- Metzner, R.: Geräte zur Reinigung und Desinfektion von Stallungen
Fortbildungstagung des IGD Grub am 16.11.1976
- Metzner, R.: Trinkverhalten des Rindes und seine Auswirkungen auf die Gestaltung von
Tränkebecken
Internat. Ethologentagung in Freiburg am 19.11.1976
- Perwanger, A.: Zur Technik der Strohdüngung aufgrund neuer Versuchsergebnisse
Amt für angewandte landw. Betriebswirtschaft anlässlich des Fortbildungs-
lehrgangs für Gutsbeamte und Gutsangestellte am 20.1.1976 in Triesdorf
und am 4.2.1976 in Schönbrunn

- Perwanger, A.: Technische Möglichkeiten und ackerbauliche Folgen vermehrter Strohdüngung mit und ohne Zwischenfuchtanbau
Saatguterzeugervereinigung Oberbayern/Nord e.V. am 3.2.1976 in Peutenhausen
- Perwanger, A.: Neue Technik der Strohverwertung, sowie neueste Erfahrungen mit Großballenpressen
Bayerische Jungbauernschaft e.V. Kreisgemeinschaft Freising am 12.2.1976
- Perwanger, A.: Möglichkeiten der Strohverwertung
Maschinenring Gerolzhofen am 17.2.1976 und am 19.2.1976 vom Maschinenring Amberg in Kaverhof
- Perwanger, A.: Möglichkeiten des AuflöSENS und Verteilens von Hochdruck- und Großballen, speziell für Erdbeerkulturen
an der Landtechnik Weißenstephan am 3.6.1976
- Perwanger, A.: Neuere Erkenntnisse über Strohzerkleinerungs- und Einarbeitungsgeräte
Beratungsseminar Emmelshausen am 7.7.1976
- Perwanger, A.: Möglichkeiten nichtlandwirtschaftlicher Strohverwertung
Beratungsseminar Emmelshausen am 7.7.1976
- Perwanger, A.: Großballenverfahren aus heutiger Sicht
Beratungsseminar Emmelshausen am 7.7.1976
- Perwanger, A.: Techniken der Strohfütterung
Mitgliederversammlung des Landtechnischen Vereins in Rothenburg o.Tb. am 27.9.1976
- Perwanger, A.: Beurteilung von Strohzerkleinerungs- und Einarbeitungsgeräte
KTBL Darmstadt am 14.5.1976
- Schön, H.: Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Melktechnik "Laufställe in der Bewässerung"
AFLuB Kaufbeuren in Marktoberdorf am 10.2.1976
- Schön, H.: Melkanlagen für hohe Arbeitsleistungen
DLG-Vortragstagung am 24.2.1976 in Fulda
- Schön, H.: Neue Verfahren in der Melktechnik
Jahresversammlung des VLF Memmingen am 26.2.1976 in Benningen
- Schön, H.: Technische Entwicklungstendenzen in der Landwirtschaft
VLF-Fürstentfeldbruck am 17.3.1976 in Maisach
- Schön, H.: Die Mechanisierung der Futterbergung und Fütterung bäuerlicher Betriebe im Alpengebiet
Landw. Kammer Kraljevo/Jugoslawien am 27.4.1976 und Landw. Kammer Zajecar/Jugoslawien am 26.4.1976
- Schön, H.: Melktechnik in neuzeitlichen Rinderställen
Staatsinstitut für Beraterfortbildung, 18.5.1976 in München
- Schön, H.: Entwicklungstendenzen bei der Mechanisierung der Laufställe
Staatsinstitut für Beraterfortbildung, München am 18.5.1976
- Schön, H.: Rationelle Milchviehhaltung in alten und neuen Gebäuden
Arbeitskreis für Agrarpolitik Starnberg, am 21.6.1976 in Erling
- Schön, H.: Arbeitswirtschaftliche Einordnung teilautomatisierter und programmgesteuerter Melkanlagen
3. Melkgespräch am 7.10.1976 in Weißenstephan
- Schön, H.: Moderne Technik der Milchgewinnung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße und den Haltungsverfahren
Bayer. Landessiedlung am 19.10.1976 in Hohenkammern
- Schön, H.: Moderne Melksysteme und ihre Bedeutung für die bäuerlichen Viehhalter
VLF Moosburg am 2.12.1976 in Zolling

- Schön, H.: Gliederung und Aufbau wissenschaftlicher Arbeiten
VDL Freising-Weihenstephan am 15.12.1976
- Schulz, H.: Neue Verfahren der Strohbergung
Vortragstagungen des Rationalisierungskuratoriums für Landwirtschaft
(RKL) am 14.1.1976 in Rendsburg und am 23.1.1976 in Würzburg
- Schulz, H.: Neue Verfahren der Strohbergung und Strohverwertung
Fortbildungslehrgänge für Gutsbeamte am 20.1.1976 in Triesdorf und am
4.1.1976 in Schönbrunn
- Schulz, H.: Landwirtschaftliches Bauen in der Selbsthilfe
Generalversammlung des Maschinenrings Württembergisches Allgäu am
29.1.1976 in Waltershofen
- Schulz, H.: Baukostensenkung durch Selbstbau von Holzkonstruktionen, sowie Stroh-
bergungsgeräte und Strohverwertung
Generalversammlung des Maschinenrings Bad Aibling-Miesbach am 12.2.1976
in Großhelfendorf
- Schulz, H.: Stroheinbringung in den Boden
Generalversammlung des Maschinenrings Nordharz am 17.2.1976 in Werlaburg-
dorf
- Schulz, H.: Strohverwertung - Strohbergung
Mitgliederversammlung des Maschinenrings Aichach am 24.2.1976 in Aichach
- Schulz, H.: Möglichkeiten und Aussichten der Strohverwertung
Jahreshauptversammlung des Maschinenrings Rhön-Grabfeld am 26.2.1976
in Hollstadt
- Schulz, H.: Möglichkeiten zum Bau von preiswerten Wirtschaftsgebäuden aus Holz mit
neuartigen Konstruktionen
Mitgliederversammlung der Forstbetriebsgemeinschaft Thiergarten am
15.3.1976 in Langenbieber
- Schulz, H.: Bauliche Selbsthilfe in der Landwirtschaft
Jahreshauptversammlung des Maschinenrings Oberallgäu am 6.4.1976 in
Kempten
- Schulz, H.: Hoch-Flach-Tiefsilos
Ausbildungslehrgang für Landwirtschaftsreferendare des Staatsinstituts
für Beraterfortbildung am 15.4.1976 in München
- Schulz, H.: Großballenpressen
Vortragsveranstaltung und Maschinenvorführung der Fa. Kirchberger am
12.5.1976 in Bayreuth
- Schulz, H.: Selbsthilfe bei Stallgebäuden
Selbstbaulehrschau auf der DLG-Ausstellung in München am 25. u. 27.5.1976
- Schulz, H.: Möglichkeiten der Mechanisierung der Ballenernte
Landtechnischer Fortbildungslehrgang für Wirtschaftsberater der Land-
wirtschaftskammer Weser-Ems am 3.6.1976 in Westerede
- Schulz, H.: Moderne Arbeitsverfahren und Gebäude für Pferdehaltung
Seminar Tierproduktion am 7.7.1976 in Weihenstephan
- Schulz, H.: Selbstbau landwirtschaftlicher Gebäude mit Holz
Landfunksendung am 22.7.1976 im Bayer. Rundfunk
- Schulz, H.: Technik der Strohfütterung
Landfunksendung am 9.8.1976 im Bayer. Rundfunk
- Schulz, H.: Kostengünstige Maschinen- und Lagerhallen
Schlüter-Informationstagung am 5.10.1976 in Freising

- Schulz, H.: Ein Modell zur Baukostensenkung in der Landwirtschaft durch Selbsthilfe
Bundeszentrale Tagung des Deutschen Bauernverbandes am 18.10.1976 in Deggendorf
- Schulz, H.: Neuentwickelte Holzbauweisen für Selbsthilfe und ländliche Zimmerer
Fachtagung des LTV und der ALB über "Neuzeitlicher Holzbau in der Landwirtschaft" am 27.10.1976 in Rothenburg o.Tbr.
- Schulz, H.: Neuzeitlicher Holzbau in der Landwirtschaft
Landfunksendung am 2.10.1976 im Bayerischen Rundfunk
- Schulz, H.: Strohverwertung-Großballenpressen
Bezirksversammlungen der Nordd.Hagelversicherung am 23.11.1976 in Garching und am 24.11.1976 in Mamming bei Landau
- Schulz, H.: Lehren aus der Dürre
Landfunksendungen am 23.11.1976 und 9.12.1976 im Bayer. Rundfunk
- Schulz, H.: Das Selbstbauprogramm der Landtechnik Weihenstephan - Landwirte helfen Landwirten
Informationstagung der Landtechnischen Fördergemeinschaften Hessen am 3.12.1976 in Ettingshausen
- Schulz, H.: Baukostensenkung durch Selbsthilfe in der Landwirtschaft
Tagung für Nebenerwerbslandwirte des Bayerischen Bauernverbandes am 11.12.1976 in Münsterschwarzach
- Schurig, M.: Moderne Transportfahrzeuge
Unternehmerseminar, Gut Schlüterhof, am 19. und 26.2.1976
- Schurig, M.: Probleme und technische Lösungen der Vorlage von Konzentratfutter
KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Technik und Bau in der Tierhaltung" Frankfurt/Main am 9.4.1976
- Schurig, M.: Leistungsfähige Silobefüllgeräte, Wurffördergebläse
VDI-Tagung Landtechnik, München am 29.10.1976
- Stanzel, H.: Elektronische Programmsteuerung von Melkzeugen
3. KTBL-Melkgespräch am 6. und 7.10.1976 in Freising
- Strehler, A.: Die Lagerung und Aufbereitung von Getreide und Kraftfutter
Lehrgang für Landwirte am Amt für Landwirtschaft München am 7.1.1976
- Strehler, A.: Bauliche und technische Einrichtungen für die Lagerung und Aufbereitung von Getreide und Körnermais
Landwirtschaftliches Unternehmerseminar bei Schlüter in Freising am 19. und 26.2.1976
- Strehler, A.: Technische Möglichkeiten der Saatgutaufbereitung
Hauptversammlung der Saatguterzeugergemeinschaft Schleswig-Holstein, Rendsburg 22.4.1976
- Strehler, A.: Heizen mit Stroh
Mitgliederversammlung des Landtechnischen Vereins Freising in Rothenburg o.Tbr. am 27.10.1976
- Strehler, A.: Die Konservierung von Körnermais im verfahrenstechnischen und energetischen Vergleich
VDI-Tagung am 29.10.1976 in München
- Strehler, A.: Lagerung und Aufbereitung von Körnerfrüchten
Vorlesungen und Übungen am Seminar für landwirtschaftliche Entwicklung in Berlin im Zeitraum vom 2. - 4.11.1976

- Strehler, A.: Untersuchungen über die verschiedenen Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Stroh
Anlässlich der Präsentation der vom BMFT vergebenen Forschungsaufträge zur Energieeinsparung am 23.11.1976 in Bonn
- Strehler, A.: Saatgutaufbereitung und Förderung
Fachtagung Saatguterzeugung am 14.12.1976 in Feldafing
- Weber, W.: Einfluß verschiedener Melkparameter auf die Milchabgabe
3. Internationales Melkgespräch am 6./7.10.1976 in Weihenstephan
- Wenner, H.L.: Überrollen uns die Landmaschinen ?
Landwirtschaftliche Woche in Kassel am 6.1.1976, Veranstalter: Arbeitsgemeinschaft zur Rationalisierung in der Landwirtschaft
- Wenner, H.L.: Kostengünstige Produktion tierischer Erzeugnisse - eine Herausforderung der Technik
DLG München am 20.5.1976 (Wirtschaftspressekonferenz)
- Wenner, H.L.: Fragen der Mechanisierung eines Rindviehbetriebes unter Berücksichtigung der Energie
Gemeinsames Symposium KTBL, ABL und HEA über Elektrizität, Energie für die Landwirtschaft, am 9. und 10.11.1976 in Darmstadt
- Wenner, H.L.: Entwicklungstendenzen in der Melktechnik
Fachtagung "Bauen und Technik in der Milchviehhaltung", Wiehl am 16.11.1976
Veranstalter: ABTL-NW Düsseldorf
- Worstorff, H.: Biotechnische Probleme und einige Entwicklungstendenzen des maschinellen Milchentzuges
Seminarvortrag Weihenstephan am 28.1.1976
- Worstorff, H.: Die Bedeutung des Nachgemelkes als Parameter beim maschinellen Milchentzug
Vortrag auf Einladung des Bayer. Landwirtschaftsministeriums, Grub, am 26.3.1976
- Worstorff, H.: Mechanical Factors in the Milking Plant affecting the Level of Free Fatty Acids in Milk
Seminarvortrag auf Einladung der Alfa-Laval AB Tumba, Schweden am 20.5.1976
- Worstorff, H.: Vakuumstabilität
Seminarvortrag auf Einladung der Alfa-Laval AB, Tumba/Schweden am 21.5.1976
- Worstorff, H.: Vergleichende Untersuchungen an konventionellen und neueren Melksystemen
3. Melkgespräch am 6./7.10.1976 in Weihenstephan
- Zeisig, H.D.: Berechnung von Lüftungsanlagen - Praktische Übungen mit Meßgeräten
Lehrgang für Fachberater Landtechnik des Staatsinstituts für Fortbildung der landwirtsch. Lehr- und Beratungskräfte in Landsberg/Lech am 17.5.1976
- Zeisig, H.D.: Emissionsprobleme - Lösungsmöglichkeiten
Staatsinstitut in München vor landwirtsch. Lehr- und Beratungskräften am 20.5.1976
- Zeisig, H.D.: Erdfilter - ein Beitrag zur Minderung der Geruchsemissionen aus der Stall-Luft
Gutachtersitzung des Sonderforschungsbereiches 141 in Weihenstephan am 7.9.1976
- Zeisig, H.D.: Emissionen des Flüssigmistes
Tagung für Richter in Strafsachen und Staatsanwälte über Probleme des Umweltschutzes in Freising am 26.10.1976

Dissertationen, Diplomarbeiten, Habilitationen

1. Dissertationen

Richter, W.:

Notwendige Leistung von Grünfütterheilufttrocknern in Abhängigkeit wichtiger Einflußgrößen.

Wenner/Voigtländer

Bayer. Landw. Jahrbuch (in Druck)

Metzner, R.:

Kennwerte für tiergemäße Versorgungseinrichtungen des Kurzstandes für Fleckvieh.

Wenner/Groth

Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, 1976/ Bd. 3

Lasson, E.:

Untersuchungen über die Anforderungen von Rindern an die Wärme- und Harteigenschaften von Stand- und Liegeflächen.

Wenner/Groth

Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, 1976/ Bd. 2

2. Diplomarbeiten

Wätjen, H.-R.:

Untersuchungen über die Sichtverhältnisse bei verschiedenen Schlepperbauarten.

Wenner/Schön, Auernhammer

Dittmann, T.:

Methodische Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Bodenoberflachenkontur und Aggregatgroenzusammensetzung.

3. Habilitation

Estler, M.:

Verfahrenstechnische Kriterien der Hochmechanisierung im Kornermaisbau.

Wenner/Steinhauser

Mitarbeit in Fachgremien

- Boxberger, J.: Arbeitsausschuß ALB-Bayern
KTBL-Arbeitsgemeinschaft Bauwesen
Mitglied im DIN-Normen-Ausschuß "Stallfußboden"
Mitglied der Intern. Working Group on Cattle Housing
- Estler, M.: Deutsches Maiskomitee, Vorsitzender d. Ausschusses
Maisproduktion und innerbetriebliche Verwertung
DLG, Vorsitzender d. Prüfungsausschusses für Maiseinzelkorn-
sämaschinen
- Grimm, K.: Mitglied im DIN-Normen-Ausschuß für Behälterbau (Lasten)
- Kromer, K.-H.: Vorsitzender d. Arbeitskreises Nachwuchsförderung der
Max-Eyth-Gesellschaft für Agrartechnik
- Pirkelmann, H.: Deutsches Maiskomitee, Arbeitsgruppe Konservierung und
Fütterung
- Schön, H.: AVA-Hessen, Mitglied d. Arbeitskreises Stallbau und
Technik
ALB-Bayern, Mitglied d. Ausschusses für Musterblätter
DLG-Ausschuß Technik und Bauwesen in der tierischen Produktion
DLG-Ausschuß Arbeitswirtschaft
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft im Landbau
Mitglied d. Vorstandes und Vorsitzender d. Arbeitskreises
Terminologie
Staatsinstitut f. Schulpädagogik München
Mitglied d. Arbeitskreises Lehrplan für Berufsoberschulen
"Landwirtschaft"
Mitglied d. Arbeitskreises Lehrplan für Berufsoberschulen
"Arbeitslehre"
- Schulz, H.: Hauptausschuß des KTBL
Arbeitsausschuß der ALB-Bayern
Ausschuß für Landmaschinenprüfung der DLG
Vorsitzender d. Kommission für die Prüfung von Silofolien
der DLG
Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft,
Vizepräsident und Vorsitzender d. Sektion Bau und Technik
KTBL-Arbeitskreis Baulich-technische Selbsthilfe
Vorstandsmitglied des RKL, Kiel
- Schurig, M.: DLG-Ausschuß für Technik in der pflanzlichen Produktion
DLG-Ausschuß für Futtermittelkonservierung
- Weber, W.: ALB-Bayern, Mitglied d. Ausschusses für Musterblätter
- Wenner, H.L.: DLG, Mitglied d. Gesamtausschusses
DLG, Mitglied d. Hauptausschusses d. Fachbereiches Landtechnik
KTBL, Hauptausschußmitglied
KTBL, Mitglied in der Arbeitsgemeinschaft Technik und Bau in der
Tierhaltung
AID, Ausschuß Arbeitsplan Landtechnik
MEG, Arbeitskreis Forschung und Lehre
Vorstandsmitglied des LTV
- Zeisig, H.D.: VDI-Kommission, Reinhaltung der Luft
KTBL-Arbeitsgemeinschaft Agrartechnik und Umweltschutz
Arbeitsgruppe Gullebelüftung beim Bayer. Staatsministerium für
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Wissenschaftliche Mitarbeiter der Landtechnik Weihenstephan

Name	Hauptarbeitsgebiet (1976/77)
Wenner, Heinz-Lothar, o.Prof.Dr.agr.	Vorstand des Instituts für Landtechnik und der Bay.Landesanstalt für Landtechnik
Auernhammer, Hermann, Dr.agr.	Arbeitswirtschaft und Datenverarbeitung
Boxberger, ³⁾ Josef, Dr.agr. OLR	Technik der Rinder- und Schweineproduktion
Englert, Gerhard, Dr.rer.nat.	Baustoffe
Estler, Manfred, Priv.Doiz.Dr.agr.habil	Minimalbodenbearbeitung, Technik im Maisbau
Grimm, ¹⁾ Klaus, Dr.-Ing. BD	Lieschkolbenschrot (Ernte und Verwertung)
Hofstetter, Eugen, Dipl.-Ing.agr.	Technik im Feldversuchswesen Grundlagen der Strohverheizung
Krinner, Lambert, Dipl.-Ing.agr.OLR	Ermittlung des Kapitalbedarfes landwirtschaftlicher Betriebsgebäude
Kromer, Karl-Hans, Dr.-Ing., Ober-Ing.	Direktsaat und Ernte von Feldgemüse, Biotechnische Eigenschaften, Landt.Grundlagen
Lechner, Helmut, Dipl.-Ing.agr.	Mechanisierung der Anwendung von PE-Folien im Feldgemüsebau
Metzner, Rainer, Dr.agr.	Stallhaltung von Rindern
Perwanger, Anton, Dipl.-Ing.agr.	Strohverwertung
Pirkelmann, ³⁾ Heinrich, Dr.agr. OLR	Futterkonservierung und Fütterungstechnik
Rittel, Leonhard, Dipl.-Ing.agr.	Baukonstruktionen
Schön, Hans, Dr.agr. AOR	Arbeitswirtschaft, Melkverfahren, Funktionsplanung
Schulz, ²⁾ Heinz, Dr.agr. LD	Bautechnik, Strohverwertung, Sonnenenergie
Schurig, ³⁾ Manfred, Dr.agr.ORLR	Mäh- u. Aufbereitungsgeräte, Feldhäcksler-einsatz, Hochsilobefüllung
Stanzel, Hans, Dr.agr.	Meßtechnik, Maschinelles Milchentzug
Strehler, Arno, Dr.agr. LR	Getreidetrocknung, Energiegewinnung aus Stroh
Weber, Willi, Dipl.-Ing.agr.	Melktechnik
Worstorff, Hermann, Dr.agr.	Melktechnik
Zäh, Hildegard, Dipl.- Ing.agr.	Arbeitszeitanalysen
Zeisig, ³⁾ Hans-Dieter, Dr.-Ing. OBR	Emissionsschutz, Flüssigmisthandhabung Klimatechnik

1 Betriebsleiter der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik

2 Fachleiter der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik

3 Abteilungsleiter in der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik

In der Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan sind
1976 erschienen

- Nr. 1 Programmbeschreibungen
 (Dr. H. Auernhammer) 39 Seiten
- Nr. 2 Untersuchungen über die Anforderungen von Rindern
 an die Wärme- und Härteeigenschaften von Stand-
 und Liegeflächen
 (Dr. E. Lasson) 180 Seiten
- Nr. 3 Kennwerte für tiergemäße Versorgungseinrichtungen
 des Kurzstandes für Fleckviehkühe
 (Dr. R. Metzner) 213 Seiten