



Tätigkeitsbericht 1977

Schriftenreihe
der
Landtechnik Weihenstephan

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

805 Freising - Weihenstephan
.....

(Selbstverlag)

1977

**Berichte über die
Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan
6. Dez. 1977**

Manuskripte der Vorträge

V o r w o r t

Alljährlich veranstaltet die Landtechnik Weihestephan ihre Jahrestagung. Auf der diesjährigen Tagung am 3. Dezember 1977 in Freising wurden in sieben Referaten wesentliche Bereiche unserer derzeitigen Forschungsaktivitäten angesprochen; die Manuskripte der Vorträge in ungekürzter Form haben wir als Jahresbericht zusammengefaßt. Wir möchten damit alle Freunde und Förderer sowie die interessierte Öffentlichkeit auf diesem Wege über einen Teil unserer Arbeiten unterrichten.

Der Sonderforschungsbereich 141 "Produktionstechniken der Rinderhaltung" ist nach wie vor unser Forschungsschwerpunkt, der es ermöglicht, interdisziplinär umfangreiche Forschungsvorhaben voranzutreiben. Die letzten vier der insgesamt sieben Vorträge berichten über Erkenntnisse, die aus den Arbeiten des Sonderforschungsbereiches hervorgingen.

Im Anhang sind die wesentlichsten Veröffentlichungen und Vorträge der einzelnen Mitarbeiter aufgeführt. An diesen Arbeiten wird eine Aktivität kenntlich, die darauf ausgerichtet ist, möglichst schnell und umfassend die gewonnenen Erkenntnisse der Beratung und praktischen Landwirtschaft zugänglich zu machen. So ist die Umsetzung grundlegender wissenschaftlicher Arbeit in die praktische Nutzenanwendung ein Hauptanliegen unserer Arbeit; auf der anderen Seite können jedoch aus der Praxis aufgegriffene Probleme nur mit Hilfe gründlicher wissenschaftlicher Untersuchungen und Methoden analysiert und beantwortet werden.

An dieser Stelle sei allen, die unsere Arbeiten materiell unterstützen und uns durch Rat und Anregung helfen, herzlich gedankt. Dieser Dank gilt besonders auch allen Mitarbeitern, auf deren Tatkraft und Eifer die Landtechnik Weihestephan stets als fester Fundament aufbauen kann.


Prof. Dr. H.L. Wenner

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort. - Prof. Dr. H.L. Wenner	
Neue verfahrenstechnische Erkenntnisse bei der Maisbestellung. - Dr. M. Estler	4
Einsatzverfahren mit Berechnungsmaschinen. Dr.-Ing. K.-H. Kromer	18
Moderne Anlagen zur Lagerung und Aufbereitung von Getreide. - Dr. A. Strehler	26
Fütterungsverfahren für Hochleistungskühe. Dr. H. Pirkelmann	41
Tiergemäße Stalleinrichtungen für Milchkühe. Dr. J. Boxberger	57
Wärmedämmung von Stallgebäuden. - Dr. G. Englert	80
Neue Stromtarife und steigende elektr. Leistungsansprüche Prof. Dr. H.L. Wenner	93
Verzeichnis der Veröffentlichungen	120
Verzeichnis der Vorträge	129
Zusammenstellung der Diplomarbeiten und Dissertationen	137
Mitarbeit in Fachgremien	138
Wissenschaftliche Mitarbeiter der Landtechnik Weihenstephan	139

Neue verfahrenstechnische Erkenntnisse bei der Maisbestellung

Dr. hab. Manfred Estler

Im Gegensatz zu anderen Hauptfruchtarten sind im Maisbau alljährlich deutliche Zuwachsraten zu beobachten. Eine besonders kräftige Ausdehnung hat in den letzten Jahren der Silomaisanbau erfahren. Die Anbaustatistik für 1977 läßt dies deutlich erkennen. Während bei Körnermais gegenüber 1976 eine gewisse Stagnation zu verzeichnen ist, hat die Silomais-Anbaufläche gegenüber 1976 um 19 % zugenommen. Interessant ist darüber hinaus die Stellung Bayerns. Während in der gesamten Bundesrepublik Deutschland der Anteil des Maisanbaues an der Ackerfläche 8,6 % beträgt, sind dies in Bayern 15,1 %.

Abb. 1: Anbaustatistik 1977 für Mais

Nutzungsart	Anbaufläche		Veränderung geg. 1976 %
	1976 ha	1977 ha	
Körnermais	102.928	100.079	-3 %
Silomais	467.358	545.306	+19 %
Mais insgesamt	570.286	645.385	+11,3 %

Anteil an der Ackerfläche

Land	Ackerfläche ha	Anteil Maisfläche %
Bundesrepublik Deutschland gesamt	7.484.600	8,6
Bayern	2.114.000	15,1

Für beide Nutzungsarten stellt das Einhalten sortenspezifisch und standortbezogen optimaler Pflanzenbestandszahlen, aber auch die termingerechte Arbeitserledigung bei der Bestellung die wesentlichen Voraussetzungen für das Erzielen hoher und sicherer Ernteerträge dar.

Als Folge davon sind die Anforderungen an die Bestelltechnik in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Vier wesentliche Bereiche sind hierbei hervorzuheben und sollen nachfolgend diskutiert werden:

1. Optimale Saatbett-Vorbereitung.
2. Exakte Kornablage.
3. Hohe Schlagkraft des Gesamtverfahrens.
4. Hohe Funktionssicherheit der Maschinen und Geräte.

Zwischen allen diesen Bereichen bestehen enge Wechselbeziehungen, sowohl in verfahrenstechnischer, als auch in pflanzenbaulicher und ökonomischer Sicht. Dies macht die Situation für den Praktiker zweifellos nicht einfacher.

Saatbettbereitung

Im Bereich der Saatbettbereitung zielen alle Maßnahmen darauf ab,

- eine rasche Erwärmung des Bodens zu bewirken,
- die Saatbett-Vorbereitung in möglichst wenigen Arbeitsgängen durchzuführen, um Fahrspuren und damit unerwünschte Bodenverdichtungen zu vermeiden,
- den Boden gezielt zu lockern und zu krümeln.

Unter "gezielt" wird dabei verstanden, daß die Bodenvorbereitung abgestimmt auf Standort, Bodenart und die klimatischen Voraussetzungen (z.B. hinsichtlich der Wasserversorgung) durchgeführt wird.

Die Erfahrungen zeigen, daß auf den leichteren bis mittleren Böden gezogene Saatbettkombinationen in der Regel einen befriedigenden Arbeitseffekt bei gleichzeitig tragbarem Investitionsaufwand gewährleisten.

Neue Werkzeugformen (Abb. 2) und eine verbesserte Variabilität der Kombinationen hinsichtlich Austauschbarkeit der Werkzeuggruppen und der Möglichkeit, Gerätekombinationen mit mehrfach hintereinander geschalteten Werkzeugen zusammenzustellen (Abb. 3) bieten hier eine wesentliche Hilfestellung.

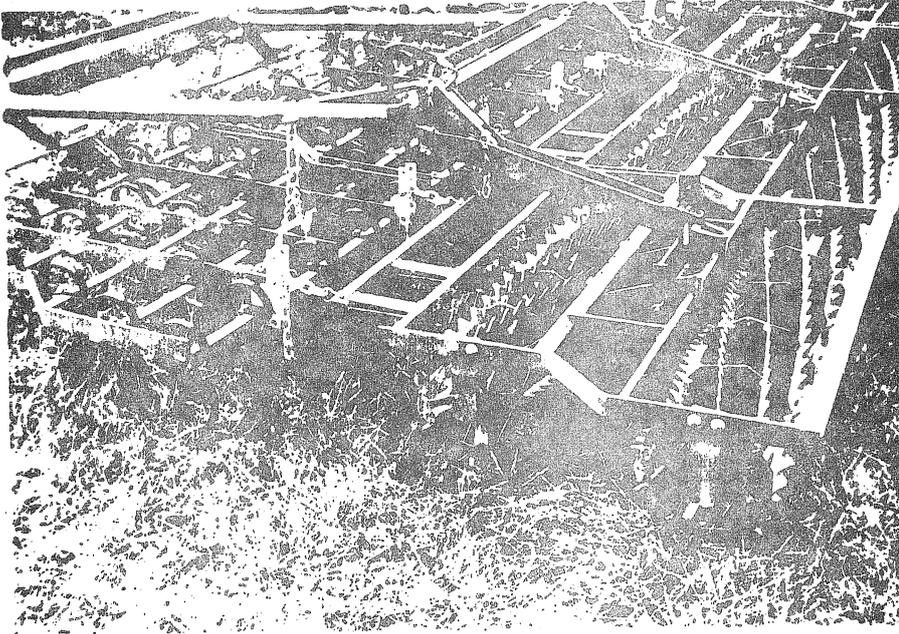


Abb. 2: Typische Saatbettkombination mit Gareege und Zackenkrümmer

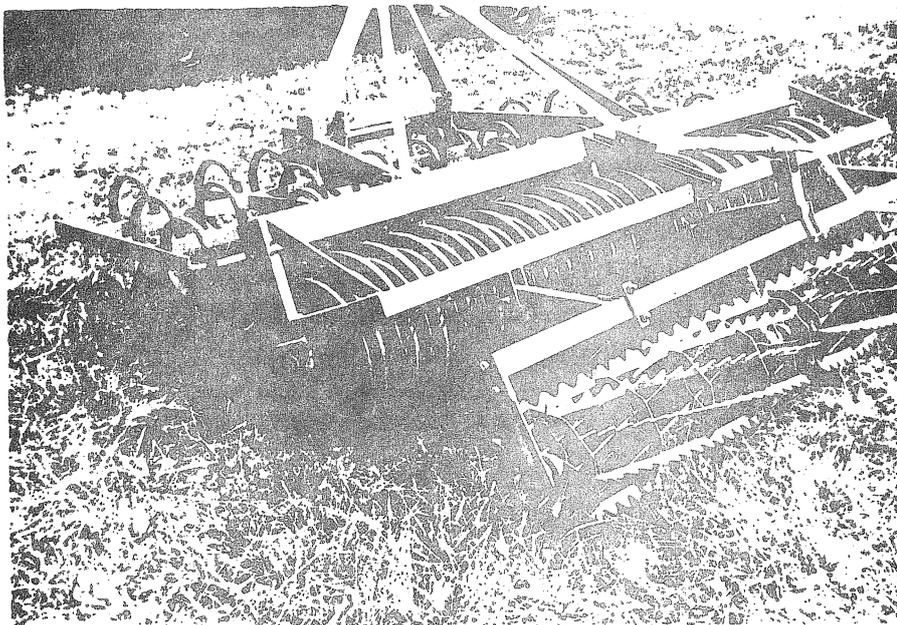


Abb. 3: Dreifach-Kombinationen mit Packer werden auf leichten, lockeren Böden bevorzugt

Auf den schwereren, bindigen Böden bestätigen sich dagegen die Erfahrungen, daß hier die zapfwellenbetriebenen Nachbearbeitungsgeräte ihren bevorzugten Einsatzbereich vorfinden (Abb. 4).

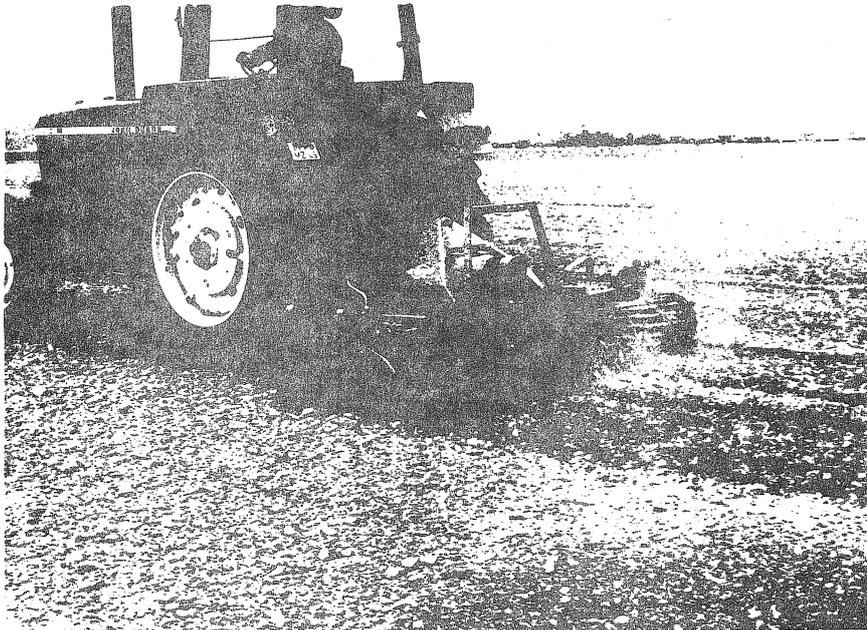


Abb. 4: Zapfwelleneggen finden auf schweren Böden zunehmendes Interesse

Die bei modernen Geräten vorhandenen Möglichkeiten, den Bearbeitungseffekt in mehrfacher Weise zu variieren (durch Fahrgeschwindigkeit, Werkzeugwahl, Werkzeuggeschwindigkeit) gewährleistet auch auf problematischen Standorten das Erfüllen der vorgenannten Forderungen.

Die gewünschte flache Bearbeitung des Bodens bereitet oftmals Schwierigkeiten, da bei vorhergehenden Arbeitsgängen, z.B. beim Einsatz von Großflächen-Düngerstreuern, Schleppern ohne Gitterräder etc. tiefe Fahrspuren und Verdichtungshorizonte entstehen können. Messungen des Bodenwiderstandes mit Penetrometer auf befahrenen und unbefahrenen Flächen zeigen sehr deutlich das Entstehen von Verdichtungshorizonten im Bereich von Fahrspuren und bei der Pflugsohle (Abb. 5).

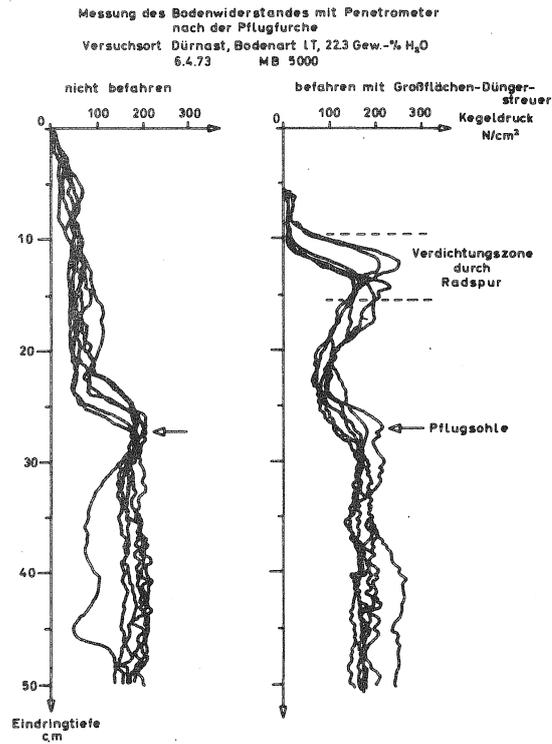


Abb. 5: Auswirkungen von Radspuren auf die Bodenverdichtung

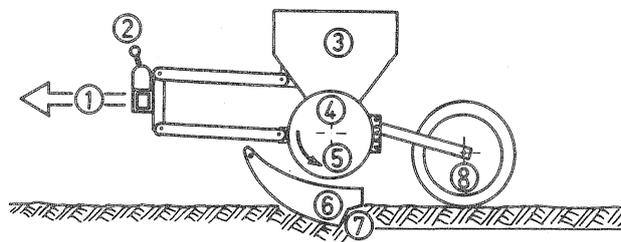
Zum Auflockern dieser Spuren und Verdichtungen muß der Boden tiefer bearbeitet werden, als dies aus bestelltechnischer Sicht optimal wäre. Eine entsprechende Rückverfestigung des oberen Krumbereiches durch geeignete Werkzeuge, so wie dies auch für die Rübenbestellung gefordert wird, ist deshalb auch für die Saattbettbereitung bei Mais unerlässlich.

Exakte Kornablage

Besonders im Silomaisanbau, unter dem Einfluß neuer Sorten aber auch im Körnermaisbau werden heute relativ hohe Pflanzenbestandszahlen eingehalten. Dennoch besteht das Bestreben, jeder Einzelpflanze einen möglichst günstigen Standraum und damit optimale Entwicklungsbedingungen zu bieten.

Die Erfahrungen und eine Vielzahl von Untersuchungen zeigen, daß moderne,

kalibrierungs-unempfindliche Einzelkorn-Sämaschinen mit mechanischem, Saugluft- oder Druckluftprinzip am besten in der Lage sind, die Summe der verfahrenstechnischen und pflanzenbaulichen Forderungen zu erfüllen. Die Einbettung des Saatbettes in den Boden läuft unabhängig vom Ablageprinzip in mehreren Prozeßphasen ab: Von der Einzelkornenerfassung über den Kornabwurf bis hin zum Andrücken des Bodens über dem Saatkorn. Sie unterliegt dabei einer Vielzahl unterschiedlicher Einflußfaktoren, von welchen nachfolgend einige speziell angesprochen werden sollen (Abb. 6).



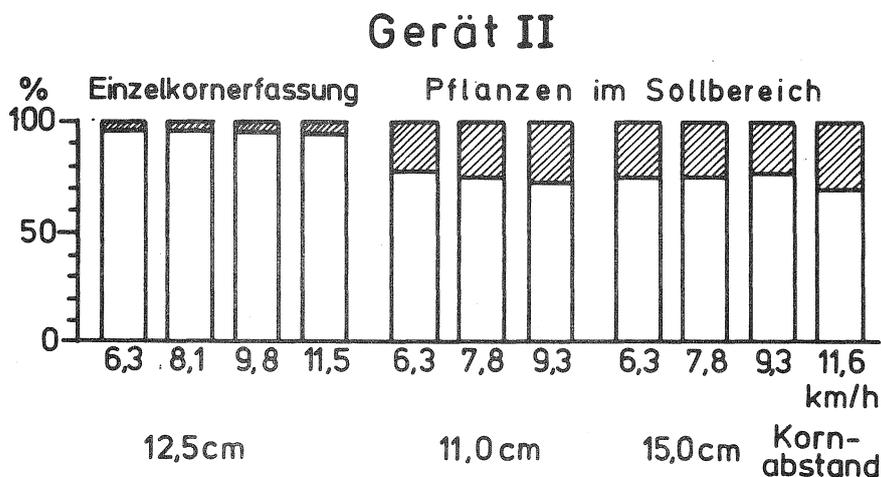
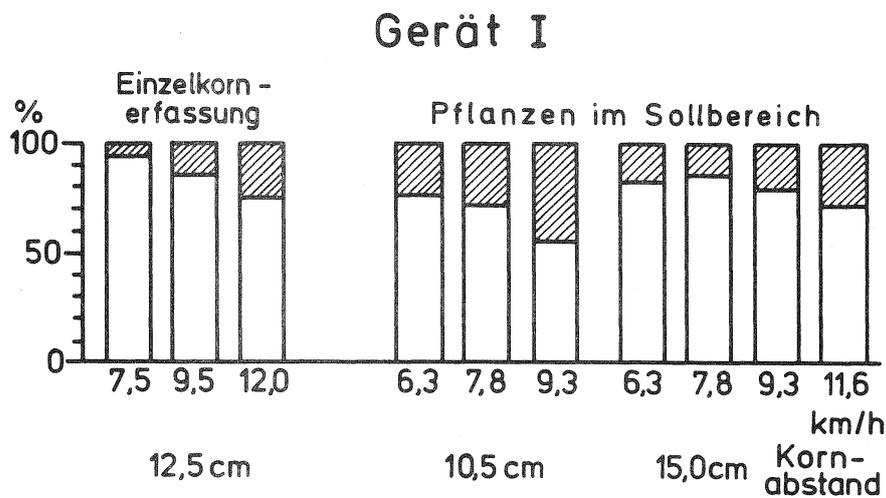
- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| ① Fahrgeschwindigkeit | ⑤ Umlauf-(Abwurf-) Geschwindigkeit |
| ② angestrebter Kornabstand | ⑥ Fallhöhe |
| ③ Saatgut | ⑦ Ausformung der Saatfurche |
| ④ Sämechanismus | ⑧ Druckrolle (Form, Belastung) |

LANDTECHNIK
WEINSTEPIAN
Estler 771444

Abb. 6: Einflüsse auf die Kornablage bei der Maissaat

Die Einzelkornenerfassung durch das Säorgan und die exakte Platzierung des Kornes in der Saatfurche wird maßgeblich vom gewählten Kornabstand in der Reihe, der Arbeitsgeschwindigkeit, Bauweise und Abmessungen des Säaggregates und der hieraus resultierenden Umlaufgeschwindigkeit des Säorgans beeinflusst. Auch innerhalb einer Gerätegruppe wirken sich steigende Fahrgeschwindigkeiten gerätespezifisch sehr unterschiedlich auf die Qualität der Kornablage im Boden aus. Ergebnisse von Unter-

suchungen über die Einzelkorerfassung (Ermittlung auf dem Prüfstand) und der im praktischen Einsatz vorgefundenen Pflanzenverteilung im Sollbereich (Abb. 7) lassen erkennen, daß z.B. bei Gerät I sowohl beim Prüfstandsversuch, als auch im praktischen Einsatz eine deutliche Abhängigkeit der Ablagegüte von der Fahrgeschwindigkeit bei den unterschiedlichen Kornabständen besteht.



(Kalibrierung: mittel-flach, 8-9mm ϕ , 4-6mm*)

Abb. 7: Auswirkungen steigender Fahrgeschwindigkeit auf die Einzelkorerfassung und Pflanzenverteilung

Dagegen üben bei Gerät II steigende Fahrgeschwindigkeiten nur geringen Einfluß auf die Ablagequalität aus. Dies deutet darauf hin, daß z.B. bei Maschinen-Neuanschaffungen vorhandene Prüfberichte sorgsam studiert werden sollten.

Neben dem Einhalten exakter Kornabstände in der Reihe kommt auch einer möglichst gleichmäßigen Ablagetiefe eine besondere Bedeutung zu. Insbesondere im Hinblick auf eine gesicherte Wasser- und Wärmeversorgung und damit einem gleichmäßigen Pflanzenaufwuchs. Neue Untersuchungsergebnisse zeigen, daß neben der Fahrgeschwindigkeit vor allem die Ausbildung der Druckrolle und die Rauheit der Bodenoberfläche einen besonderen Einfluß auf die Korntiefenablage ausüben. Bei zwei Bearbeitungsvarianten (Bearbeitung "grob", Abb. 8 sowie Bearbeitung "fein", Abb. 9) wurde der Einfluß unterschiedlicher Fahrgeschwindigkeiten und die Ausstattung mit

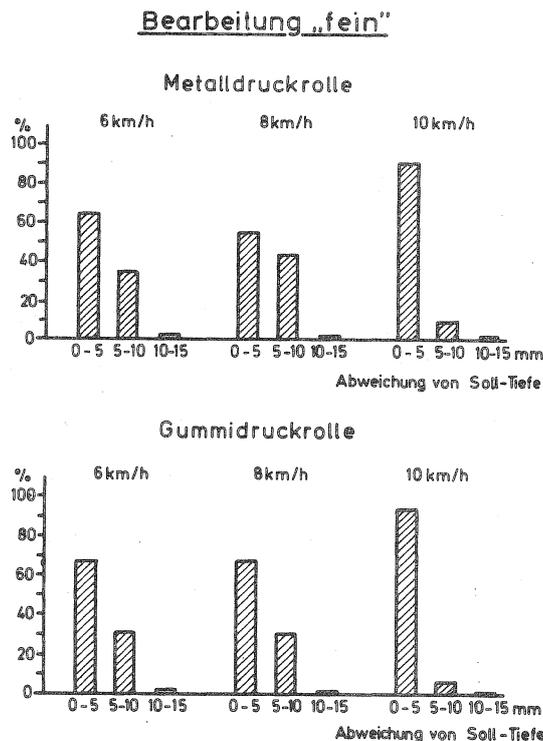


Abb. 8: Gleichmäßigkeit der Korntiefenablage bei feiner Saatbettbereitung

Bearbeitung „grob“

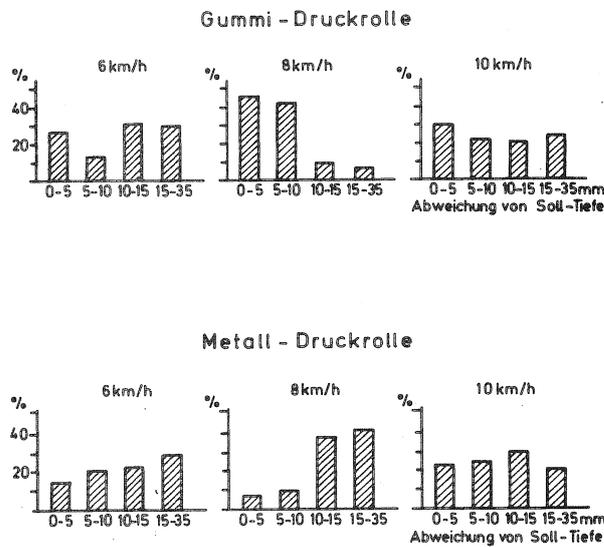


Abb. 9: Gleichmäßigkeit der Korntiefen-ablage bei grober Saatbettbereitung

Metall- bzw. Gummi-Druckrolle auf die Tiefenablage der Saatkörner ermittelt. Dabei zeigt sich, daß bei einer feinkrümelligen Bodenvorbereitung nur relativ geringe Unterschiede zwischen den beiden Druckrollenformen auftreten. Der Einfluß der Druckrollenform wird hier überlagert durch den Einfluß der Fahrgeschwindigkeit. So ist bei einer Vorfahrt von 10 km/h eine wesentlich geringere Abweichung der Kornablage von der eingestellten Soll-Tiefe zu verzeichnen, als bei niedrigeren Fahrgeschwindigkeiten. Ca. 90 - 95 % der Körner werden in einem Bereich von 0 - 15 mm um die Soll-Tiefe abgelegt, bei 6 bzw. 8 km/h nur ca. 55 - 70 %. Im Gegensatz dazu wirkt sich bei einer groben Saatbett-Vorbereitung die Verwendung von Gummi-Druckrollen vor allem in dem heute bevorzugten Fahrgeschwindigkeitsbereich von 8 km/h in einer wesentlich gleichmäßigeren

Ablagetiefe aus. Ca. 80 % aller Körner werden in einem Bereich von etwa 0 - 10 mm um die Soll-Tiefe abgelegt. Bei den Fahrgeschwindigkeitsstufen 6 km/h und 10 km/h sind dagegen erhebliche Abweichungen von der Soll-Tiefe bis in einem Bereich von 35 mm festzustellen. Bei Verwendung von Metall-Druckrollen verstärken sich diese Auswirkungen ganz erheblich.

Hohe Schlagkraft

Die Bestellzeitpanne, also der Zeitraum zwischen Erreichen der für eine rasche Keimung erforderlichen Bodentemperatur einerseits und zu befürchtenden Ertragseinbußen infolge zu später Saat andererseits, ist im Maisbau bekanntlich sehr knapp. Diese Situation wird durch das Weiterwandern des Maises in Grenzlagen nicht günstiger, eher noch verschärft. Bei der gesamten Feldbestellung eine höhere Schlagkraft zu erreichen, ist deshalb im Maisbau nach wie vor ein zentrales Anliegen. Von den drei sich hierfür anbietenden Möglichkeiten

- höhere Fahrgeschwindigkeit
- größere Arbeitsbreite
- Kombination von Bodenvorbereitung und Saat

ist die erstgenannte Alternative derzeit noch problematisch. Wie bei der Diskussion des Einflusses der Fahrgeschwindigkeit auf die Qualität der Kornablage zu sehen war, stellt für einen Großteil auch der modernen, kalibrierungs-unempfindlichen Einzelkornsämaschinen bei den derzeit üblichen Kornabständen eine Fahrgeschwindigkeit von 8 km/h eine Art Schallmauer dar. Zwar bleibt die technische Entwicklung nicht stehen, die Chance für eine deutliche Steigerung der Fahrgeschwindigkeit ist aber derzeit noch nicht absehbar. Es stellt sich deshalb ganz zwangsläufig die Frage, ob es sinnvoller und rationeller ist, eine Erhöhung der Flächenleistung durch das Steigern der Fahrgeschwindigkeit (vorausgesetzt, geeignete Gerätekonstruktionen sind vorhanden), oder durch ein Erhöhen

der Arbeitsbreite anzustreben. Diese Zusammenhänge sollen am Beispiel des Einflusses von Arbeitsgeschwindigkeit und Arbeitsbreite auf den Arbeitszeitbedarf dargestellt werden (Abb. 10).

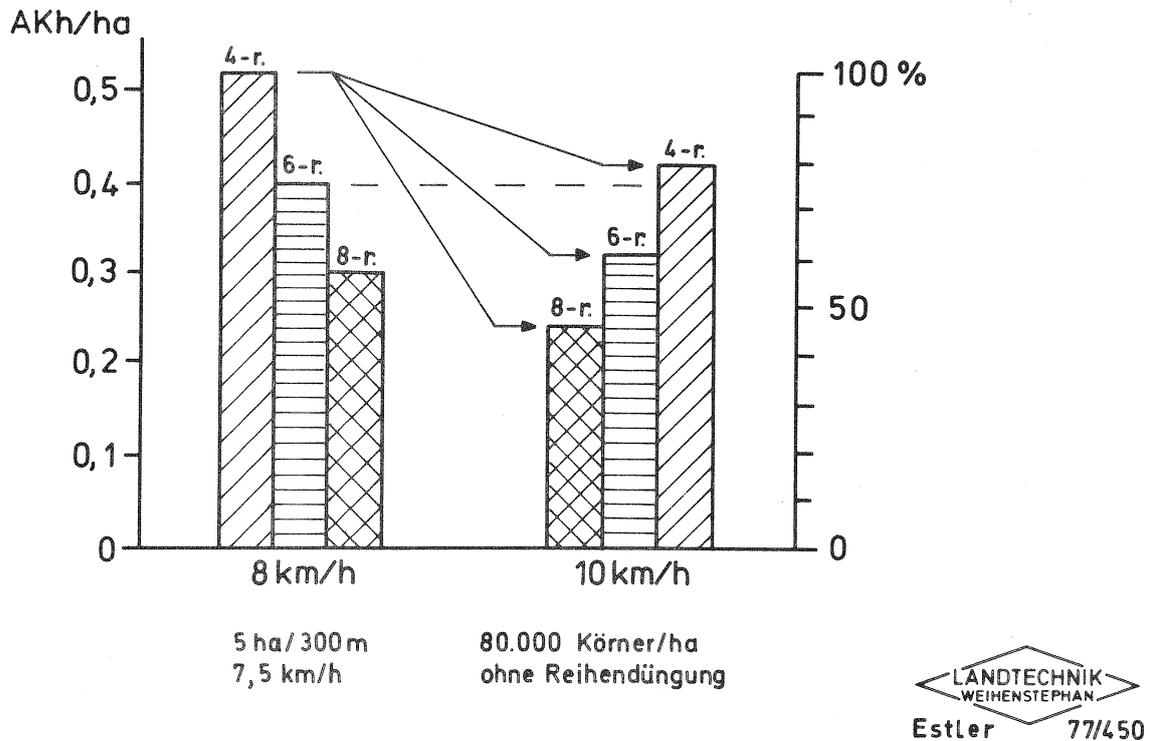


Abb. 10: Einfluß von Arbeitsgeschwindigkeit und Arbeitsbreite auf den Arbeitszeitbedarf

Es zeigt sich, daß ein Steigern der Fahrgeschwindigkeit von 8 auf 10 km/h bei gleicher Arbeitsbreite (4-reihige Einzelkornsämaschine) eine Reduzierung des Arbeitszeitaufwandes von 0,52 auf 0,42 AKh/ha (relativ auf 80 % des Ausgangswertes) bewirkt. Dagegen wirkt sich ein Vergrößern der Arbeitsbreite von 4 auf 6 Reihen bei konstanter Arbeitsgeschwindigkeit (8 km/h) in einer Reduzierung des Arbeitszeitaufwandes auf 0,4 AKh/ha (entsprechend 75 % des Ausgangswertes) aus. Ähnliche Verhältnisse er-

geben sich bei der höheren Fahrgeschwindigkeitsstufe. Bei den derzeit vorhandenen technisch-konstruktiven Lösungen zur Einzelkornsaat bei Mais läßt sich also über eine Vergrößerung der Arbeitsbreite eine effizientere Verbesserung der Flächenleistung und damit der Schlagkraft erreichen. Ein Steigern der Arbeitsgeschwindigkeit bewirkt geringere Zuwachsraten, hinzu kommt die Gefahr einer Verschlechterung der Ablagequalität.

Im Gegensatz zu diesen Maßnahmen ist es wesentlich unproblematischer, eine Steigerung der Schlagkraft durch die Kombination der Arbeitsgänge "Bodenvorbereitung und Aussaat" zu erreichen. Die Landmaschinenindustrie bietet bereits eine Reihe erprobter, technischer Lösungen hierfür an, auch unter Einbeziehung pneumatischer Säsysteme (Abb. 11).

Arbeitsgang	Variante			
	1	2	3	4
Saatbettbereitung (gesonderter Arb.-Gang)	×	×		
Saat ohne Reihendüngung	×		×	
Saat mit Reihendüngung		×		×
Bestellkombination			×	×
Arbeitszeitbedarf AKh/ha	1,21	1,39	0,73	0,91
Flächenleistung ha/h	0,83	0,72	1,37	1,10
Saisonleistung (15 FAT, 8 Std./Tag) ha	99,6	86,4	164,4	132,0

Ackerschlepper 57 kW (75 PS) 120.000 Körner/ha
 4-reih. Einzelkornsämaschine 2,0 dt/ha Reihendünger
 Schlaggröße/-länge 2 ha/300 m Fahrgeschwindigkeit 6,5 km/h

Abb. 11: Einfluß verschiedener Verfahrenskombinationen auf Arbeitszeitbedarf, Flächen- und Saisonleistung

Da derartige Kombinationen vorwiegend im Überbetrieblichen Einsatz verwendet werden, ist vom Blickpunkt eines vielseitigen und gezielten Einsatzes den Kombinationen von zapfwellenbetriebenen Bodenbearbeitungsgeräten und kalibrierungs-unempfindlichen Einzelkornsämaschinen der Vorzug zu geben.

Ein besonderes Anliegen stellt in diesem Zusammenhang auch eine hohe Funktionssicherheit bzw. die Realisierung technischer Anlagen zur Funktionskontrolle der Einzelkornsämaschinen im allgemeinen und des Säorgans im speziellen dar. Saatfehler oder reparaturbedingte Standzeiten sind gleichermaßen problematisch und im Hinblick auf eine rationelle Maschinennutzung nicht zu akzeptieren.

Im gesamten verfahrenstechnischen Ablauf der Maissaat spielen aber auch andere Einflüsse wie z.B. die Notwendigkeit zum Ausbringen einer Reihendüngung und die hieraus resultierenden Versorgungszeiten eine gewichtige Rolle. In einer Übersicht sind deshalb ausgewählte Verfahrensvarianten und ihr Einfluß auf Arbeitszeitbedarf, Flächenleistung und Saisonleistung dargestellt (Abb. 12).

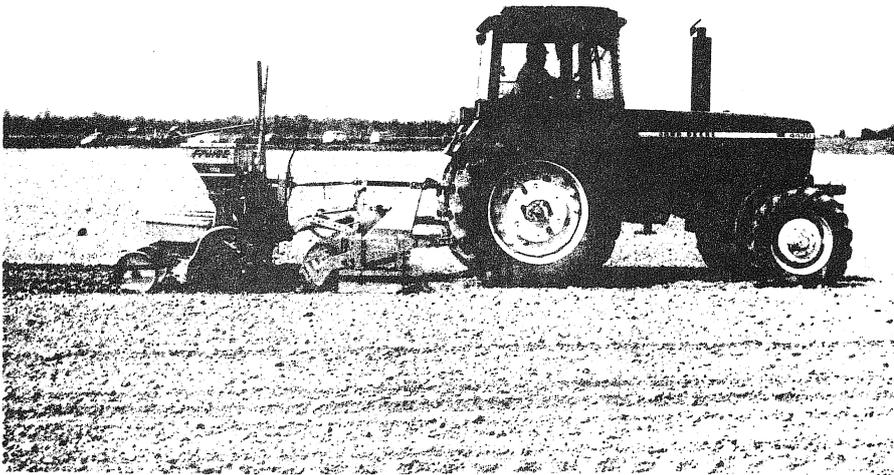


Abb. 12: Minimalbestelltechnik bei der Maissaat

Es zeigt sich, daß beim Einsatz einer Bestellkombination (Zapfwellen-egge mit Einzelkorn-Sämaschine, Variante 3) die höchsten Flächen- und Saisonleistungen zu erzielen sind. Auch bei Ausbringung einer

Reihendüngung (Variante 4) liegen Flächen- und Saisonleistung noch deutlich über den Werten, die mit dem konventionellen Bestellverfahren (Saatbettbereitung und Saat in getrennten, nacheinander abgewickelten Arbeitsgängen) zu erzielen sind. Mit allen Bestellvarianten werden Saisonleistungen erzielt, die auch den Anforderungen von Großbetrieben, Maschinenringen und Lohnunternehmern entsprechen.

Zusammenfassung

Anhand der wesentlichen Bereiche Saatbettbereitung, Kornablage und Schlagkraft der Bestellverfahren wurden einige neuere verfahrenstechnische Tendenzen aufgezeigt. Bei aller Wertschätzung der derzeit gebotenen technischen Möglichkeiten sollte man aber auch nicht die Grenzen übersehen, die der Verfahrenstechnik in manchen Bereichen gesetzt sind. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Wechselwirkungen zwischen Steigerung der Fahrgeschwindigkeit und Qualität der Einzelkornablage sowie dem Einfluß von Fahrgeschwindigkeit und Druckrollenform auf die gleichmäßige Korntiefenablage. Nur eine optimale Gestaltung des gesamten Bestellverfahrens und die konsequente Koordination der einzelnen Verfahrens-Teilbereiche kann nachhaltig den erwarteten Erfolg bringen.

Moderne Berechnungstechnik: Berechnungsmaschinen

(K.-H. Kromer)

Nicht erst das trockene Jahr 1976 hat die Bewässerung im allgemeinen und die Beregnung im besonderen an Aktualität gewinnen lassen. Vor jeder Entscheidung für das Betriebsmittel Beregnung muß die Prüfung der Beregnungsbedürftigkeit und der Beregnungswürdigkeit stehen. Dieser Beitrag befaßt sich im wesentlichen nur mit der Technik der Wasserverteilung. Bereits Anfang der 70er Jahre begann mit der Einführung beweglicher Einzelregnerverfahren, der sogenannten Beregnungsmaschinen ein neuer Abschnitt in der Beregnungstechnik. Ein ähnliches Herantasten an kultur- und verfahrensgerechter Technik findet im Augenblick bei der Tropfbewässerung statt.

Bis 1970 war das Standardverfahren die Rohrberegnung mit verzinkten Stahlrohren von 70,89 und 108 mm Nennweite und mit Regnern in Reihen- oder Verbandsanordnung. Die Regnerdüsendrößen betragen 4 - 10 mm, der erforderliche Betriebsdruck am Regner 2,5 bis 4,5 bar. Bei einem stündlichen Wasserverbrauch bis etwa 7 m^3 pro Regner wurden Beregnungsdichten von 4 - 17 mm/h erreicht. Es handelte sich also hinsichtlich der Beregnungsintensität um eine Schwach- bis Mittelstarkberegnung. Bewegliche Einzelregnerverfahren sind demgegenüber in der Regel eine Starkberegnung. In der Regel werden Regner mit Düsendrößen von 16 - 32 mm \emptyset und einem Betriebsdruck von 4,5 bis 6,5 bar eingesetzt. Aufgrund dessen ist im Mittel mit einem stündlichen Wasserverbrauch von 65 m^3 pro Regner und Beregnungsdichten von 20 bis 27 mm/h zu rechnen. Wesentliches Kennzeichen dieser Beregnungstechnik ist die Art des Regnervorschlubes bzw. des Regner-einzuges, weshalb heute die folgende Unterteilung gebräuchlich ist:

- . selbstfahrende Beregnungsmaschinen (Abb. 1)
- . Beregnungsmaschinen mit Regner-einzug (Abb. 2)

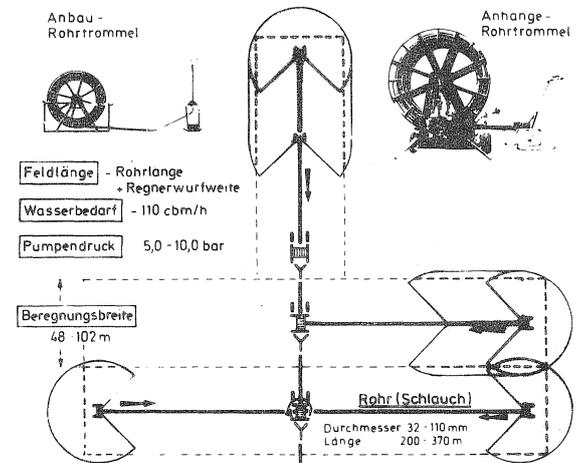
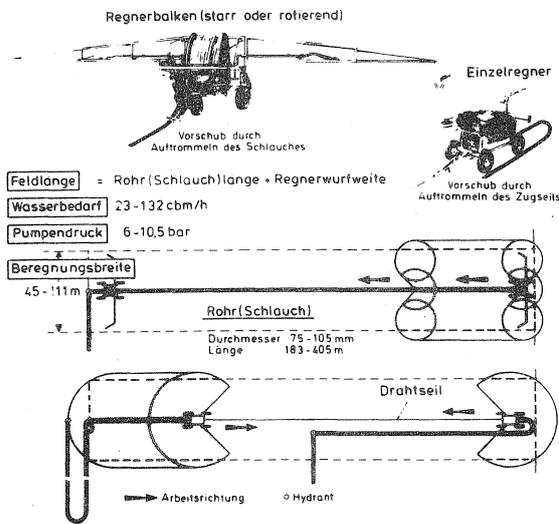
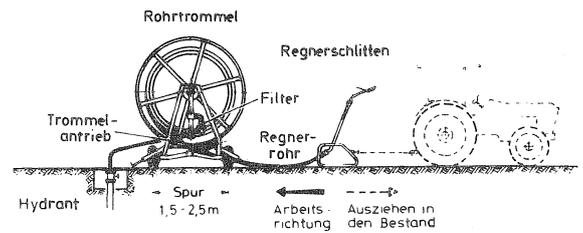
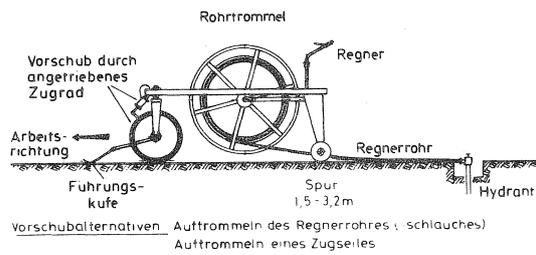


Abb. 1:
Schematische Darstellung der Einzelregnerverfahren mit selbstfahrenden Beregnungsmaschinen.

Abb. 2:
Schematische Darstellung der Einzelregnerverfahren mit Beregnungsmaschinen mit Regnerinzug.

Ende der Saison 1974 waren in Bayern nur ca. 10, in der Bundesrepublik etwa 200 dieser Beregnungsmaschinen im Einsatz, insbesondere für die Abwasserverregnung. Heute hat sich dieser Bestand nahezu verzwanzigfacht, die Anzahl der Typen ist von rund 40 auf über 60 angestiegen. Die technischen Daten der von 18 Herstellerfirmen in der Bundesrepublik angebotenen Beregnungsmaschinen sind in der Typentabelle - Abb. 3 - zusammengefaßt. Eine Erhebung der technischen Ausstattung aller verkauften Beregnungsmaschinen weist jedoch aus, daß sich bevorzugte, für den landwirtschaftlichen Einsatz besonders geeignete Typen und Ausstattungen herausgebildet haben. In Ergänzung der Typentabelle ist in Abb. 4 die Verkaufsentwicklung der letzten drei

Beregnungs- maschinen	Rohr (Schlauch)			zugeh. Feld- länge	Bereg- nungs- breite	Fläche (85%)	Druck		Düsen- durch- messer	Wasser- verbrauch	Regengabe (Bereg- nungs- dichte)	Anschaffungspreis o. MWST	Anzahl d. Typen
	Außen	Länge	Material				Pumpe	Düse					
	mm	m					bar	bar					
Beregnungs- maschinen mit Regner- einzug	32	400	PE-S	410	30	1,23	8,6	3,5	7	3,3	10/50		1
	40	300	PE-S	310	36	1,12	7,0	3,5	9	5,7	10/50	8.950,-	2
	50	200/250	PE-S	250/280	48/55	1,08/1,2	6,4/8,3	5,0	9/15	8,9/12	10/48	8920/9250,-	3
	63	210/320	PE-S	235/350	60/69	1,41/2,19	6,5/10	4/6	10/18	11/27	16/69	15800/24900,-	5
	66	320	PE-S	340	45/60	1,5/2	6,5/9,5	5,0	10/18	18/27	10/38	19650,-	1
	75	270/370	PE-S/h/W*	300/400	50/78	1,44/2,8	5/10	4,0/6	14/20	15/40	3/48	21700/32600,-	9
	82	270	PE-h	300	75	1,5/2	5,5	4,2	20/22	32/45	11/90	18400/23800,-	3
	90	265/380	PE-S/h/W*	290/400	65/91	2,3/3,25	5,8/10	4,5/6,5	16/32	22/67	8/64	23500/36800,-	10
	110	200/320	PE-S/h/W*	250/350	72/102	2,5/3,5	6/10	4,9/6,3	22/36	46/110	14/84	24200/43500,-	9
	selbstfahrende Beregnungs- maschinen	25	100	PE-W	144	28/39	0,3/0,5		3/4,5	4/8	1/5,8	6/30	3580,-
32		100	PE-W	144	30/44	0,4/0,6		3/5	8/12	4,6/13,8	6/30	3990/4100,-	2
68		280	PE-S	310					4,5/5,5	20/27		26300,-	1
75		270/585	PE-S/FFS	305/620	61/77	1,8/4,4	4,7/9,7	4/6,5	11/24	15/96	10,2/68	15500/38900,-	4
80		300	PE-S	330				5/6	12,5	20		31500,-	1
90		270/400	PE-S	300/430	75/88	1,9/3,22	4,5/6,5	12,5/22	20/60			18200/47175,-	3
94		292/540	FFS	330/580	68/100	2,1/5,22	4,0/10,7	4,5/6,5	24/30	50/150		47175/52510,-	1
102		183/300	PE-S/FFS	366/430	55/100	2/4,73	5/10	3,5/8,0	18/33	23/132	12,5/72	17165/33500,-	2
110		300	PE-S	330	90	2,5			16/30	35/90		19015/50700,-	2

* nur 1 Wert
 ▲ mit Rüstzeit Verdopplung möglich (ohne Versetzen der Anlage)
 ■ FFS Lichte Weite

...../..... Angabe des Bereiches + Schlauch mit Schlaufe am Feldrand

PE-S Polyäthylen Sonderqualität
 PE-h " hart
 PE-W " weich
 FFS Flachfolienschlauch

Abb. 3:
Typentabelle - Beregnungsmaschinen.

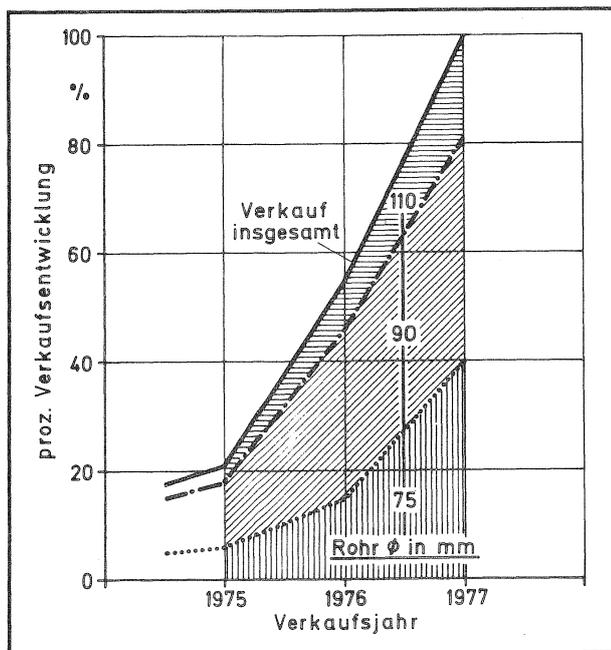


Abb. 4:
Verkaufsentwicklung der Beregnungsmaschinen mit Regner-
einzug in der Bundesrepublik Deutschland.

Jahre dargestellt, wobei die wesentlichen 6 deutschen sowie 2 ausländische Hersteller berücksichtigt wurden. Die folgenden Tendenzen sind sichtbar:

1. Im Jahre 1977 waren nahezu alle verkauften Berechnungsmaschinen die in Abb. 4 aufgetragenen Berechnungsmaschinen mit Regner-einzug, insgesamt über 1900 Stück.
2. Die Tendenzen bei den Rohrabmessungen sind uneinheitlich, während in den Jahren 1975 und 76 die Maschinen mit einem Rohrdurchmesser von 90 mm einen Anteil von nahezu 60 % hatten, ist dieser im Jahr 1977 durch preiswerte Maschinen geringeren Rohrdurchmessers auf ca. 40 % zurückgegangen. In Süddeutschland machen die Berechnungsmaschinen mit einem Rohrdurchmesser von 90 mm noch ca. 2/3 aus. Eindeutig ist die Tendenz bei den Rohrlängen, über 90 % aller Maschinen wurden mit einer Rohrlänge von 300 m verkauft, jedoch mit zunehmendem Anteil der größeren Rohrlängen.
3. Bei den Rohrdurchmessern 90 mm und darüber überwiegen die Bauarten mit Abrollen in Versetzungsrichtung, d.h. Rohrtrommelachse parallel zur Fahrgestellachse. Dies erklärt sich sicherlich aus dem 20 bis 30 % geringeren Anschaffungspreis bei gleicher Flächenleistung und einer um bis zu 80 % gesenkten Zugkraftbeanspruchung des Rohres beim Versetzen.

Nach der Beschreibung des technischen Standes der in der Praxis verwendeten Berechnungsmaschinen lassen sich an einer vereinfachten Gegenüberstellung von Rohrberechnung und der verbreitetsten Berechnungsmaschine mit einem Rohrdurchmesser von 90 mm und einer Rohrlänge von 300 m die Verfahrensunterschiede zusammenfassend veranschaulichen (Abb. 5). Wesentliche Unterscheidungsmerkmale sind die bei Berechnungsmaschinen etwa doppelte Berechnungsbreite und die größere Flächenleistung. Für die Angabe der Flächenleistung hat sich unter unseren klimatischen Bedingungen die Angabe der Flächen-

	Rohrberechnung Rohr 89 mm NW	Berechnungsmaschine mit Regnereinzug Rohr 90 mm Außenø
Berechnungsdichte Pumpendruck Berechnungsbreite	bis 17 mm/h 5 bar 24 bis 30 m	bis 67 mm/h bis 10 bar 54 m (bis 72 m)
Flächenleistung (30 mm in 10 Tagen)	35 ha (16 Std/Tag)	50 ha (20 Std/Tag)
Preis	8 000.- DM	23 500.- bis 36 800.- DM
Umsetzen (300 m Feldlänge; 3 ha)	1,7 bis 2 AKh/ha (2 AK)	0,4 bis 0,5 AKh/ha (1 AK)
Berechnungskosten (4 x 30 mm/Jahr)	1.80 DM/mm	1.80 DM/mm

Abb. 5:
Kennwerte gebräuchlicher Reihen- und Einzelregnerverfahren.

größe bewährt, die mit einer Regengabe von 30 mm in 10 Tagen beregnet werden kann, wobei 75 bis 95 % der zu beregnenden Fläche zugrunde gelegt wird. Dem wesentlich höheren Anschaffungspreis der Berechnungsmaschine steht eine Senkung des Arbeitszeitbedarfes mit Arbeitserleichterung auf möglicherweise nur 20 %, d.h. 0,4 AKh/ha bei nur einer erforderlichen Arbeitskraft gegenüber. Infolge Kompensation von fixen und variablen Kosten ergeben sich für die gemachten Unterstellungen die gleichen Berechnungskosten je mm Niederschlag.

Trotz der explosiven Einführung des Beregnungsverfahrens mit beweglichen Einzelregnern treten bei der Umstellung eine Reihe von Problemen auf, von denen nachfolgend drei der besonders kritischen herausgegriffen werden:

- Wasserbereitstellung
- Wasserverteilung
- Niederschlagsintensität

Für die Wasserbereitstellung ist wichtig, daß jegliche Wasserentnahme für die Beregnung genehmigungs- oder bewilligungspflichtig ist. Nachdem es sich hierbei um ein Rahmengesetz des Bundes handelt, ist der Antrag bei der untersten Wasserbehörde, also dem Landratsamt oder der kreisfreien Stadt zu stellen. Moderne Verfahren mit hohen Flächenleistungen und damit einer hohen jährlichen Wasserentnahme sind zumindest in Süddeutschland regional Grenzen gesetzt wo Wasser im Mangel ist. Dabei verschlechtert sich die Situation noch durch eine verfahrensbedingte Wasservergeudung wie die nachfolgende Betrachtung der Qualität der Wasserverteilung zeigt. Bei Beurteilung der Qualität der Wasserverteilung muß diese unterschieden werden in

- a) quer zur Vorschubrichtung
- b) in Vorschubrichtung

Bekanntlich beträgt bei der Beregnung die zulässige Abweichung von der mittleren Niederschlagshöhe $\pm 30 \%$, ein Wert, der von den 90 mm \emptyset ; 300 m -Maschinen bei einer Beregnungsbreite von 72 m quer zum Vorschub nur unter optimalen Bedingungen erreicht wird (Abb. 6 und 7) beträgt die Abweichung bei Windgeschwindigkeiten bis zu 1 m/s höchstens $\pm 37 \%$, so verschlechtert sich dieser Wert bei Windgeschwindigkeiten von 3 bis 5 m/s quer zur Vorschubrichtung auf $+ 73/ - 57 \%$. Gleichzeitig vermindert sich die Beregnungsbreite in der Regel um 8 - 10 %, unter ungünstigen Bedingungen bis 20 %. Die Abweichung der Niederschlagshöhe in Vorschubrichtung wird direkt durch die Abweichung der Vorschubgeschwindigkeit des Regners beeinflusst. Auftrommeln ohne "Lagenausgleich", d.h. Geschwindigkeitsänderung infolge Vergrößerung des wirksamen Trommeldurchmessers, beinhaltet bereits eine Schwankung von 15 bis 25 %. Turbinen zum Einzugsantrieb ohne Zugwiderstandsabgleichung erlauben eine Abweichung der Einzugsgeschwindigkeit und damit der Niederschlagshöhe bis 70 %. Nach SOURELL erreichen Kolben-Wasser-

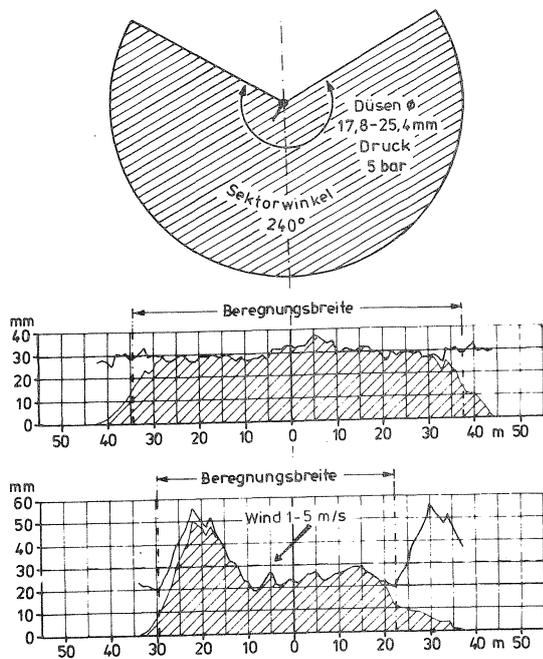


Abb. 6:
Niederschlagsverteilung und Wind-
einfluß bei Einzelregnerverfahren
(Beregnungsmaschine mit Regner-
einzug).

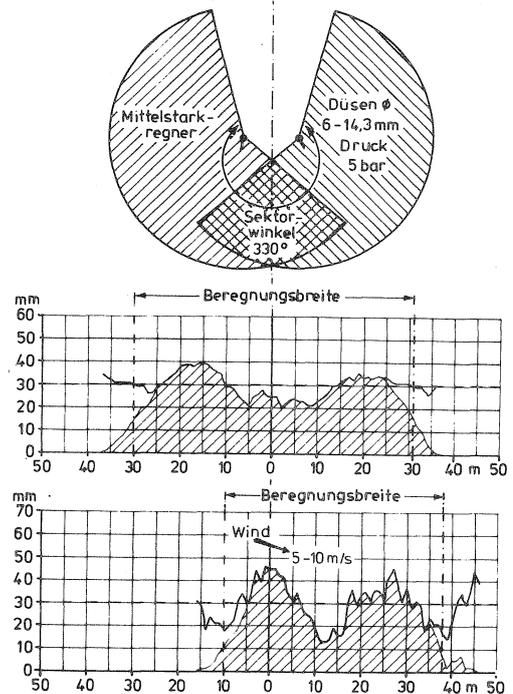


Abb. 7:
Niederschlagsverteilung und Wind-
einfluß bei selbstfahrenden Be-
regnungsmaschinen mit 2 Mittel-
starkregnern.

motoren und moderne Turbinen mit Lagenausgleich eine Einhaltung der mittleren Einzugs geschwindigkeit des Regners von $\pm 10\%$. Im ungünstigsten Fall treten jedoch aus einer Multiplikation der Abweichung Schwankungen der Regengabe auf einem Schlag von über 100% auf. Hierbei hilft vorerst nur das Problembewußtsein weiter, also z.B. eine Nachtberegnung, da dann windarm, jedoch bei verminderter Flächenleistung der Anlage.

Hinsichtlich der Niederschlagsintensität ist wichtig zu wissen, daß diese nicht nur von der Beregnungsdichte abhängig ist. Bekanntlich ist die Intensität und damit z.B. die Verschlemmung eines Bodens sogar mehr von der Tropfengröße abhängig als von der Höhe des Niederschlages. Das Tropfengemisch der Starkberegnung beinhaltet in der Regel jedoch einen hohen Anteil großer Tropfen, dieser Anteil nimmt aber mit der Wurfweite zu,

die Intensität schwankt also über der Beregnungsbreite. Bei geschlossenem Pflanzenbestand und Grünland ist dies in der Regel ohne Bedeutung, anders verhält es sich bei leicht verschlemmbaren Böden und empfindlichen Kulturen, z.B. Blattgemüse in früher Vegetationsphase. Unter diesen Einsatzbedingungen ist dann zur Verbesserung des Tropfengemisches eine kleinere Düse und ein höherer Druck bei damit verminderter Beregnungsbreite erforderlich. Zur Minderung der Beregnungsdichte ist außerdem die Einzugsgeschwindigkeit auf bis zu 100 m/h bei Aufgangsberegnung mittels Fremdantrieb zu erhöhen. Damit wird eine Senkung der Beregnungsdichte auf unter 10 mm/h erreicht.

Zusammenfassend läßt sich auch nach der Behandlung von nur 3 Problem-bereichen feststellen, daß die Entwicklung der Beregnungsmaschinen zwar vom Verfahren her, nicht jedoch im Detail abgeschlossen ist. Dies gilt insbesondere bei hohen Ansprüchen an eine gleichmäßige Wasserverteilung und geringe Niederschlagsintensität. Die Verwendung von Mittelstarkregner auf Regnerbalken zur Verbesserung des Tropfengemisches stellt m.E. eine Möglichkeit dar, der zukünftig größere Beachtung geschenkt werden sollte.

Schrifttum

Artmann, R. und F.-P.Sörgel: Arbeitszeitbedarf, Flächenleistung und Kosten verschiedener Beregnungsverfahren. Berichte über Landwirtschaft, Bd.74, 1976, H.2.

Hermann, E.W.: Beregnung- warum? wann? womit?- Arbeiten der DLG Band 151, DLG-Verlag Frankfurt/Main 1976.

Kromer, K.-H.: Beregnungsmaschinen - Verkaufsschlager der Saison top agrar 1/77, S. 45-48.

Kromer, K.-H.: Feldberegnung = bessere Qualität, mehr und sicherer Ertrag. Landw. Wochenblatt. Nr. 22, S. 12-14.

Rosegger, S. und F.-P. Sörgel: Moderne Verfahren der Feldberegnung Vermessung, Fotogrammetrie, Kulturtechnik 1/77, 10 S.

Sörgel, F.-P.: Belastung von Kunststoffrohren bei Beregnungsmaschinen im praktischen Einsatz, Landtechnik 31, 1976, H.6.

Dambroth, M, u.a.: Feldberegnung. Sonderdruck des RKL Nr. 4.1.2, 84 S. Kiel 1977.

Moderne Anlagen zur Lagerung und Aufbereitung von Getreide

Dr. Strehler

Das vom Mähdrescher kommende Erntegut ist ohne zusätzliche Behandlung nicht oder allenfalls schlecht zur Lagerung, Verwertung oder Vermarktung geeignet. Je nach Lagerungsmethode muß bei Feuchtegehalten über 15 - 17 % eine technische Nachtrocknung erfolgen. Die Art der geplanten Verwertung verlangt eine entsprechende Aufbereitung des Erntegutes bezüglich Reinheit, Sortierung nach Größe und Keimfähigkeit. Auch die Qualitätsmerkmale Keimfähigkeit, Backeigenschaft und Eiweißgehalt können durch Sortier- und Reinigungsmaßnahmen verbessert werden. Um die einzelnen Aufbereitungsschritte kostengünstig durchführen zu können, sind moderne Lagerungsanlagen nötig, die neben geeigneten Lagerbehältern die einzelnen Arbeitsstationen beinhalten. Von den Aufbereitungsanlagen haben die Trockner die wichtigste Aufgabe, nämlich das Gut lagerfest zu machen. Ein breites Typenspektrum an Getreidetrocknern steht dem Interessenten zur Auswahl.

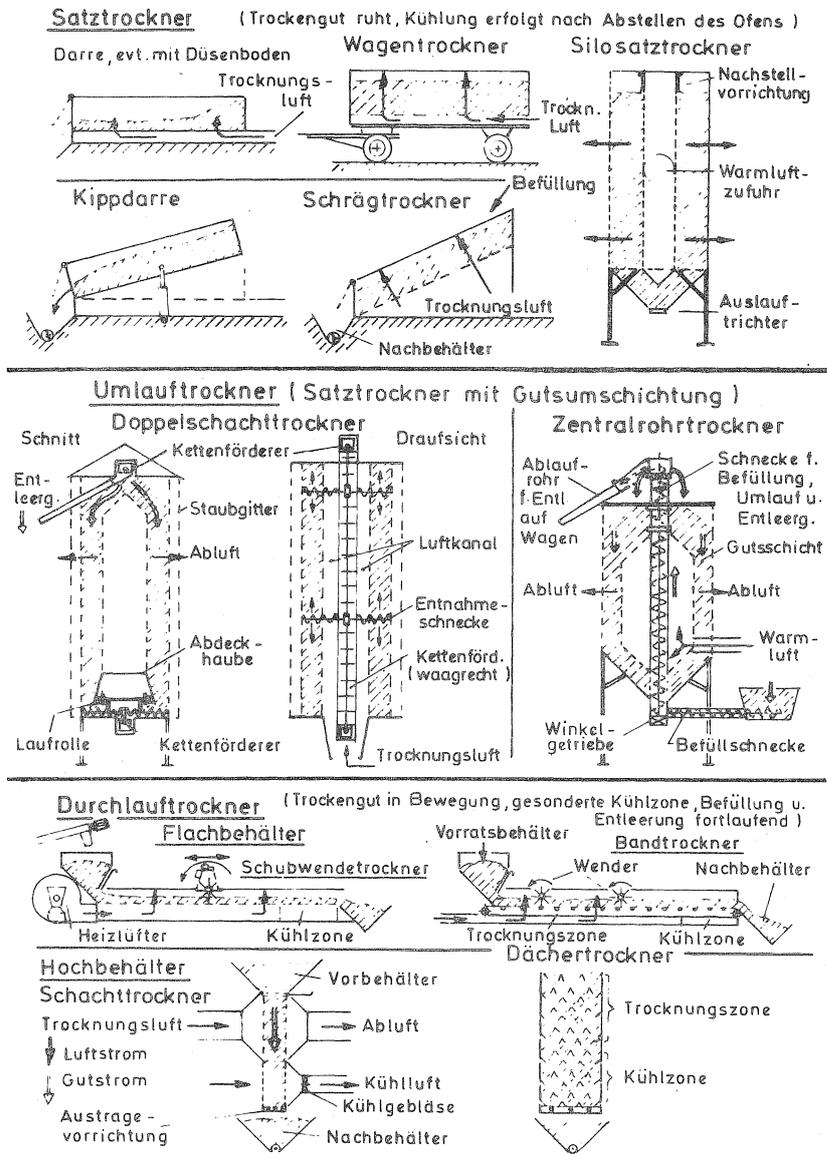
Nach der Arbeitsmethode unterscheidet man in

- Satzrockner
- Umlaufrockner
- Durchlaufrockner

Die Funktion der Satzrockner:

Füllen - Einblasen von Warmluft bis Endfeuchtegehalt erzielt - durch Abstellen des Brenners Kaltbelüftung, wenn oberste Schicht gekühlt - Leeren und wieder Befüllen. Am Warmlufteintritt trocknet das Getreide schneller als auf der Abluftseite. Das führt zu einer ungleichen Trocknung. Die Temperaturbelastung der am Warmlufteintritt gelegenen Körner ist höher. Aus diesem Grund müssen Satzrockner mit geringeren Trocknungslufttemperaturen gefahren werden als Trockner mit Gutsumschichtung.

Bild 1
Trockner-
bauarten



Umlauftrockner arbeiten wie Satzrockner, jedoch ist bei ihnen das Gut während der Trocknungszeit ständig in Bewegung, wird vermischt und dadurch tritt keine hitzegefährdende Zone an der Warmlufteintrittseite auf. Außerdem ist eine gleichmäßige Trocknung gewährleistet. Der technische Aufwand ist jedoch höher als bei Satzrocknern. Dafür dürfen höhere Trocknungslufttemperaturen angewandt werden, die zur Verringerung der Energiekosten führen.

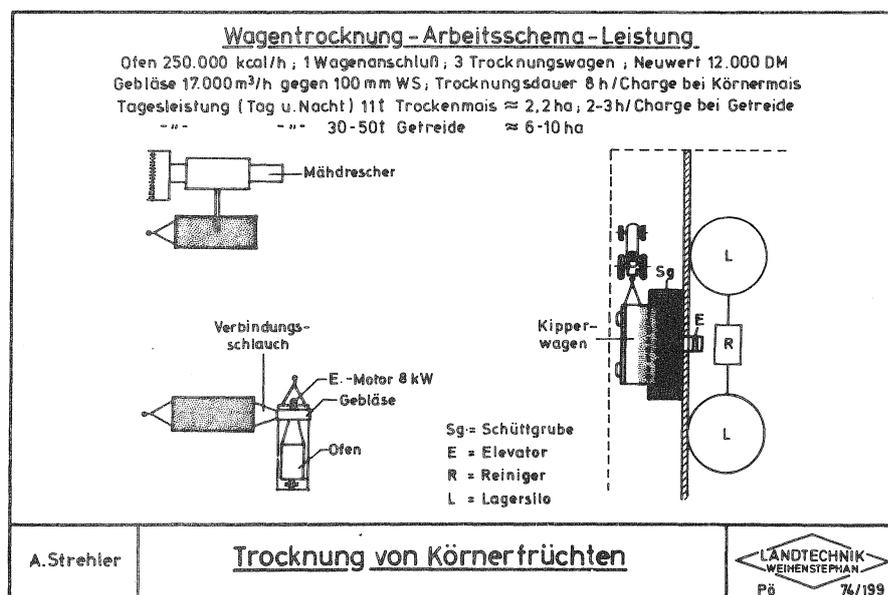
Beim Durchlauftrockner wird ständig Frischgut aufgegeben und Trockengut abgegeben. In verschiedenen Zonen wird Warmluft und Kaltluft zugeführt. Bei den meisten Durchlauftrocknern wird eine gewisse Umschichtung bewirkt, damit sich keine hitzegefährdenden Zonen ausbilden. Die genannten Trocknungssysteme können nach der Form des Trocknungsbehälters in verschiedene Bauarten aufgeschlüsselt werden. Bei den Flachbehältern können beliebige

Schütthöhen gewählt werden, womit eine gute Anpassung an das Trocknungsgut gewährleistet ist. Bei Flachbehältern läßt sich durch die einfache Zugriffsmöglichkeit der Trocknungsvorgang besser beobachten. Auch kleine Restmengen lassen sich trocknen. Beim Satzrockner-Hochbehälter müssen dem Schwund des Trocknungsgutes entsprechend Abdeckjalousien während der Trocknung nachgeführt werden.

Auch nach der Temperatur läßt sich aufgliedern in Belüftungstrocknung mit Kaltluft, Belüftungstrocknung mit vorgewärmter Luft, Warmluft- und Heißlufttrocknung. Die Belüftungstrocknung mit vorgewärmter Luft eignet sich zur Ausnutzung von Solarenergie. Bei höheren Leistungsansprüchen setzte sich die Warmlufttrocknung durch, als Brennstoff wird bislang hauptsächlich Heizöl eingesetzt. Hier bestehen jedoch Möglichkeiten, Energieverbilligung über die Verwertung von Abfallholz und Stroh zu erzielen. Für viele landwirtschaftliche Betriebe ist die Wagentrocknung am kostengünstigsten.

Vorteile: Keine Baufolgekosten, kein Dampf im Gebäude, Direktbeheizung billig zu verwirklichen, überbetrieblicher Einsatz möglich. Sie wirkt vereinfachend auf die Gestaltung der Lagerungsanlage, da nur Trockengut angenommen wird; auch der Abputz fällt trocken an und ist so für eine spätere Verwertung lagerfähig. Ausgeführt werden die Anlagen mit Einfach- oder Doppelanschluß am Warmluftherzeuger (Bild 2 - Einfachanschluß).

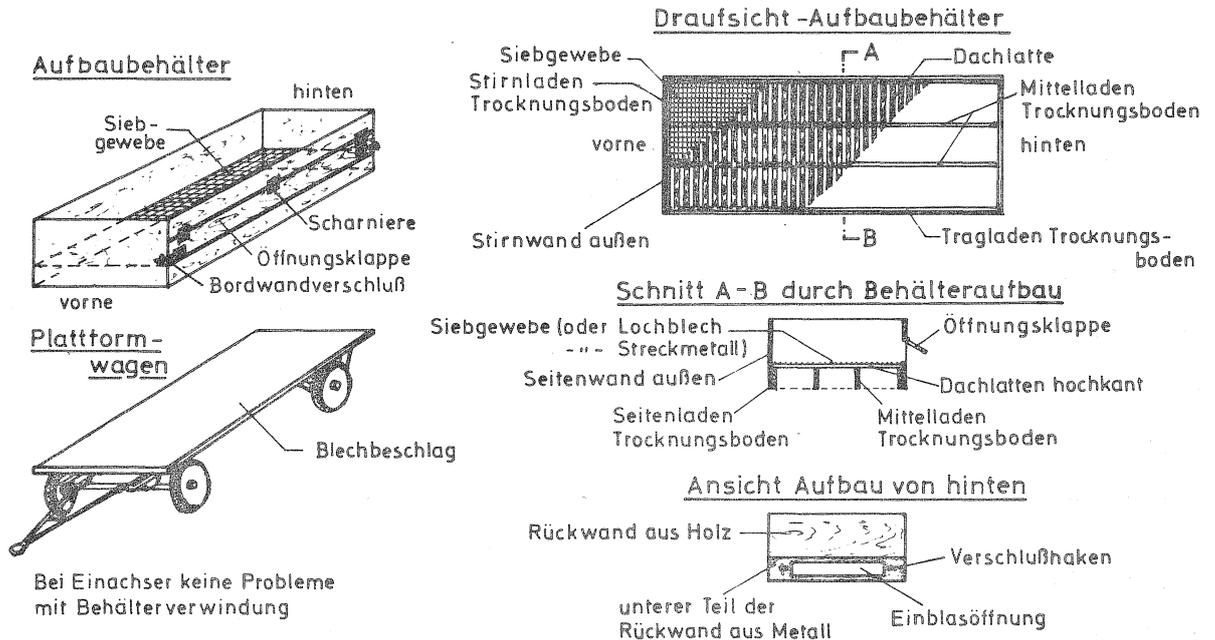
Bild 2



Die Verbindung von Warmlufterzeuger und Trocknungswagen geschieht mit flexiblen Rohren oder Tuchverbindern, damit keine zu hohen Anforderungen an die Rangiergenauigkeit gestellt werden. Die Behälter werden sowohl von der Industrie angeboten, lassen sich aber auch gut im Eigenbau fertigen. Für den Selbstbau wurden Bauanleitungen erarbeitet, eine Zusammenstellung siehe Bild 3. Wichtig ist, daß sich die Trocknungswagen in kurzer Zeit wieder so umrüsten lassen, daß sie für andere Aufgaben zur Verfügung stehen; der Abbau ist mit Frontlader möglich. Je nach Zustand des Wagens werden entweder komplette Behälter aufgebaut oder aber nur Zwischenböden zwischen die vorhandenen Bordwände geschoben.

Bild 3

Zusammenstellung Behälteraufbau zur Wagentrocknung



Sollen stationäre Anlagen verwendet werden, so gibt es viele Varianten von Flachbehältern (Kippdarre, Düsenboden, Schrägtrockner). Bei den Hochbehältern für die Satz Trocknung setzten sich Zentralrohr Trockner und Doppelschacht Trockner durch. Silosatz Trockner werden auch in Tandemausführung angeboten. In einem Behälter erfolgt die Kühlung und der Chargenwechsel, während der andere Behälter mit Warmluft versorgt wird. Damit ist die volle Auslastung des Warmluftherzeugers gegeben. Bei Doppelschacht Trocknern gibt es eine Ausführungsform mit verzinkten Abluftwänden in Winkel-Jalousieform; diese verhindern ein Dichtsetzen der Abluftwände durch Verschmutzung, wie sie bei Lochblechen im Rahmen der Maistrocknung auftreten kann. Umlauf Trockner werden in 2 Varianten am deutschen Markt angeboten. Ein aus England kommender Typ ist zylindrisch aufgebaut. Die Warmluft wird von innen nach außen geblasen. Eine im Zentrum senkrecht angeordnete Förderschnecke sorgt für Gutsumwälzung, Befüllung und Entleerung. Ganz speziell auf die Trocknung von Körnermais wurde der Doppelschachtumlauf Trockner zugeschnitten (siehe Bild 4). Mit einem Fassungsvermögen von 13 t Feuchtgut nimmt er auf einmal das Material von 2 ha Körnermaisfläche auf. Messungen haben gezeigt, daß der spezifische Wärmeaufwand nur bei 900 - 1000 kcal/kg Wasserverdampfung liegt. Dieser günstige Wert wird durch die gleichmäßige Gutsumschichtung, optimale Auslegung und die mit der Umschichtung ermöglichte höhere Trocknungslufttemperatur erklärt. Auch diese Anlage ist fahrbar, also auch für den überbetrieblichen Einsatz am besten in der Hand des Lohnunternehmers, der auch den Mähdrescher bereitstellt, geeignet.

Unter den Durchlauf Trocknern setzte sich in den letzten Jahren der Schubwendetrockner gerade in Körnermais anbaubereichen stark durch. Durch das ständige Vermischen des Gutes wird eine gleichmäßige Trocknung erzielt. Es wird keinerlei Anforderung an die Rieselfähigkeit des Trocknungsgutes gestellt, dadurch funktioniert dieser Trockner auch bei extrem feuchtem Mais, der sich ansonsten nur noch im Band Trockner mit Wendestationen trocknen läßt. Nachteilig ist die Staubentwicklung an der Wendestation des Schubwendetrockners, wodurch in manchen Regionen der Trocknungsbehälter mit einer Staubschutzhaube versehen werden muß. Über spezielle Zyklonabscheider wird der Staub aufgefangen (s. Bild 5).

Bild 4 Umlauftrockner

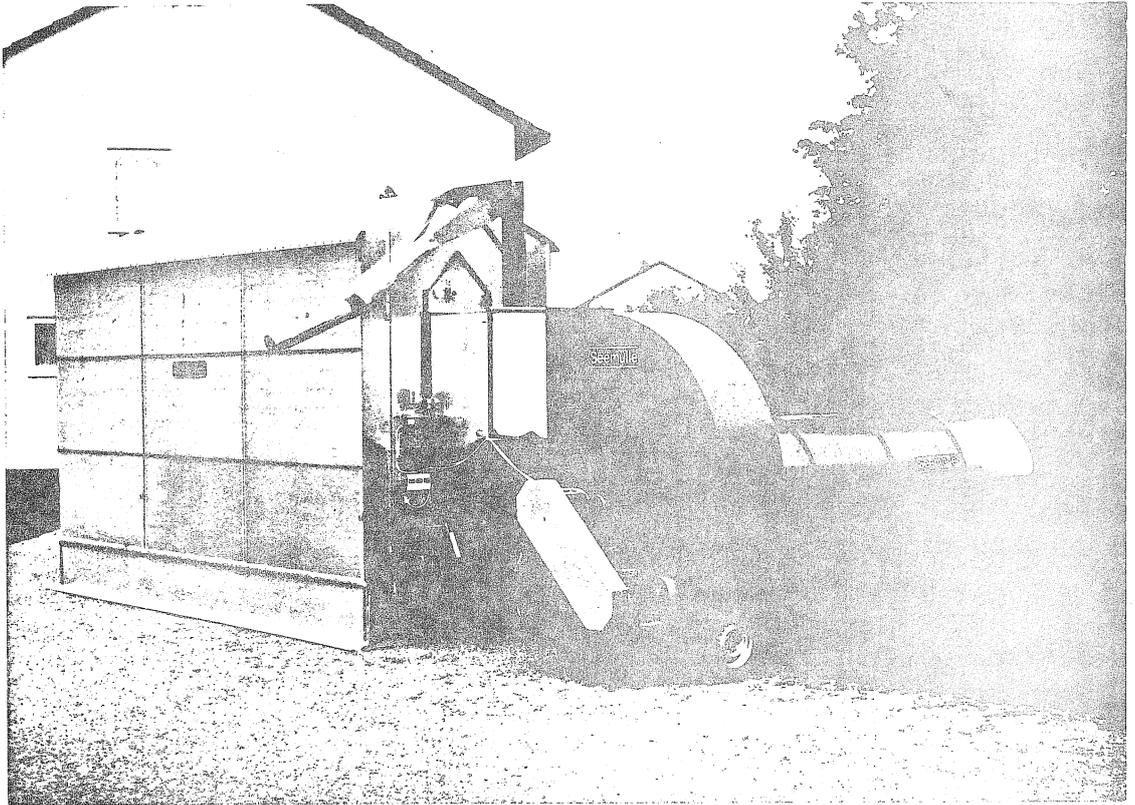
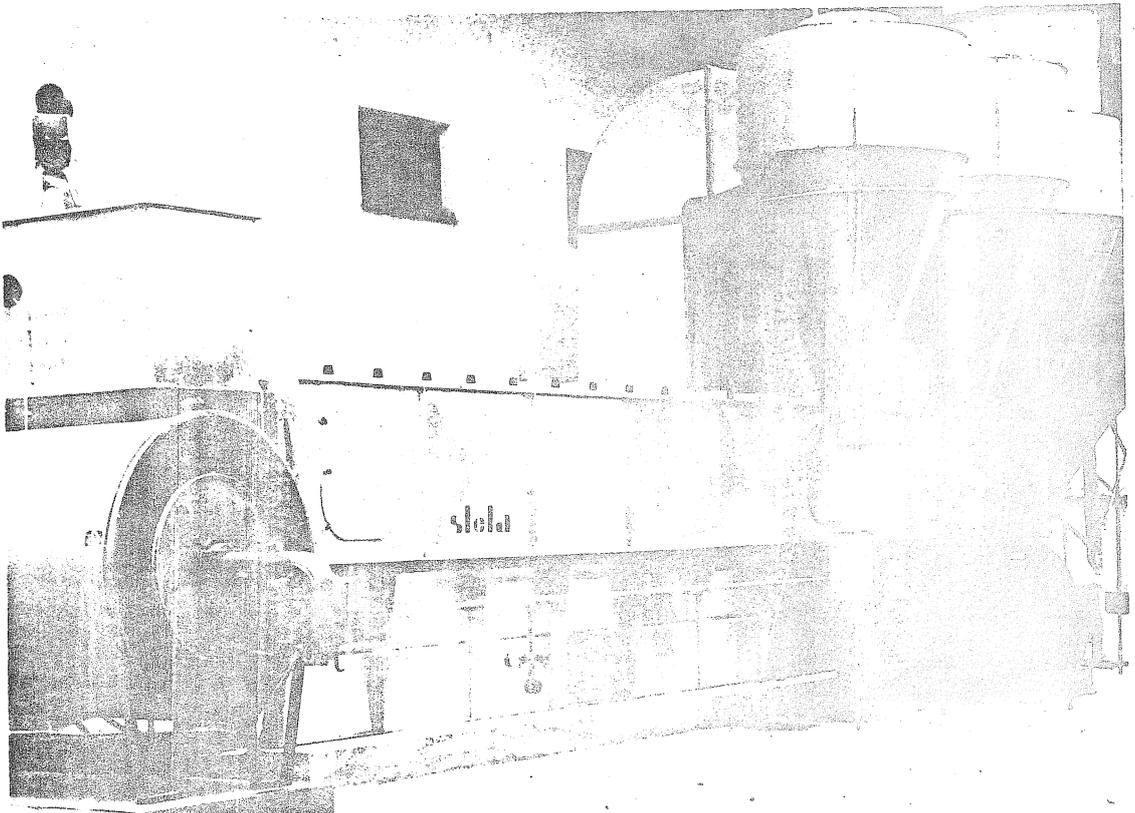


Bild 5 Schubwendetrockner mit Staubabscheider



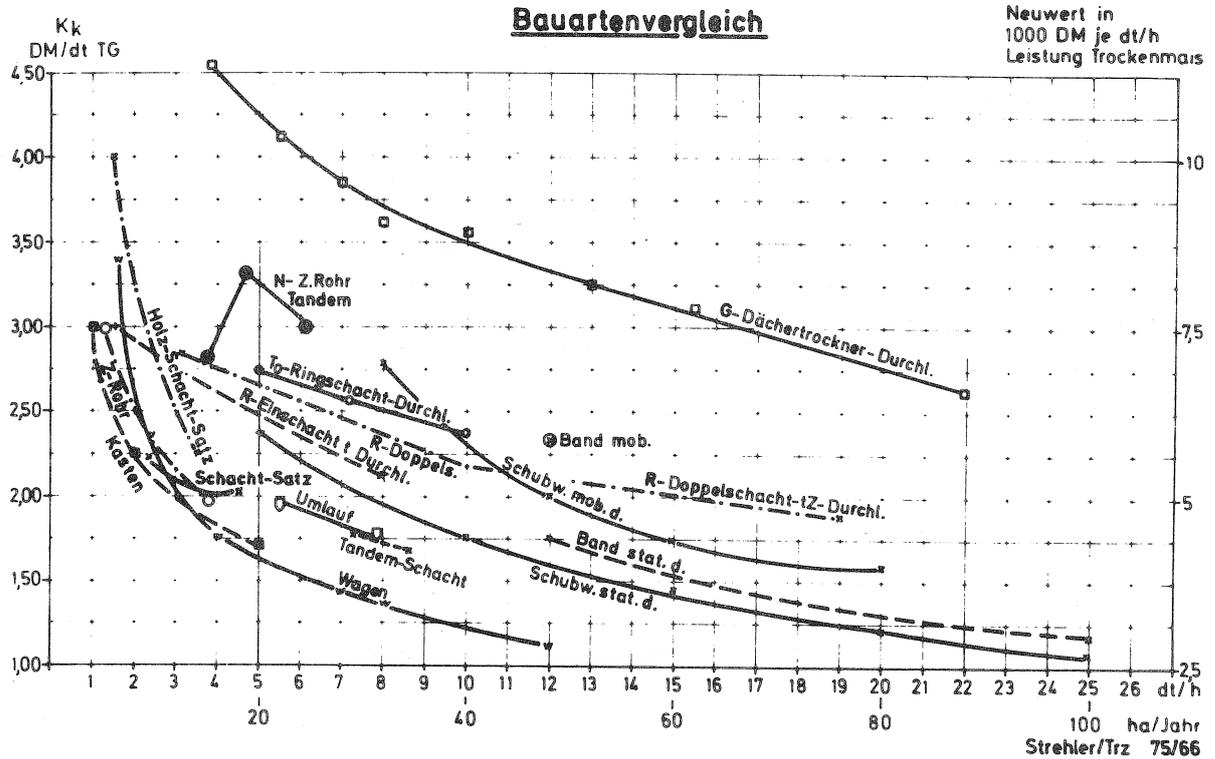
Das verteuert die Anlage und nimmt ihr den Vorzug, daß der Trocknungsvorgang durch direkten Zugriff gut beobachtet werden kann. Auch Schubwendetrockner werden in versetzbarer Form am Markt angeboten.

In Lagerhäusern und Großbetrieben kommen vorwiegend Durchlauf Trockner in Hochbehälterform zum Einsatz. Diese benötigen weniger Grundfläche, verursachen aber bei der Installation erhebliche Baufolgekosten. Einschacht- und Mehrschachttrockner dienen sowohl der Getreide- als auch der Mais-trocknung. Daneben werden noch Ringschachttrockner und Dächertrockner verwendet. Bei vielen Typen werden mit Umluftbetrieb 10 - 20 % Energiekosteneinsparung erzielt. Zu allen Durchlauf Trocknern werden Endfeuchte-regler angeboten, die entweder in der Kornsäule die Gutsfeuchte abtasten und darüber die Austragevorrichtung steuern oder aber, sie verwenden nach dem Weihenstephaner Vorschlag die Ablufttemperatur zur Regelung des Endfeuchtegehaltes. Endfeuchtere-gler liegen in den Preisen zwischen 2.000 und 5.000 DM. Sie lohnen sich nur bei gut ausgelasteten Anlagen. Ein Vergleich der Kapitalkosten über der Durchsatzleistung bzw. in Ab-hängigkeit von der Anbaufläche erlaubt es, die Trockner auf ihre Eig-nung bei bestimmten Anwendungsfällen abzuschätzen. Es zeigt sich, daß selbst bei kleinen Leistungen die Wagentrocknung das kostengünstigste System darstellt. Müssen jedoch die Wagen extra gekauft werden, so ver-liert dieses System die Vorzüglichkeit. Es erstaunt, daß Schubwende-trockner und Bandtrockner schon bei Anbauflächen ab 40 ha in den kosten-günstigen Bereich kommen (sh. Bild 6).

Vielerorts hört man heute, daß die Trocknung durch die Verteuerung des Heizöls kein günstiges Konservierungsverfahren mehr wäre. Diese Aussage trifft für Getreide und Raps sicher nicht zu, da der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten verschwindend gering ist. Bei Getreide braucht man im Durchschnitt 1 Liter Heizöl um 1 dt Trockengut zu erzeugen, bei Raps sind es ca. 1,5 l, die erst zu Energiekosten von etwa 0,60 DM führen. Nur bei Körnermais schlägt die Heizölverteuerung im Rahmen der Körner-fruchttrocknung gravierend zu Buche, hier werden im Durchschnitt 6,5 l benötigt um 1 dt Trockengut zu erreichen. Das führt zu Energiekosten von

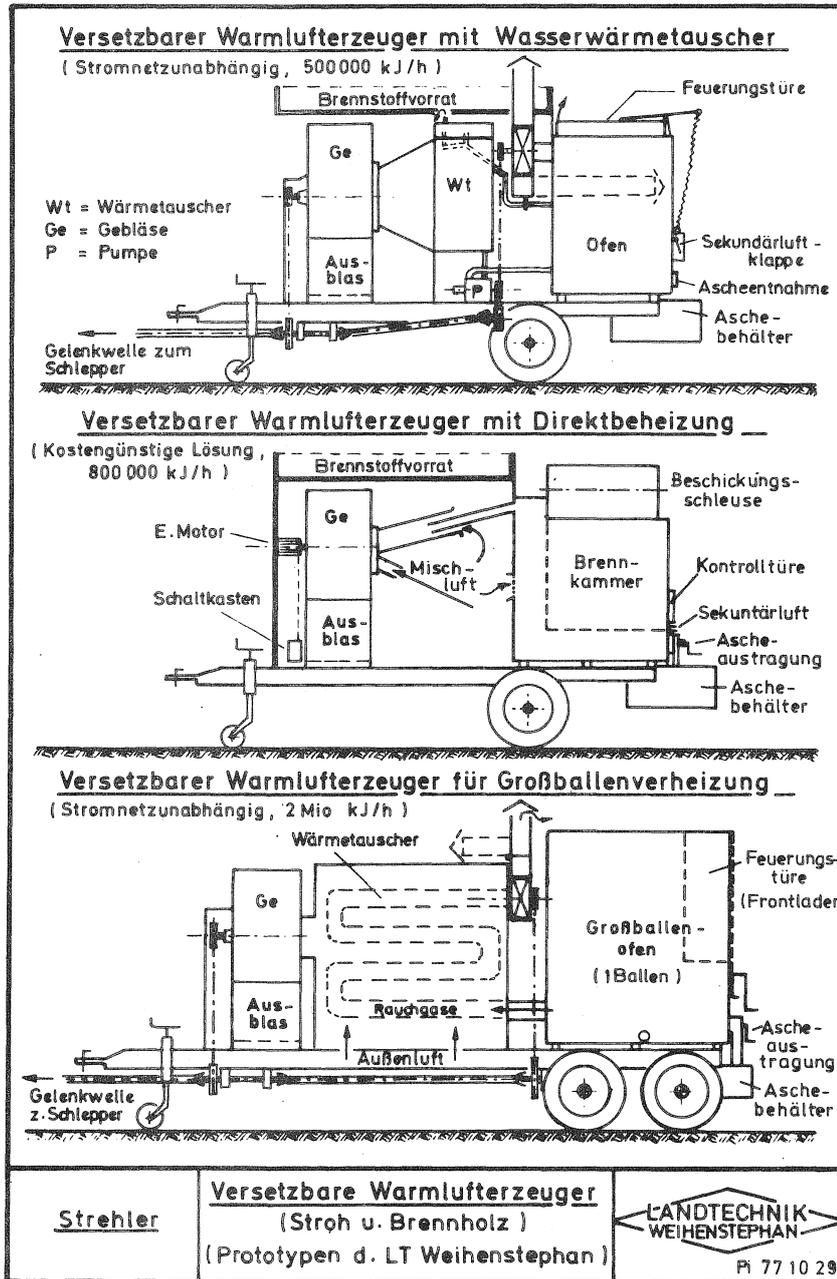
Bild 6

Kapitalkosten K_k verschiedener Trockner bezogen auf Trockenmais in DM/dt
 (jährliche K_k 16% vom Neuwert, jährliche Auslastung 200 h in Getreide, 200 h in Mais)
 ($U_1 = 40\%$ $U_2 = 14\%$)



etwa 2,20 DM. Um diese Belastung abzubauen und um auch die Wohnheizung billiger zu gestalten, sind Bestrebungen im Gange, billige Energiequellen zu nutzen, wie beispielsweise Stroh und Abfallholz. Forschungsvorhaben des BMFT und der Energiekommission der EG erlauben uns entsprechende Untersuchungen. Der Heizwert von Stroh liegt etwa bei 3.500 kcal pro kg. D.h. mit 3 kg Stroh gewinnt man die gleiche Energiemenge wie mit einem kg Heizöl. Mit dem Stroh von einem ha kann man beispielsweise ein Wohnhaus einen Wintermonat heizen oder aber das Getreide von ca. 18 ha, den Raps von ca. 14 ha und den Körnermais von ca. 4 ha trocknen. Sieht man nur die Brennstoffkosten, so lassen sich diese bei Körnermais auf 70 - 30 % senken, je nach Wert des Getreidestrohs. Allerdings sind zur Verwertung von Stroh und Abfallholz besondere Anlagen notwendig. In Bild 7 werden die Warmlufterzeuger demonstriert, die in Weihenstephan gebaut wurden.

Bild 7

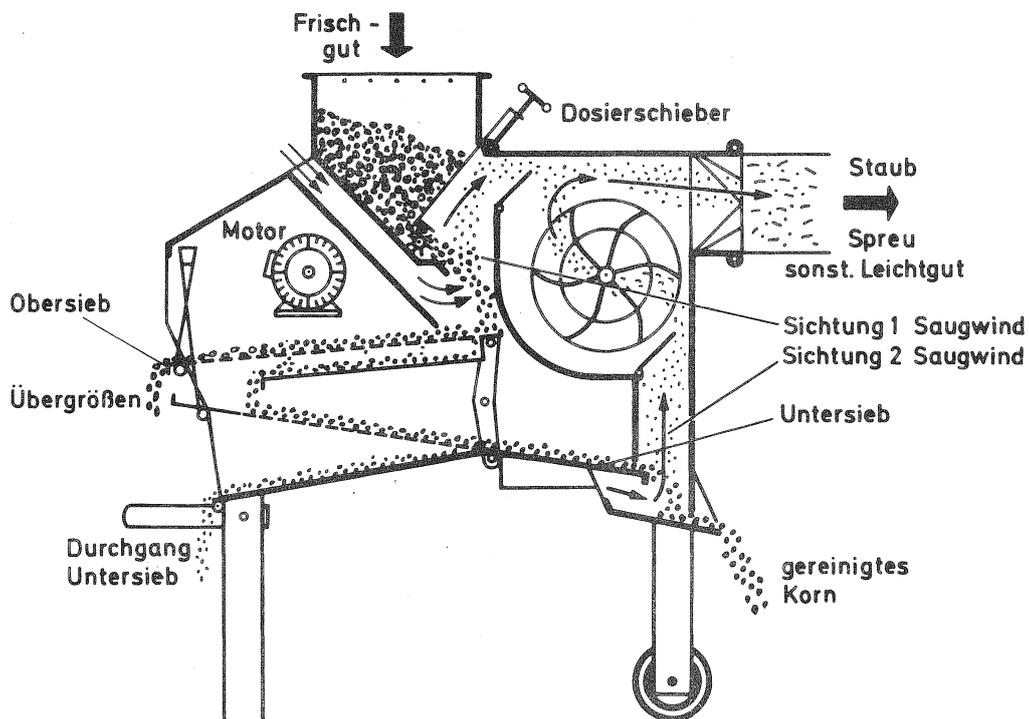


Oben wird eine Anlage mit Kessel und Wärmetauscher gezeigt, sie ist durch den Zapfwellenantrieb stromnetzunabhängig. In der Mitte von Bild 7 ist ein Direktbeheizter als Billiglösung gezeigt. Bild 7 unten gibt einen Warmluftzeuger mit Wärmetauscher und Großballenofen wieder. Die Befüllung des Großballenofens erfolgt per Frontlader. Ein weiterer auf ein Fahrgestell aufgebauter Strohkessel wird von einer

dänischen Firma in erster Linie zur Wohnhausheizung gebaut. Die Anlage verfügt über eine Heizleistung von 100.000 kcal/h, erlaubt also eine Trocknerleistung von 1 t/h bei Getreide. Mit dem Direktbeheizter werden Leistungen bis 200.000 kcal/h erzielt, die Trocknungsleistung liegt bei ca. 2 t/h Getreide. Der Großballenofen erlaubt eine Heizleistung von max. 500.000 kcal/h. Ein Großballen beinhaltet eine Energie von 1 Mio kcal. Demzufolge muß alle 2 Stunden ein Großballen zur Verheizung nachgelegt werden. Diese Anlagen zur Strohverheizung lassen sich an der Landtechnik Weihenstephan besichtigen.

Der nächste Schritt in der Aufbereitung des Getreides liegt bei der Reinigung. Zur Mindestausrüstung eines Betriebes gehört ein sog. Kegelreiniger, der Leichtgut vom Getreide trennt. Der Preis derartiger Kegelreiniger liegt bei 1.200,- DM für eine Durchsatzleistung von 5 t/h und bei 2.000,- DM für eine Durchsatzleistung von 20 t/h. Empfehlenswerter sind jedoch Anlagen mit zusätzlicher Sortierung nach Größe. Saugluftsieb-
reiniger kosten etwa 3.000,- DM bei einer Durchsatzleistung von 4 t/h (sh. Bild 8).

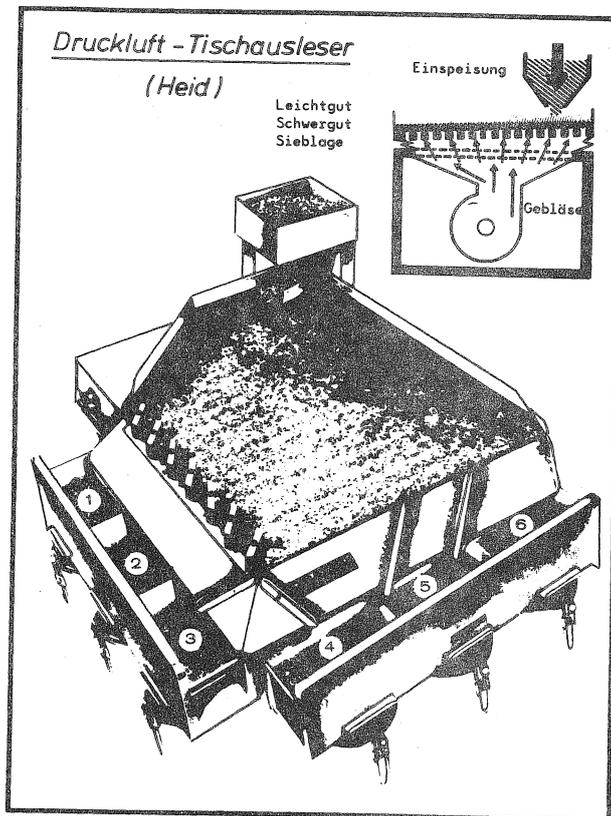
Bild 8 (nach Fritzen) Siebvorreiniger



Will man nicht gerade Saatgut vermehren und Braugerste sortieren, so genügt dieser Reiniger für die meisten landwirtschaftlichen Betriebe. Zur Saatgutaufbereitung und Braugerstensortierung sind Siebreiniger mit einer großen Auswahl an Siebgrößen nötig. Wichtig ist vor allen Dingen eine funktionsfähige Vorrichtung zur Freihaltung der Siebe. Die Kugelsiebreinigung ist der Bürstenreinigung wegen der höheren Funktionssicherheit vorzuziehen. Saatgutbereiter stellen eine Kombination von Siebreiniger, Luftreiniger über Steigsichter und Trieur dar. Über die Siebe wird nach Korndicke selektiert, mit dem Steigsichter kann man leichteres Material absondern, der Trieur übernimmt die Sortierung nach Kornlänge. Durch Anordnung eines 2. Trieurs mit größeren Zellen ist es möglich, in einem Arbeitsgang Unterlängen und Überlängen von dem gewünschten Gut abzusondern. Für Sondertrennungsaufgaben nach der Dichte, nach der Oberflächenbeschaffenheit des Kornes und nach seiner Elastizität gibt es Bandausleser, Magnetreiniger, Zick-Zack-Tischausleser und den Drucklufttischausleser, der neuerdings viel von sich Reden macht. Einen derartigen Drucklufttischausleser untersuchten wir auf seine Leistungsfähigkeit bei verschiedenen Trennungsaufgaben. Den Aufbau eines derartigen Gerätes veranschaulicht Bild 9.

Das Hauptarbeitselement ist ein nach allen Seiten in der Neigung verstellbarer Siebtisch, der in verstellbarer Frequenz über Schräglenker einen Seitenhub und zusätzlich einen geringen Höhenhub ausführt. Ein gleichmäßiger, in der Stärke verstellbarer Luftstrom von unten, hebt das Gut etwas an. Teile mit geringerer Dichte werden stärker angehoben als Körner mit höherer Dichte. Schwere Teile liegen auf dem Sieb auf, werden von seiner Bewegungsrichtung erfaßt und bergauf gefördert. Leichtere Teile werden so stark angehoben, daß sie keinen Kontakt zum Sieb bekommen, sie schwimmen über die schweren Teile hinweg bergab. Auf diese Weise kann über mehrere Ausläufe nach der Dichte sortiert werden. Die Anwendungsbereiche sind: Trennung von Kletten und Raps, ferner Körner mit verdecktem Auswuchs aus gesundem Korn, ferner die Trennung von Hafer aus anderen Kultursamen. Es ist sogar möglich, Gerste von Weizen zu trennen.

Bild 9



Darüberhinaus gibt es noch die Möglichkeit mit Spezialtisch Gewürzpflanzen zu reinigen.

Nun zu den von uns erzielten Ergebnissen: Eine mit 25 % verdecktem Auswuchs belastete Braugerstenpartie konnte im 1. Durchgang in Auslauf A auf 8,5 % Auswuchs aufgebessert werden. Damit war ihre Braufähigkeit wieder gegeben. Ferner ließ sich eine länger gelagerte Gerstenpartie mit Auswuchs in der Keimfähigkeit von 79,5 % auf 95 % verbessern. Bei der Trennung von Rüben und Klettenlaubkraut ließ sich der Besatz halbieren.

Die Bilder 10 und 11 veranschaulichen die Ergebnisse.

Bild 10

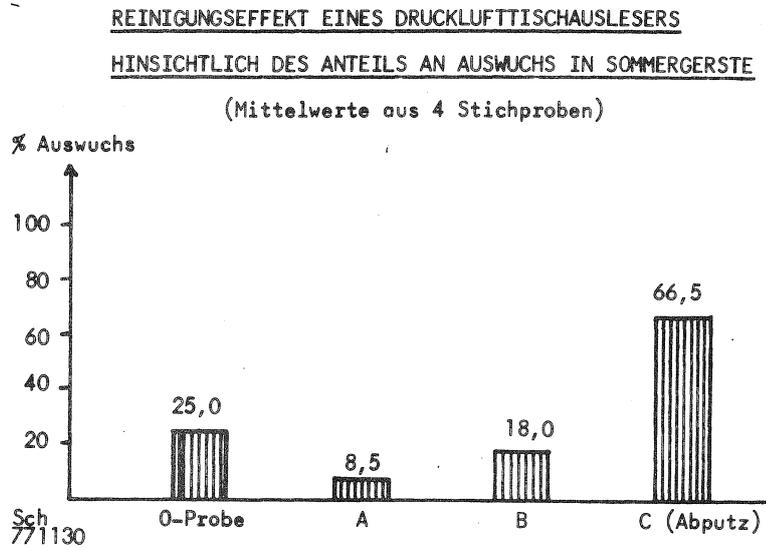
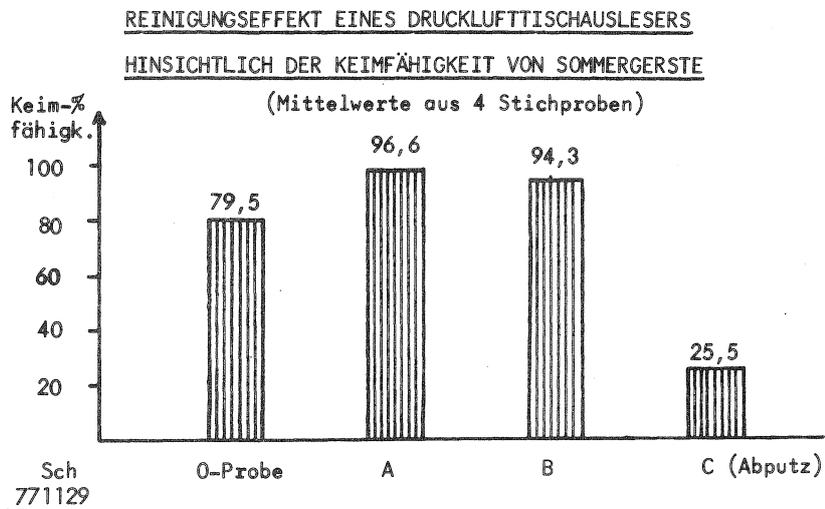


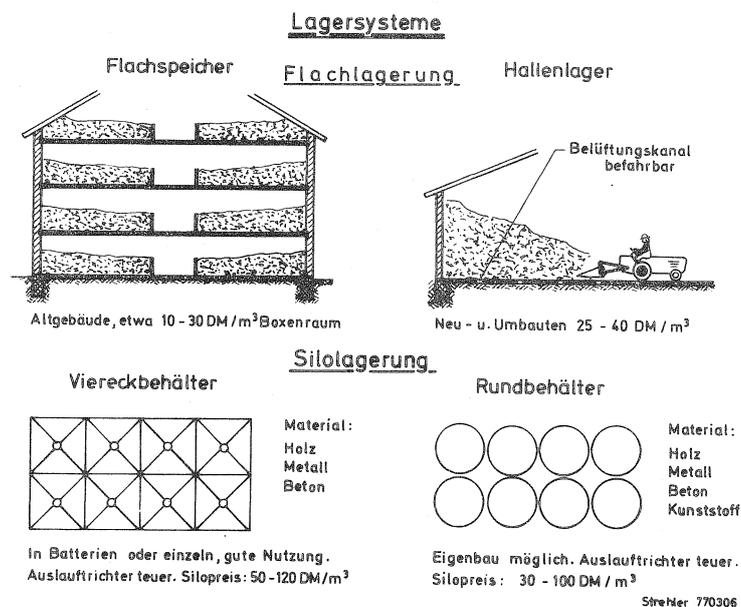
Bild 11



Getreidelagerung:

Verschiedene Lagerungssysteme bestehen, wie Bild 12 zeigt, nebeneinander. Die Flachlagerung erfolgt deckenlastig oder erdlastig. Die deckenlastige Lagerung kommt allenfalls infrage, wenn noch sehr gute Speicherböden vorhanden sind. Die Boxen können in Selbstbau erstellt werden und zwar um ca. $10 - 30 \text{ DM/m}^3$. Vor Einbau derartiger Boxen sollte jedoch die statische Belastbarkeit geprüft werden. Selten sind mehr als 1 m Schichthöhe möglich.

Bild 12



Hingegen fordert die erdlastige Lagerung mindestens 3 m Schichthöhe, damit sie sowohl bei Umbau- als auch bei Neubausituation in einen kostengünstigen Bereich kommt. Die Lagerung von Kleinchargen ist bei diesem System schwierig. Kostensenkung durch Selbstbau ist möglich. Bei Hochbehältern muß eine Statik bei der Genehmigungsbehörde vorgelegt werden. Allerdings gibt es auch bei den von der Industrie gefertigten Behältern Stabilitätsprobleme. Blechsilos mit Bedachung lassen sich auch im Freien aufstellen. Vorzuziehen ist jedoch die Aufstellung in Altgebäuden, um Kondenswasserprobleme im Siloinnenraum zu vermeiden. Selbstmontage von Blechsilos kann verbilligend wirken. Die Kosten von Wellblechsilos liegen je nach Durchmesser und Höhe im Bereich von $30 - 100 \text{ DM/m}^3$. Trichterausläufe verteuern den Lagerraum erheblich.

Zur Langzeitlagerung ist ein Trichterauslauf nicht nötig. Der Selbstbau von Rundsilos mit Nut- und Federbrettern wird in der Praxis häufig durchgeführt. Jedoch muß für jeden Selbstbau eine Statik und eine Baugenehmigung vorgelegt werden. Statiken für Selbstbausilos aus Holz in Viereckform werden an der Landtechnik mit zugehörigen Bauanleitungen im Moment erarbeitet. Wichtig ist, daß sämtliche Silolagerbehälter mit Belüftungseinrichtungen versehen werden, die die Lagerung sicherer gestalten. Diese Belüftungseinrichtungen ersetzen keine Trocknung, sie ermöglichen jedoch durch Ausnutzung kalter Nachtluft den Schwund durch Herabsetzen der Korntemperatur nahezu auszuschließen. Belüften mit kalter Luft ersetzt das Umlaufen von Getreide, es reduziert somit auch Abriebsverluste.

Zusammenfassung:

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß sich für viele Betriebe die Wagentrocknung als kostengünstige Lösung darstellt, insbesondere wenn ein hoher Körnermaisanteil vorliegt. Für größere Leistungsanforderungen kommt auch der Umlauf Trockner infrage. Durchlauf Trockner finden in erster Linie in Großbetrieben und Lagerhäusern ihren Anwendungsbereich. Zur Senkung der Energiekosten sollten die Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Stroh und Abfallholz beachtet werden. Im Rahmen der Belüftungstrocknung kann auch Solarenergie eingesetzt werden. Zur Reinigung von Getreide für Eigenverbrauch und Verkauf sollte mindestens ein Siebvorreiniger installiert werden. Durch den Drucklufttischausleser können minderwertige Partien aufgebessert werden. Bei sämtlichen Lagerbehältern darf auf keinen Fall der Einbau einer Belüftungseinrichtung übersehen werden.

Fütterungsverfahren für Hochleistungskühe

Dr. H. Pirkelmann

Mit zunehmendem Milchleistungsniveau kommt der Fütterungstechnik neben der Verbesserung der arbeitswirtschaftlichen Situation als zusätzliche Funktion die positive Beeinflussung des Verdauungsablaufes als wesentliche Voraussetzung für eine Leistungssteigerung zu. Bei der Versorgung von hochleistenden Milchkühen mit Tagesgemelken über 25 - 30 kg Milch sind zur Deckung des erforderlichen Energie- und Eiweißbedarfes Rationen aus qualitativ hochwertigem Grundfutter und entsprechenden Kraftfuttermitteln notwendig, die zur Vermeidung von Verdauungsstörungen in einer physiologisch zuträglichen Form vorgelegt werden müssen.

Grundfutter soll zur Aufnahme ständig zur Verfügung stehen und einen Mindestanteil von 40 - 50 % in der TM der Gesamtration enthalten um den geforderten Rohfaseranteil von 18 - 20 % abdecken zu können. Bei der erstrebenswerten Fütterung mehrerer Grundfutterarten ist die Reihenfolge der Vorlage von untergeordneter Bedeutung. Dagegen sollten nach Möglichkeit immer alle Komponenten mit unterschiedlichen Futterinhaltsstoffen wie z.B. Mais- und Grassilage gleichzeitig und nicht wechselweise von einer zur anderen Fütterung angeboten werden, um auch kurzfristige Schwankungen im Säuregehalt der Vormagen und in der Wiederkautätigkeit zu vermeiden. Letzteres kann vor allem dann eintreten, wenn Komponenten mit unzureichender Struktur verabreicht werden, wie es mitunter bei sehr kurzgehäckselttem Silomais mit geringem TM-Gehalt und erfolgter Nachzerkleinerung durch Siloentnahmefräsen der Fall sein kann. Zur Aufrechterhaltung der Pansenmotorik sollten 2/3 des Grundfutters eine wiederkäüergerechte Struktur besitzen.

Zur Vorlage des Grundfutters können alle stationären und mobilen Techniken dienen. Stationäre Anlagen in Form von Förderschnecken, Schubstangen,

pneumatischen Förderanlagen oder den heute meist verwendeten Kratzkettenförderern und Förderbändern erfordern für eine ausreichende Funktionssicherheit gehäckseltes oder zumindest kurz geschnittenes Gut. Die Verteilgenauigkeit wird weitgehend von der gleichmäßigen Beschickung der Anlagen bestimmt. Durch die Möglichkeit der automatischen Steuerung können bei Vorlage mehrerer Komponenten ohne zusätzliche Arbeitsbelastung beliebig viele Arbeitsgänge hintereinander erfolgen.

Die selbstfahrenden oder schleppergezogenen Futtermittelwagen erreichen nur mit einer Futterart eine zufriedenstellende Verteilgenauigkeit. Werden bei der Befüllung der Wagen mehrere Komponenten überschichtet, so treten beim Austrag große Streuungen im Mischungsverhältnis auf. Jede Futterart erfordert daher einen eigenen Arbeitsgang. Der Haupteinsatz dieser Wagen liegt in Ställen mit einem Tier-Freßplatz-Verhältnis von 1:1.

Die wegen des erforderlichen Leistungsbedarfs ausschließlich schleppergezogenen Futtermisch- und Verteilwagen mit unterschiedlich ausgebildeten Mischwerkzeugen können dagegen alle gehäckselten oder bei kleineren Anteilen auch vorgeschnittenen Komponenten innig miteinander vermischen und in einem Arbeitsgang vorlegen. Da eine Selektion der Einzelkomponenten weitgehend ausgeschlossen ist, ergibt sich die Möglichkeit der Vorratsfütterung ohne Benachteiligung der schwächeren Tiere. Stabile Silagen vorausgesetzt, genügt mit diesem Verfahren eine einmalige Futtermittelvorlage pro Tag.

Gegenüber dem Grundfutter stellt das Kraftfutter wesentlich höhere Anforderungen an die Fütterungstechnik. Von Seiten der Tierernährung wird eine hohe Dosiergenauigkeit mit maximalen Abweichungen von $\pm 5\%$ von der Sollmenge gefordert. Hinsichtlich der Verdauungsphysiologie

verursachen größere Kraftfuttermengen eine Übersäuerung in den Vormägen. Die Folge kann ein zu enges Essig-Propionsäure-Verhältnis, Pansenacidose und eine verringerte Grundfutteraufnahme sein. Die Forderung lautet daher, die für hohe Milchleistungen notwendigen Kraftfuttermengen in kleinen, mehrmals am Tag vorgelegten Teilgaben zu verabreichen. Eine auf einmal vorgelegte Kraftfuttermenge sollte 2,5 - 3,0 kg nicht überschreiten, so daß sich die Fütterungsfrequenz aus der Tages-Gesamtmenge ableiten läßt.

Die zur Kraftfuttermenge möglichen Techniken sollen zunächst in einer Übersicht (Abb. 1) dargestellt und anschließend nach den aufgezeigten Anforderungen näher charakterisiert werden.

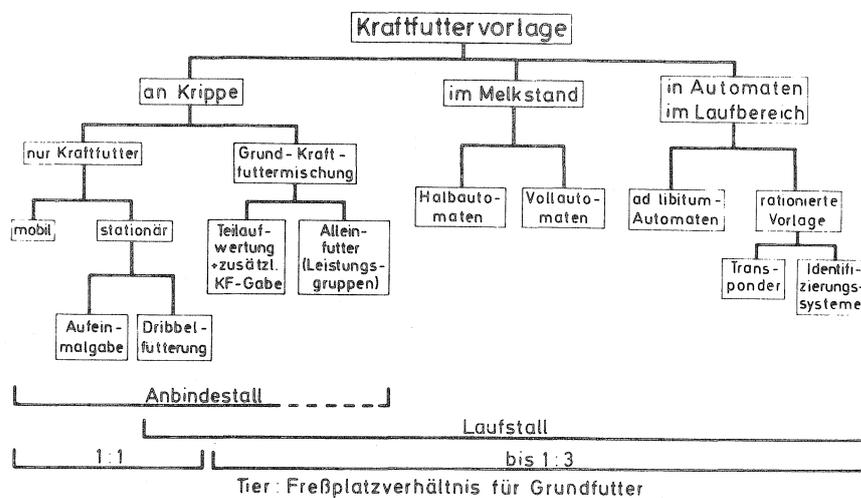


Abb. 1: Techniken zur Kraftfütterung von Milchkühen

Vorlage an der Krippe - separat vom Grundfutter durch

- . mobile Geräte mit Handzuteilung oder motorgetriebenem Dosierwagen
- . stationäre Dosierer mit Aufeinmalgabe oder mit Dribbelfütterung

in Grundfutter - Kraftfuttermischungen

- . durch eine Teilzugabe des Kraftfutters und einer zusätzlichen Kraftfuttermenge zur Abdeckung der Leistungsspitzen
- . durch Zumischung des gesamten Kraftfutters. Dieses Alleinfutter kann nur an Leistungsgruppen verfüttert werden

Vorlage im Melkstand durch

- . Halbautomaten oder
- . Vollautomaten

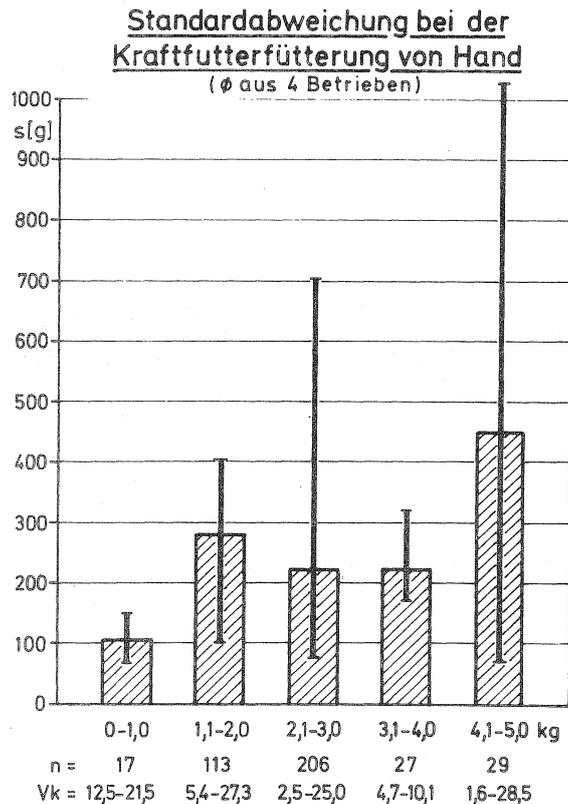
Vorlage aus Kraftfutterautomaten im Laufbereich von Laufställen

- . ad libitum Fütterung für ausgewählte Tiere durch Ausrüstung mit einem Magneten
- . rationierte Versorgung durch Transponder oder die Identifizierungssysteme.

Bedingt durch die Bestandsgrößen ist die Handzuteilung das am häufigsten angewendete Verfahren in der Praxis. Die Zuteilgenauigkeit hängt entscheidend vom verwendeten Meßgefäß und der Sorgfalt des Fütterers ab. Die in der Praxis festgestellten mittleren Standardabweichungen bei unterschiedlichen Sollmengen von 1 - 5 kg bewegen sich zwischen 100 und 450 g (Abb. 2). Die Streuungen der Standardabweichung zwischen den einzelnen Betrieben sind jedoch wesentlich größer.

Eine exaktere Dosiergenauigkeit ist bei den Kraftfutterdosierwagen mit Elektroantrieb gegeben. Die Abweichungen bewegen sich hier je nach Auswurfmenge im Bereich von 1 - 5 % von der Sollmenge. Für beide Verfahren stellt eine mehr als zweimalige Kraftfutterfütterung eine zusätzliche termingebundene Arbeit dar.

Bild 2



Demgegenüber kann bei stationären Anlagen über eine Zeitschaltuhr die Fütterungsfrequenz ohne zusätzlichen Zeitaufwand beliebig häufig gewählt werden. Bei Gewichts- oder Volumendosierung mit einem Meßbehälter wird die Sollmenge auf einmal ausgeworfen. Um ein gegenseitiges Befressen benachbarter Tiere zu vermeiden sind Krippenabtrennungen für jeden Freßplatz erforderlich. Bei der sogenannten Dribbelfütterung, einer Kombination aus Volumen- und Zeitdosierung, wird das Kraftfutter kontinuierlich über eine bestimmte Zeitspanne ausgeworfen. Die Auswurfmenge entspricht dabei der Verzehrsgeschwindigkeit der Kühe, so daß ein gegenseitiges Befressen auch ohne Freßplatzbegrenzungen weitgehend vermieden wird (Abb. 3). Derartige Anlagen sind mit Einzelsteuerung der Dosierbehälter für Anbindeställe und mit Gruppensteuerung auch für Laufställe anwendbar. Über einen zentralen Antrieb werfen im Laufstall alle Dosierer für eine bestimmte, getrennt gehaltene Leistungsgruppe eine einheitliche Menge aus.

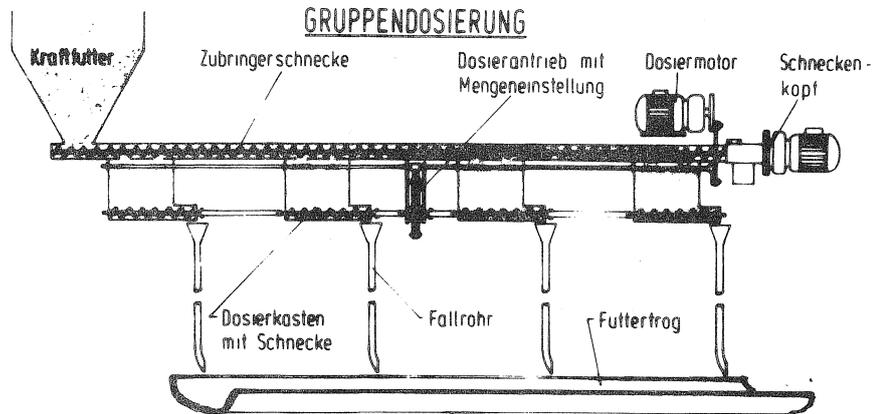
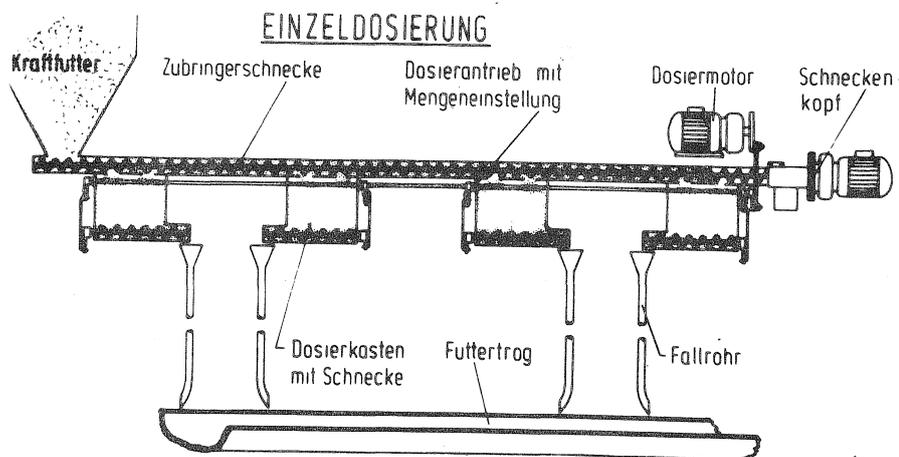


Abb. 3



Dazu muß für jedes Tier ein Freßplatz vorhanden sein. Für eine gezielte Fütterung ist es erforderlich, daß die Kühe von selbst zu jeder Futtervorlage und über die gesamte Fütterungszeit an die Krippe kommen. Nach Versuchen des Instituts für Verfahrenstechnik in Kiel tun dies 90 - 95 % der Tiere.

Für die gemeinsame Vorlage von Grund- und Kraffutter ist die wichtigste Voraussetzung eine intensive Vermischung aller Komponenten, wie sie derzeit nur von den Futtermischwagen erreicht wird. Die Mischungen werden

Überwiegend zur freien Aufnahme vorgelegt. Bei der Teilaufwertung ist ein verdauungsphysiologischer Vorteil für die Kraftfutterfütterung nur bei einem relativ hohen Aufmischungsgrad gegeben, da sonst die Restkraftfuttermengen zur Abdeckung der individuellen Leistungsspitzen für eine 2-malige Vorlage zu groß sind. Dadurch kann es mitunter zu einer Überfütterung der leistungsschwachen Tiere kommen und es müssen 2 Mischungen bereitgestellt werden.

Die Herstellung eines Alleinfutters durch Zugabe des gesamten Kraftfutters setzt die Unterteilung der Herde in ca. 4 Leistungsgruppen voraus. Diese nur leistungsorientierte Fütterung verzichtet zwar auf die exakte Anpassung der Kraftfuttergabe an die tierindividuelle Leistung, erscheint aber unter Praxisbedingungen aus folgenden Gründen gerechtfertigt:

- . die Futterinhaltsstoffe, vor allem beim Grundfutter, sind nur näherungsweise bekannt
- . die Futteraufnahme ist von Tier zu Tier und tierindividuell von Tag zu Tag unterschiedlich
- . die Futtermittelnutzung ist nicht bei jedem Tier gleich
- . die Milchleistung ist täglichen Schwankungen unterworfen, die sich mit zunehmendem Tagesgemelk erhöhen
- . durch biologische Steuerungsfaktoren ist - wenn auch nur in engen Grenzen - eine Anpassung der Futteraufnahme an die Leistung gegeben.

Die Gruppenbildung durch mechanische Unterteilungen der Herde setzt Herdengrößen über 100 Tiere voraus. Es können die bekannten Erschwernisse durch zusätzliche Bauaufwendungen, den erhöhten Arbeitsaufwand beim Melken und Störungen durch Rangkämpfe beim laktationsbedingten Gruppenwechsel auftreten. Zur Verbesserung dieser Situation wurde an der Landtechnik Weihenstephan ein Gruppenfütterungssystem ohne Unterteilung der Herde entwickelt (Abb. 4). Am Futtertisch werden Mischungen unterschiedlicher

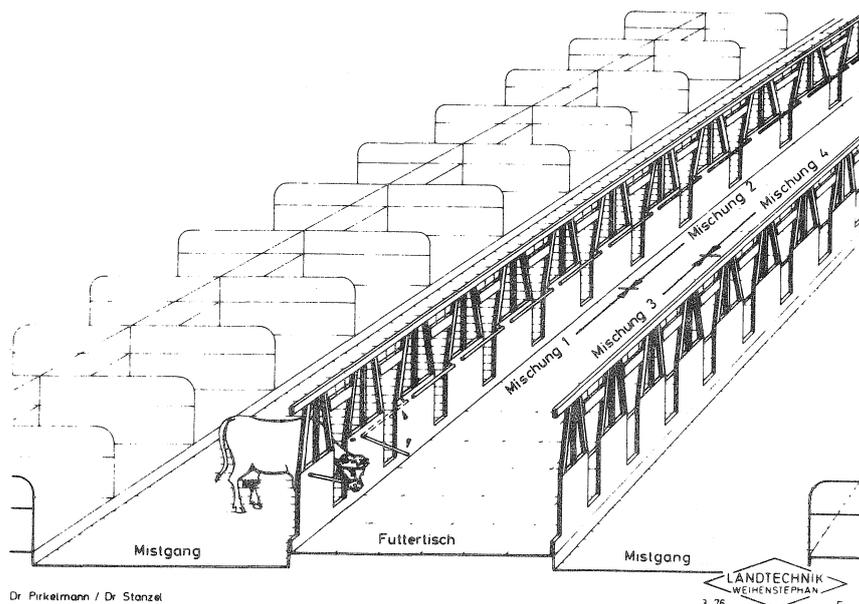


Abb. 4: System der Gruppenfütterung mit elektronisch gesteuerter Schranke für Alleinfutter

Nährstoffkonzentration auf frei wählbaren Abschnitten vorgelegt. An jedem Freßplatz befindet sich eine Schranke mit elektronischer Steuerung. Bei der Futtermittelvorgabe werden alle Grundfutterarten in den Wagen gefüllt und vermischt. Das Kraftfutter wird aus einem aufgesattelten Dosierbehälter additiv bei jeder Leistungsgruppe in die Mischung zugegeben. Die Kühe tragen zur Gruppenidentifizierung Halsgurte mit Permanentmagneten an 3 beliebigen Stellen, so daß sich durch die verfügbaren Kombinationen maximal 7 Unterscheidungsmöglichkeiten ergeben. Mit dem eingestellten Code können sie über Kontaktstrecken an den Freßgittern nur die Schranken zu einem bestimmten Freßbereich öffnen und beliebig das ihnen zustehende Futter aufnehmen.

Eine Vereinfachung dieser Anlage kann bei entsprechenden stallbautechnischen Voraussetzungen durch mechanisch abgegrenzte Freßbereiche vor dem Futtertisch erreicht werden, deren Zugang durch Pendeltüren mit einer elektronischen Steuerung nach dem obigen System ermöglicht wird. Die Kühe einer Leistungsgruppe können sich innerhalb der Abgrenzung frei bewegen und diese durch ein zweites federbelastetes Ausgangstor wieder

verlassen. Zusätzliche Einrichtungen am Futtertisch können entfallen. Die bisherige Erprobung der Fütterungseinrichtung mit elektronisch gesteuerter Schranken am Futtertisch läßt erste Aussagen über das Freßverhalten zu. Die mittleren Freßzeiten pro Tier und Stunde zeigen, daß die Futteraufnahme zwar in 2 Hauptperioden erfolgt, aber weitgehend über den ganzen Tag verteilt ist (Abb. 5).

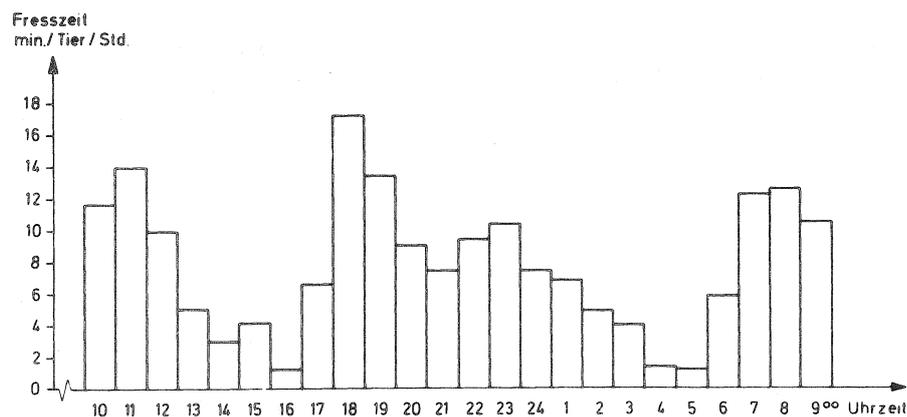


Abb. 5: Freßrhythmus einer Milchkuhherde bei aufgewerteten Grundfuttermischungen (46 Kühe; Ø aus 3 Tagen; Futtevorlage 1 x täglich)

Eine relativ ruhige Freßphase tritt lediglich in den Mittags- und den frühen Morgenstunden auf.

Bei der täglichen einmaligen Futtevorlage wurde das Futter von den 46 Kühen der Versuchsherde in mindestens 5 Teilperioden aufgenommen (Abb. 6). Die größte Freßhäufigkeit liegt zwischen 7 und 11 Freßperioden, die allerdings eine unterschiedliche Länge besitzen können. Die verdauungsphysiologischen Anforderungen sind damit auch bei der ad libitum-Fütterung zu erreichen.

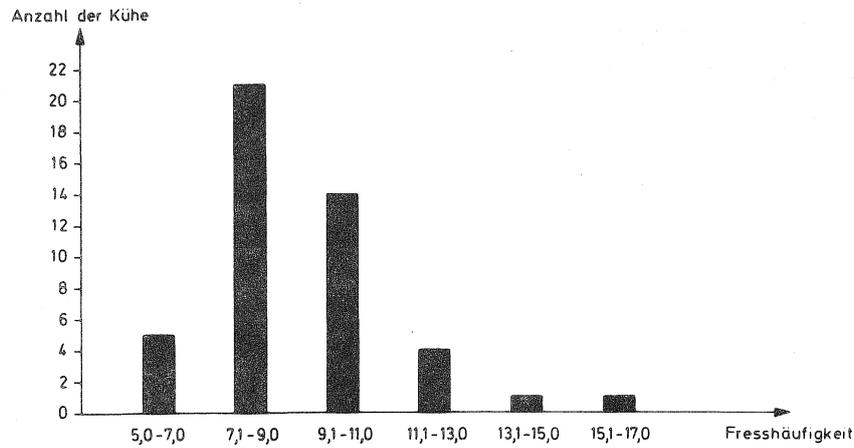


Abb. 6: Tägliche Fresshäufigkeit von Milchkühen bei aufgewerteten Grundfuttermischungen (46 Kühe; $\bar{\phi}$ aus 3 Tagen; Futtevorlage 1 x täglich)

In Laufställen erfolgt die Kraftfütterzuteilung üblicherweise durch Automaten im Melkstand. In Laboruntersuchungen konnte für die verschiedenen Dosiersysteme und Fabrikate eine relativ hohe Genauigkeit der Volumendosierer nachgewiesen werden. Die mittlere Standardabweichung liegt bei Auswurfmengen von 0,5 - 4,0 kg zwischen 10 und 50 g (Abb. 7).

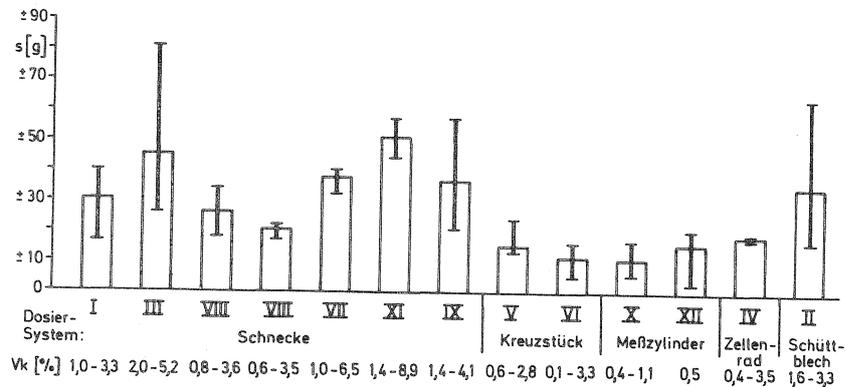


Abb. 7: Mittel und Streubreite der Standardabweichung der Auswurfmengen zwischen 500 und 4000 g bei Volumendosierern für Kraftfutter (Laboruntersuchungen mit Pellets, Feuchte 14 %, Schüttgewicht 587 g/dm³)

Die Streuung der einzelnen Geräte kann jedoch bereits ein Vielfaches betragen und steigt bis zu 80 g. Angelaufene Untersuchungen in der Praxis zeigen aber, daß die Dosiergenauigkeit unter Melkstandbedingungen schlechter ist. Die Hauptursachen für größere Dosierungsgenauigkeiten liegen in

- . der Ansteuerung und Bedienung der Automaten,
- . der Struktur und Zusammensetzung des Kraftfutters, wobei bei schwer rieselfähigen Komponenten wie z.B. Haferschrot die hauptsächliche Störursache in der Zufuhr liegt.
- . dem veränderten Feuchtegehalt des Futters. Eine Zunahme der Feuchte von 10 auf 14 % bedingt bereits ein um 20 % geringeres Schüttgewicht, das sich bei weiterem Feuchteanstieg bis 19 % nochmals um 20 % reduzieren kann.

Die Kraftfutterfütterung im Melkstand ist an die 2-malige Melkzeit gebunden. Zur Aufnahme größerer Kraftfuttermengen können durch die vom Melkvorgang vorgegebene Verweilzeit Begrenzungen auftreten. Schließlich stellt die leistungsgerechte Zudosierung des Kraftfutters erhöhte Anforderungen an den Melker. Aus all diesen Gründen wird die Verlagerung der Kraftfutterfütterung aus dem Melkstand angestrebt. Neben den bereits behandelten Futtermischungen ist die separate Kraftfutternvorlage mit den im Laufbereich aufgestellten Kraftfutterautomaten möglich.

Bei den ad libitum-Automaten werden die Kühe mit Tagesgemelken über 25 kg mit einem Magneten ausgerüstet, der beim Betreten des Freßstandes durch Berühren einer Kontaktplatte eine Dosierschnecke in Gang setzt. So oft und so lange die Kuh den Automaten bedient, erhält sie Kraftfutter zur freien Aufnahme. Zahl und Größe der aufgenommenen Portionen unterliegen großen Streuungen und sind völlig unkontrolliert. Dieses Verfahren kann daher weder von der leistungsbezogenen Zuteilgenauigkeit noch aus physiologischer Sicht befriedigen.

Eine gesteuerte Kraftfutterfütterung erlaubt der mit einer E-Zelle betriebene Transponder. An der Zahlenskala der Einstellscheibe kann tierindividuell die tägliche Freßzeit in Minuten vorgegeben werden. Beim Betreten des Freßstandes wird über eine Ringantenne ein Kontakt zur Dosierschnecke gegeben, deren Auswurfmenge der Freßgeschwindigkeit der Kühe angepaßt ist. Die Laufzeit der Schnecke bestimmen die Einstellung und der Ladezustand des Transponders. Da sich der Transponder außerhalb der Futterstation kontinuierlich entlädt und das Aufladen der E-Zelle mit dem Antrieb der Dosierschnecke kombiniert wird, ist die mögliche Freßzeit im Rahmen der vorgegebenen Einstellung um so länger, je größer der Abstand zum letzten Besuch zurückliegt, und umgekehrt umso kürzer, je häufiger die Kuh den Freßstand aufsucht. Mit einer Futterstation können je nach Leistungsniveau 20 - 35 Kühe versorgt werden. Ein Zählwerk an der Station gibt Aufschluß über die Gesamtfreßzeiten der Herde pro Tag. Eine Kontrolle des Einzeltieres ist nicht möglich. Die Kraftfutteraufnahme erfolgt im Herdenmittel relativ gleichmäßig über den ganzen Tag. Die Freßzeiten sind lediglich in den frühen Morgenstunden stark eingeschränkt (Abb. 8).

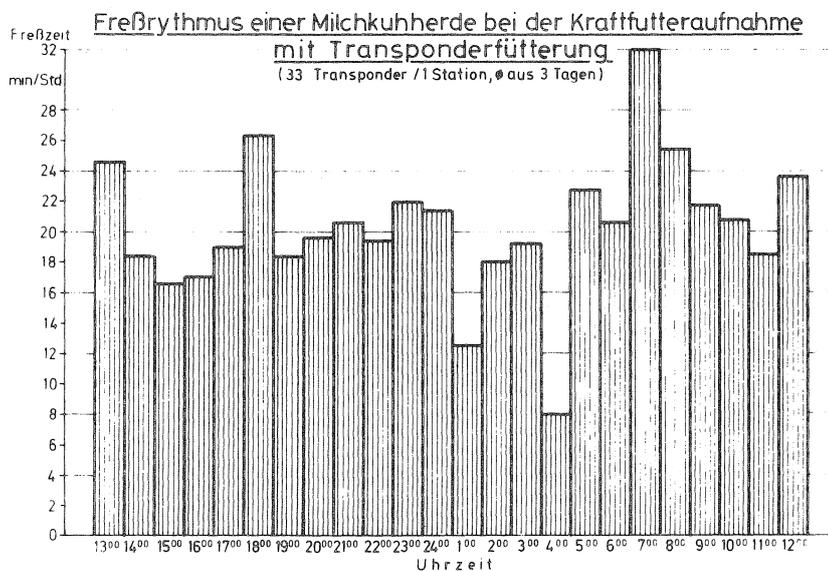


Abb. 8

Die Häufigkeit der Futteraufnahme streut in einem sehr weiten Bereich. Die Mehrzahl der Kühe ruft ihre Ration in 10 - 25 Teilgaben ab (Abb. 9).

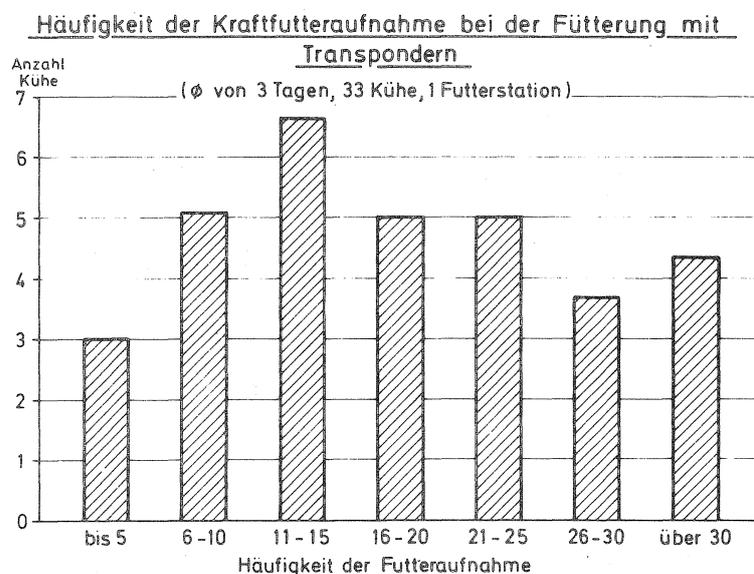


Abb. 9

Aus dieser häufigen Fütterungsfrequenz ergeben sich überwiegend sehr kleine Portionen und die aus physiologischer Sicht vertretbaren Maximalgaben über 3 kg werden nur in Ausnahmefällen überschritten.

Die Dosiergenauigkeit ist im Herdenmittel mit über 95 % sehr gut. Es treten jedoch tierindividuelle Streuungen, die sich innerhalb der Herde ausgleichen können, auf (Abb. 10). Eine Klassifizierung der Abweichungen von Sollmenge, die auf Grund der erfolgten Freßzeiten in einer Messung über 3 Tage festgestellt wurden, zeigt, daß ca. 75 % der Kühe das ihnen zustehende Kraftfutter mit einer Abweichung von weniger als 500 g erhalten. Bei ca. 14 % der Kühe bewegt sich die Streuung zwischen 500 und 1 000 g und bei ca. 8 % zwischen 1 000 und 1 500 g. Noch größere Abweichungen treten äußerst selten auf und können vernachlässigt werden.

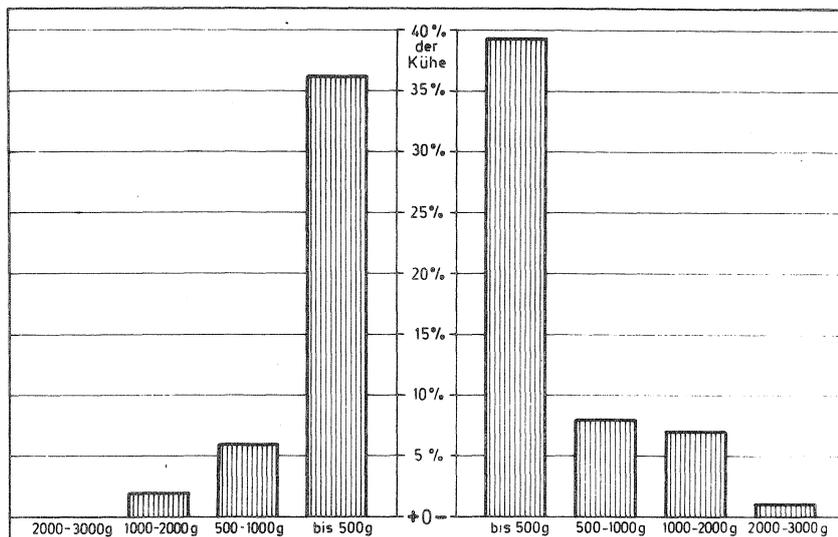


Abb. 10: Aufteilung der absoluten Abweichung von der Sollmenge bei der Kraftfutterfütterung mit Transpondern

Im Gegensatz zum Transponder tragen die Kühe bei den Identifizierungssystemen einen passiven Signalgeber ohne eigene Energieversorgung um den Hals, der nur die Kennung des Einzeltieres zur Aufgabe hat. Die Eingabe der Kraftfuttermenge erfolgt an einem zentralen Steuergerät, einem Kleincomputer. Jeder Kuh wird entsprechend ihrer Leistung ein Vielfaches einer eingestellten Grundportion zugeteilt, das in vorgegebenen Zeitintervallen abgerufen werden kann. Die aufgenommene Futtermenge ist für jedes Einzeltier kontrollierbar. Ein Steuergerät kann bis zu 6 Freßstände bedienen, die jeweils wieder für 20 - 35 Kühe ausreichen.

Bei den bisher verwendeten Anlagen betragen die vorgegebenen Zeitintervalle zum Abruf der eingestellten Portionen 12 Stunden. Dies hat zur Folge, daß die Kühe Halbtagesrationen auf einmal abrufen können. Neure Programme sehen eine Tagesunterteilung in wesentlich kürzere Zeitspannen und Mengenbegrenzungen pro Freßzeit vor, so daß der Freßrhythmus der Kühe besser gesteuert werden kann. Die Reaktion der Tiere auf derartige Systeme ist bislang jedoch nicht bekannt.

Die Funktion der Identifizierungssysteme ist mit der Kraftfutterfütterung noch nicht erschöpft. Es besteht in weiteren Ausbaustufen die Möglichkeit, auch andere Fakten der Kühe wie Milchleistung, Deck- und Kalbetermine, wichtige medizinische Behandlungen und ähnliche Daten in die Speicher aufzunehmen, so daß für die Betreuung größerer Herden wichtige Hilfestellungen gegeben werden könnten.

Nach dieser Darstellung der vielfältigen Fütterungsverfahren soll abschließend in kurzer Form an Hand einiger ausgewählter Kriterien der Versuch einer Wertung und Einordnung unternommen werden.

Die Frage Mischfutter oder Vorlage der Einzelkomponenten wird unter anderem wesentlich von der Zusammensetzung des Grundfutters beeinflusst. Mehrere, in den Nährstoffgehalten verschiedene Komponenten sprechen mehr für eine Mischung, eine einseitige Grundfutterbasis zugunsten der getrennten Vorlage.

Die Zudosierung des Kraftfutters ist bei getrennter Vorlage auf das Einzeltier, in der Futtermischung auf die Leistungsgruppe abgestimmt. Da meist nur ein einziges Leistungskraftfutter verabreicht wird, ist für einen im Eiweiß-Stärke-Verhältnis ausgeglichenen Grundstandard Sorge zu tragen.

Der Freßrhythmus ist bei getrennter Kraftfuttermischungs-Vorlage von der Technik bestimmt, bei der Vorratsfütterung von Futtermischungen dem natürlichen Freßverhalten der Tiere überlassen.

Die verdauungsphysiologischen Anforderungen in Form der sogenannten biologischen Fütterung werden von allen Techniken erfüllt mit Ausnahme der Melkstandfütterung, der ad lib-Automaten und der mobilen Geräte, wenn nicht eine zusätzliche Kraftfuttermischungs-Vorlage außerhalb der üblichen Fütterungszeiten in Kauf genommen wird, was viele kleinere Betriebe aber als durchaus zumutbar ansehen dürften.

Eine Automatisierung der Kraftfutterfütterung ist nur mit den stationären Dosieranlagen und mit den Automaten im Laufbereich möglich.

Eine Kontrolle der Kraftfütterraufnahme erlauben ausschließlich die Identifizierungssysteme.

Hinsichtlich der Auswirkungen auf die Stallsysteme erfordert die Krippenfütterung für jedes Tier einen Freßplatz. Alle anderen Verfahren erlauben für das Grundfutter eine Freßplatzeinschränkung bis max. 1 : 3.

Die Investitionskosten betragen für die stationären Volumendosierer ca. 400 - 500 DM/Stand. Für den Futtermischwagen bei Unterstellung einer einmaligen Futtervorlage, von 8 - 10 Kühen pro m³ Fassungsvermögen und zur Anrechnung des Mehrpreises gegenüber Futterverteilwagen ca. 100 DM/Kuh. Die elektronisch gesteuerten Schranken werden noch nicht hergestellt und können daher nicht mit einem Marktpreis belegt werden. (Der Materialpreis für die Versuchsausrüstung liegt bei ca. 100 DM/Stand). Die Melkstandautomaten bewegen sich zwischen 500 und 1 000 DM/je Dosiereinheit. Die ad-lib-Automaten kosten etwa ~50 DM pro mit Magnet ausgerüsteter Kuh.

Der Transponder verursacht je nach Belegdichte 400 - 500 DM/Kuh. Die Identifizierungssysteme erfordern ca. 350 - 400 DM, ermöglichen aber mit zunehmender Herdengröße eine starke Kostendegression, da sich der relativ große Anteil der Steuereinheit auf eine größere Tierzahl verteilt.

Eine letztendlich entscheidende Wirtschaftlichkeitsberechnung kann zum derzeitigen Standpunkt leider noch nicht vorgelegt werden, da einerseits verlässliche Daten über die Funktionssicherheit und Lebensdauer einiger Techniken fehlen, andererseits die quantitativen Auswirkungen dieser verfeinerten Fütterungstechniken unter Praxisbedingung bislang nicht mit ausreichender Sicherheit vorliegen. Die Beantwortung dieser Frage stellt eine vordringliche Aufgabe für unsere nächsten Forschungsprogramme dar.

Tiergemäße Stalleinrichtungen für Milchkühe

von Dr. Josef Boxberger und Dr. Rainer Metzner,
Landtechnik Weihenstephan*

Die Behandlung des Themas "tiergemäße Stalleinrichtungen" erfordert zum besseren Verständnis der folgenden Abhandlung zwei Definitionen:

1. Was verstehen wir unter tiergemäß?
2. Welche Aufstallungsformen müssen in diesen Vergleich einbezogen werden?

Der Ausdruck "tiergemäß" unterstellt unter anderem, daß erst die optimal angepaßte Stalleinrichtung die Leistungsbereitschaft herstellt, die der geforderten hohen Leistungsabgabe vorausgeht. Stalleinrichtungen werden demnach tiergemäß, wenn z.B. die im Stall zu vollziehenden Bewegungsabläufe der Kühe nicht behindert sind und die Futter- und Wasseraufnahme den physiologischen Erfordernissen entsprechen. Dies schließt nicht aus, daß sich Kühe technischen Abläufen in Grenzen anzupassen vermögen.

Negativ ausgedrückt: Einrichtungen sind nicht tiergemäß, wenn Verletzungen direkt oder indirekt z.B. durch ständige Verhaltensdeformationen (Überlastungen von Gelenken, Druckstellen) verursacht werden oder wenn falsche Formgebung bei Freßplatz und Tränke zu restriktiver Futter- und Wasseraufnahme führt.

* aus den Arbeiten des Sonderforschungsbereiches 141
"Produktionstechniken der Rinderhaltung"

Art der Haltung und des Melkens stellen die wesentlichen Kriterien unserer Stallformen dar (Abb. 1):

So z.B.: Einzeltierhaltung und Melken im Stall wäre Anbindestall oder Ryholm, Gruppen- oder Laufstallhaltung in Verbindung mit Melkstand gibt Liegeboxenlaufstall bzw. Freßboxenlaufstall. Fangboxenstall u.ä. sind Mischformen aus Einzeltierhaltung und Melkstandmelken.

Einzeltierhaltung bedeutet für die Kuh, an einem Standplatz fixiert zu sein - egal ob mittels Anbindevorrichtung oder Absperrung in einer Boxe. Somit lassen sich die Erkenntnisse hinsichtlich des Kurzstandes mit Anbindung auf die Ryholmboxe und die Fangboxe übertragen, während bei den Laufställen abgesehen vom Laufbereich doch erhebliche Unterschiede zwischen Freßboxenlaufstall und Liegeboxenlaufstall bestehen. Besondere Aufmerksamkeit ist der Problematik der Einzeltierhaltung zu schenken und zwar aus folgenden Gründen:

1. Schwierigkeiten treten hier gehäuft auf, da die Freiraumeinschränkung der Kühe weitgehende Kompromisse erzwingt.
2. Die im Einzeltierversuch gewonnenen Erkenntnisse sind nahezu vollständig auf die Laufstallhaltung zu übertragen.
3. Die Herdengrößenstruktur in der Bundesrepublik Deutschland zeigt, daß mehr als 90 % der Kühe in Beständen mit weniger als 40 Kühen leben, also in Beständen unter der heute vorwiegend angewendeten Laufstallschwelle. Auch diese Betriebe führen neue, verbesserte Verfahren ein, wenn auch vielfach nicht bei spektakulären Neubauten, sondern meist bei Um- und Anbauten. Ihnen muß ebenso geholfen werden.

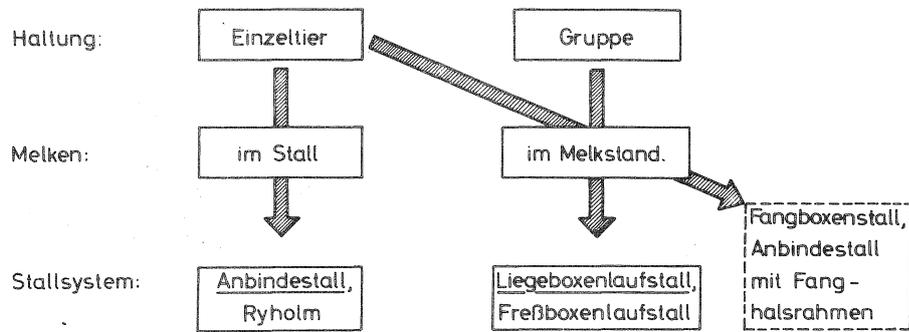


Abb. 1: Milchviehställe, Einteilung nach Haltung und Melken.

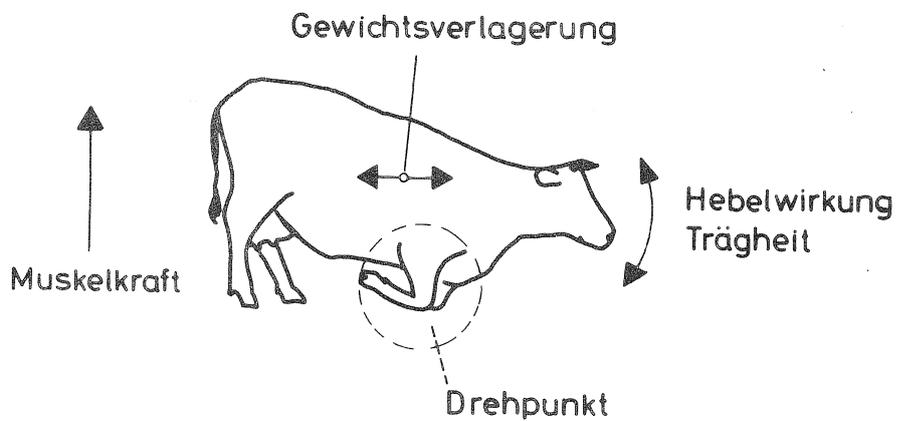


Abb. 2: Einflußgrößen auf Abliegen und Aufstehen.

Bei Kurzständen resultieren die Schwierigkeiten nahezu ausschließlich aus mehr oder weniger gelungenen Kompromissen, die unterschiedlichen Ansprüche der Kühe unter einen Hut zu bringen. Die Kühe sollten

- . beim Abliegen oder Aufstehen nicht behindert werden,
- . weich liegen, trittsicher stehen,
- . gleichzeitig aber auch Futter und Wasser gut erreichen.

Und das alles auf engstem Raum von knapp 2 m^2 . Zu allem Überfluß schränkt der Mensch die Bewegungsmöglichkeiten aus arbeitswirtschaftlichen Gründen noch weiter ein. Einige Folgen:

- . Überlastung der Vorderextremitäten (Gelenke) durch flache und zu weite Krippen.
- . Druckstellen, Entzündungen durch harten Boden.
- . Zitzenverletzungen wegen Behinderung des Aufstehens (zu straffe Anbindung, zu hohe massive Krippenwand).
- . Mangelnde Wasseraufnahme und Wasserplantschen wegen unzureichender Tränkebecken.

Die Ausstattung des SFB 141 bot die Voraussetzung, grundlegende Untersuchungen über die Bewegungsabläufe und die Ansprüche ruhender und fressender Kühe anzustellen.

Krippenbereich

Die Krippe darf die Bewegungsabläufe nicht behindern. Dies ist bei Kühen besonders wichtig, da schadfreies Aufstehen und Abliegen nur durch raffinierte Gewichtsverlagerungen und durch Ausnutzen des Kopfschwunges möglich sind (Abb. 2). Die Muskelkraft wird

hierbei sinnreich ergänzt durch die Ausnutzung der Hebel- und Trägheitskräfte.

Betrachten wir nun den Kopf-Hals-Bereich während des Kopfschwunges genauer: Die Schraffuren (Abb. 3) innerhalb einer Umhüllungslinie markieren die Fläche oder den Raum, den Kühe während des Kopfschwunges zum Aufstehen und Abliegen in Anspruch nehmen. Die senkrechte Leiste in der Bildmitte symbolisiert die Krippenwand, links davon befindet sich die Standseite, rechts die Krippe. Aus der Darstellung wird deutlich, daß ab 15 cm Krippenwandhöhe erste Kollisionen mit der Wand eintreten, die sich dann im Bereich zwischen 25 und 30 cm häufen.

Deshalb sollten feste Krippenwände nicht höher als 15 cm ausgeführt und der Rest von 15 - 20 cm in flexiblem Material (z.B. Gummi) ausgebildet werden.

Weitere wichtige Hinweise ergeben sich aus dem bevorzugten Freßbereich der Kühe.

Bei der Draufsicht auf die Krippe (Abb. 4) - nach unten würde sich die Standfläche anschließen - zeigt die Schraffur den bevorzugten Freßbereich, den wir aus zahlreichen Einzelmessungen ermitteln konnten. Der Kopfdrehung entsprechend verläuft dieser Bereich bogenförmig um die Standmittelachse mit einem Radius von ca. 50 cm. Die Krippenmitte erfordert eine besondere Halsanwinklung. Futter wird an dieser Stelle nicht gerne aufgenommen.

Die wesentlichen Daten des daraus entstehenden Krippenvorschlages (Abb. 5):

- . Krippenweite ab Hinterkante ca. 50 cm, tiefster Krippenpunkt 12 - 15 cm über der Standfläche, Krippenboden nach vorne (vom Tier weg) geneigt. Bei Verwendung von Schalen sollte die Vorderseite im Freßwinkel der Tiere zum Futtertisch ansteigen (bei Höhenvieh 45° , bei Niederungsvieh

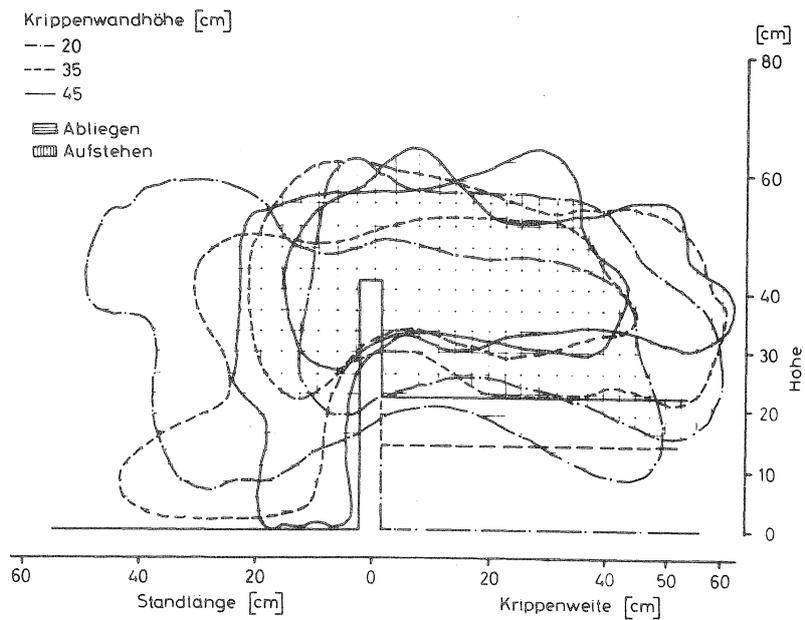


Abb. 3: Umhüllungslinien des Kopf-Hals-Bereiches während des Aufstehens und Abliegens bei unterschiedlichen Krippenwandhöhen.

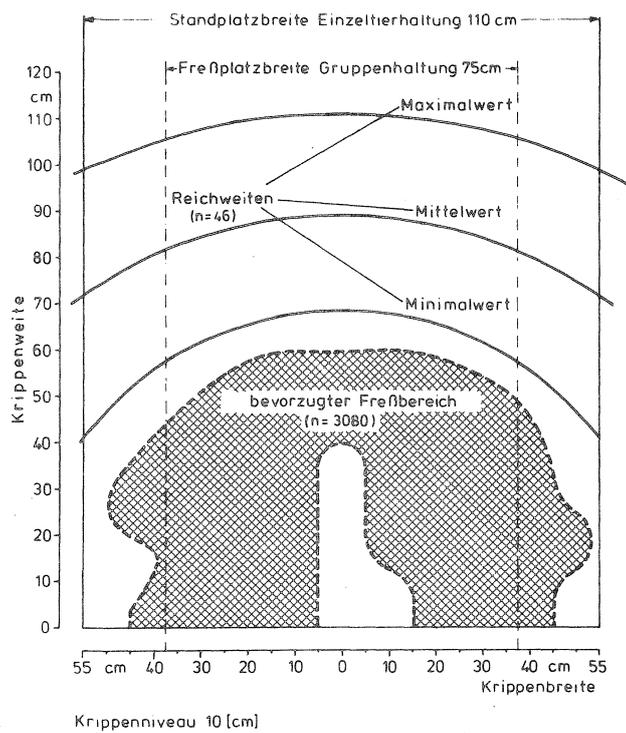


Abb. 4: Bevorzugter Freßbereich und Reichweiten von Kühen.

ca. 30°). Darüber hinaus: ausreichendes Fassungsvermögen, säurefestes Material.

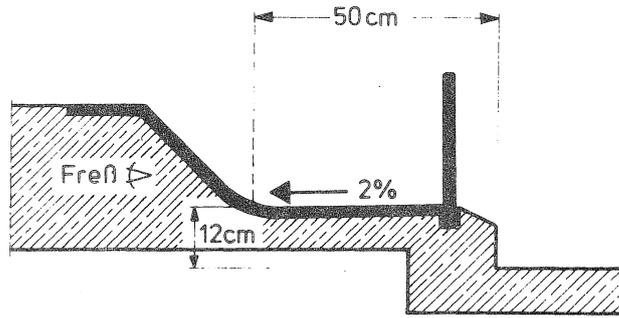
Anbindevorrichtung

Ähnliche Einschränkungen wie von einer zu hohen Krippenwand können auch von der Anbindevorrichtung ausgehen. In der Praxis sind derzeit die Vertikalanbindung ("Grabner") (obere Reihe) und der Zweigelenkhalsrahmen (Mitte) am stärksten verbreitet. Daneben wird vereinzelt die Pfostenanbindung eingebaut (s. unten).

Der dem Tier verfügbare Bewegungsspielraum hängt bei der Vertikalanbindung maßgeblich davon ab, wie locker die Gleitkette eingestellt ist. In diesem Beispiel (Abb. 6) erlaubt die Einstellung eine Auslenkung von der Mitte um 17,5 cm. Dieser so entsprechende Freiraum reicht den Kühen, um nahezu unbehindert abliegen, liegen, aufstehen und stehen bzw. fressen zu können.

Projiziert man die Freiräume von Vertikalanbindung und Gelenkhalsrahmen aufeinander, so zeigt sich, daß auch der Zweigelenkhalsrahmen einen ähnlichen Bewegungsspielraum ermöglicht (Abb. 7). Voraussetzung ist allerdings die lockere untere Befestigung mit längerer Kette und der Einbau der Krippe mit flexibler Rückwand, da sonst das Auspendeln des unteren Rahmenteils nach vorne verhindert wird.

Die hier aufgezeigte lockere Anhängung, die für das Tier unbedingt zu fordern ist, hat weitreichende Konsequenzen für die gesamte Standeinrichtung. Ursprünglich wollte man mit straffer Anbindung erreichen, daß Kot und Harn im Kotgraben oder Kanal abgesetzt werden. Durch den vergrößerten Bewegungsspielraum erfordert die Standsauberhaltung zusätzliche Maßnahmen, um das Tier beim Abkoten und Harnen zum Zurücktreten zu bewegen.



Freßwinkel: Höhenvieh ca. 45°

Niederungsvieh ca. 30°

Fassungsvermögen, Korrosionssicherheit

Abb. 5: Kurzstandkrippe für Kühe.

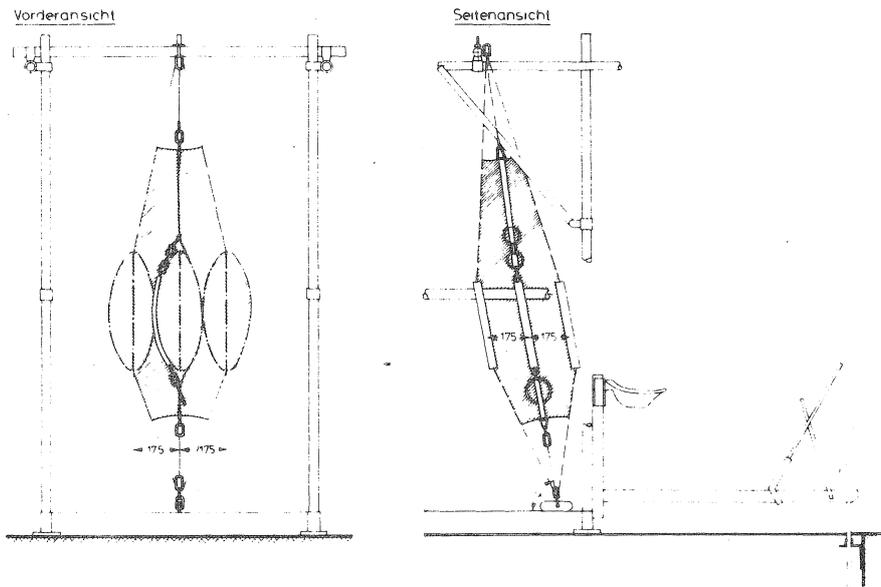


Abb. 6: Bewegungsspielraum bei Vertikal-
anbindung.

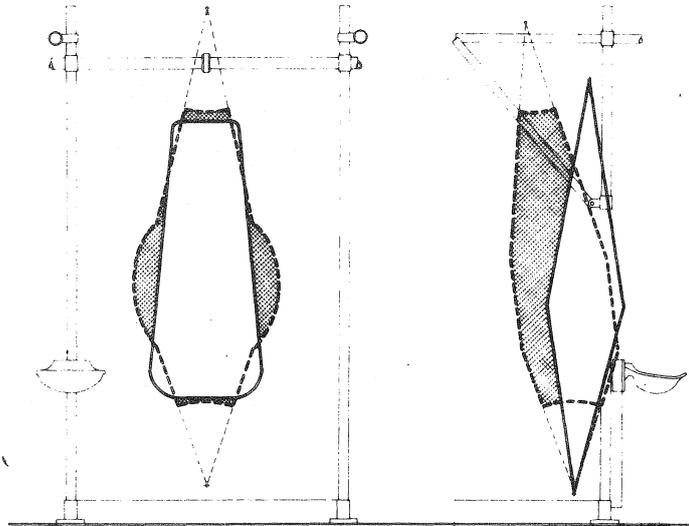
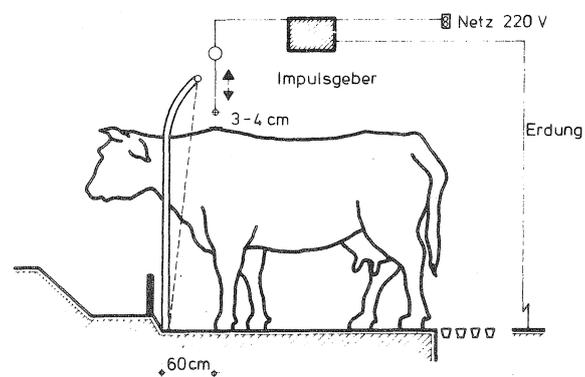


Abb. 7: Vergleich des Bewegungsspielraumes von Vertikalanbindung und Gelenkhalsrahmen.

elektrische Kenngrößen (VDE 1976):

Spitzenspannung >5000 V
Elektrizitätsmenge 2,5 mAs (max)
Impulsdauer 100 ms (max)
Impulspause 0,75 - 1,25 s



wichtig:

- Anlage sorgfältig installieren (Leitungsquerschnitte)
- sorgfältige und individuelle Anpassung jedes Kuhtrainerbügels
- Kuhtrainerbügel sauberhalten
- zum Melken hochziehen oder abschalten
- bei rindernden und hochträchtigen Tieren außer Funktion setzen

Abb. 8: Kuhtraineranlage.

Dies gelingt bisher am zuverlässigsten mit dem Kuhtrainer, dessen Prinzip das artspezifische Rückenkrümmen der Rinder beim Koten und Harnen nutzt und die Kühe, falls sie nicht von selbst zurücktreten, daran erinnert. Um schädigende Wirkungen auszuschalten, sind die in Abb. 8 angegebenen Hinweise zu berücksichtigen.

Standfläche

Ein wesentlicher Punkt tiergemäßer Anbindestände ist die Stand- bzw. Liegefläche. Sie muß zunächst ausreichend dimensioniert sein:

- . Bei Zweinutzungsrasen Standbreite 1,10 - 1,15 m, Standlänge 1,70 - 1,80 m. Für Tiere geringerer Größe können Abschläge von den Maximalmaßen von 5 - 8 % gemacht werden.

Besondere Anforderungen stellen die Kühe an die Ausführung der Stand- bzw. Liegefläche. Diese soll für das Abliegen, Liegen und Aufstehen weich, für das Stehen aber trittsicher sein. Als Ziel für die Untersuchungen ergab sich die Frage, ob darin gegensätzliche Anforderungen zu sehen seien und wie ggfl. ein Kompromiß aussehen müßte.

Betrachtet man einen der kritischen Zustände, z.B. das Karpalgelenk eines Vorderfußes beim Kontakt zwischen Tier und Boden (Abb. 9), etwas genauer, so ergibt sich folgendes Bild:

Das Karpalgelenk ähnelt einem kugelförmigen Körper, der mit zunehmender Kraft in den Boden eintaucht. Der vom Boden ausgehende Gegendruck sollte so gering wie möglich sein.

Die Kurve (Abb. 10) zeigt an, wie sich der Druck bei zunehmender Eindringtiefe vermindert. Die höchstmögliche Druckverteilung ist gegeben, wenn dieses Gelenk in den Boden so weit eintaucht, daß sich die Fläche kaum noch vergrößert. Etwas schematisiert ist dieser

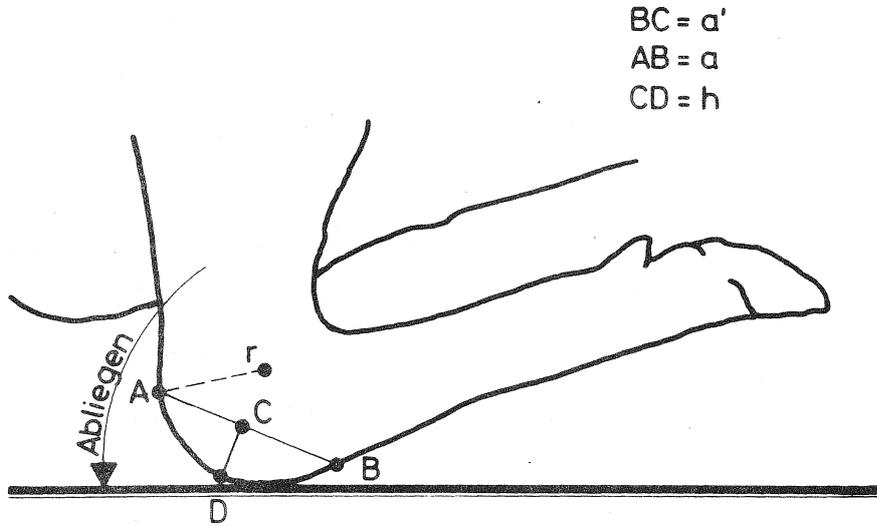


Abb. 9: Oberfläche eines Vorderfußkarpalgelenkes beim Bodenkontakt.

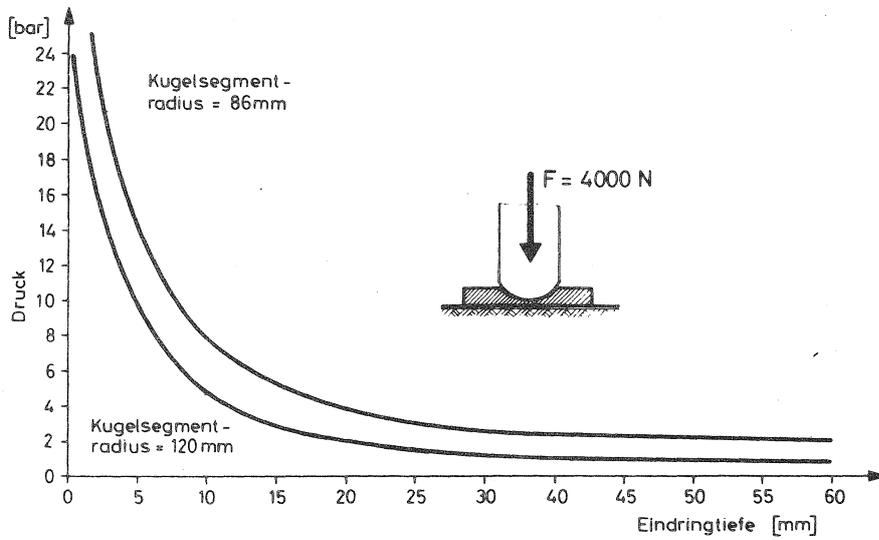


Abb. 10: Druckminderung an kalottenförmigen Körpern bei zunehmender Eindringtiefe.

Zustand ab einer Eintauchtiefe von ca. 15 - 20 mm erreicht. So wäre für Abliegen, Liegen und Aufstehen Komfort geschaffen. Wenn nun darüber hinaus, also bei weiterer Druckerhöhung der Boden stabil bleibt, ist auch das trittsichere Stehen gewährleistet.

Diese Anforderungen lassen sich vermutlich am ehesten im Mehrschichtenbelag verwirklichen. Ob so in der Summe der Eigenschaften eine brauchbare Lösung zu finden ist, läßt sich momentan nicht eindeutig klären. Zulässig erscheint uns, daß wir heutige Produkte an diesen Daten messen und sie danach beurteilen. Tatsächlich kommen Mehrschichtenbeläge derzeit diesen Optimalwerten am nächsten, während die Vollgummibeläge deutlich darunter liegen.

Das darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß weichere Oberflächen u.U. nicht das zu fordernde Standvermögen aufweisen, weswegen wir uns vorerst mit härteren Standbelägen aus ökonomischen Gründen begnügen müssen, von den Herstellern aber die Weiterentwicklung fordern, da der tierfreundlichere Boden keine exze sive Kostenerhöhung bringen muß.

Tränkeeinrichtungen

Mit steigender Milchleistung muß zwangsläufig den Trinkwasseransprüchen der Kühe besondere Aufmerksamkeit entgegengebracht werden. In grundlegenden Untersuchungen konnten wir hier die wesentlichen Lücken in den erforderlichen Daten schließen (Tab. 1):

1. Wassermenge

Ernährungsphysiologen geben den Bedarf mit ca. 4 l/kg aufgenommene Trockenmasse und Tag an, ein Wert, der sich in Versuchen wiederholt bestätigen ließ. Daraus errechnet sich ein Tagesbedarf bei 15 kg Trockensubstanz in der Futterration von 60 l. Bei Hochleistungskühen kann ohne weiteres ein Tagesbedarf von 100 l erreicht werden.

Tab. 1: Trinkwasserversorgung von Rindern

Versuchsergebnisse

Problem/Ziel	Ergebnis	Effekt
Wassermenge	60 (max. 100) l/Tag* ca. 10 l/Trinkvorgang	Wasserversorgung
Trinkdauer	30 sec.	
Trinkgeschwindigkeit	18 (max. 22) l/min	Rohrleitungsquerschnitt bzw. Wasservorrat
Wasserfläche	600 cm ²	
Wassertiefe	3 - 4 cm	Tränkeform
Kopfwinkel	ca. 60°	
Höhe des Wasserspiegels	0 - 80 cm	Anordnung der Tränke

* Literatur: abhängig von Aufnahme an Trockensubstanz,
hier: 15 kg/Tag

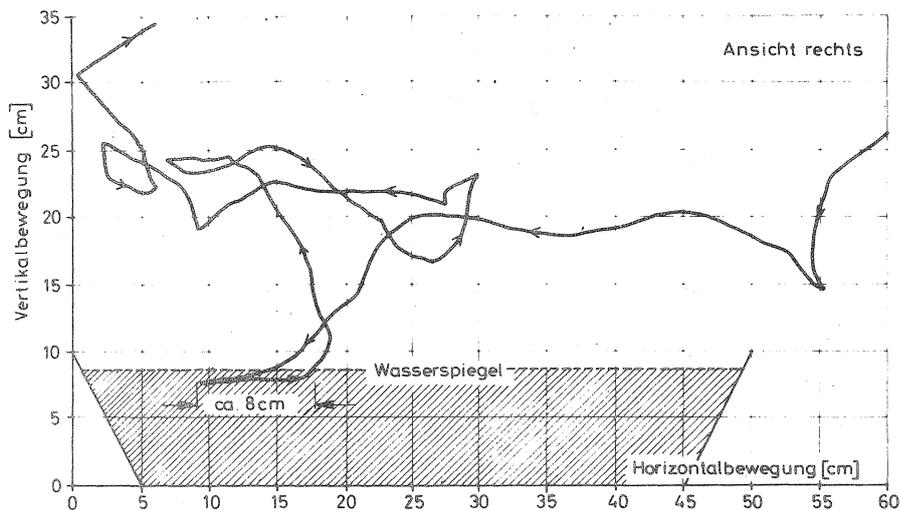


Abb. 11: Aufzeichnung des Bewegungsablaufes der Maulspitze einer Kuh bei der Wasseraufnahme am Versuchstrog.

2. Aufnahmegeschwindigkeit

Sie beträgt etwas mehr als 0,3 l/sec, also 18 - max. 22 l/min.

3. Tränkeform (nach Beobachtungen an offenen Wasserstellen und Trögen)

Wasserfläche ca. 600 cm², Wassertiefe 3 - 4 cm, Kopfwinkel ca. 60°.

4. Die Qualität - im Wahlversuch ermittelt -

Einwandfreies Wasser wird eindeutig bevorzugt.

Nach diesen Anforderungen sind die Einrichtungen zur Trinkwasserversorgung zu planen bzw. zu konstruieren. Dazu kommt, daß dem fixierten Tier im Anbindestand das Wasser auch gut zugänglich sein muß. Tränkebecken sollten:

1. Das breite Flotzmaul beim artgemäßen Eintauchen in die Flüssigkeit nicht behindern,
2. leicht aus der normalen seitlichen Kopfhaltung auszulösende Bedienungshebel aufweisen.

Neuere Konstruktionen sind sowohl in der Form, wie auch hinsichtlich Bedienungshebel und Ventil auf diese Anforderungen eingestellt. Bei der Anbringung über der Krippe liegt die Montagehöhe bei 80 cm über der Standfläche.

Ryholm-Stall

Die Angaben gelten weitgehend auch für kurzstandähnliche Ställe bzw. Stände wie z.B. Ryholm. Auch die Ryholm-Boxe läßt sich mit der angesprochenen Krippenform verbessern. Die genannten Standmaße können

übernommen werden, wobei allerdings auch der Einsatz des Kuhtrainers nötig wird. Die Kuhtraineranlage sollte hochziehbar sein. Die Anforderungen an den Bodenbelag sind ebenfalls die gleichen wie beim Kurzstand.

Die vor einigen Jahren durchgeführten Entwicklungsarbeiten an der Ryholm-Boxe führten u.a. zu folgenden Vorschlägen an den Hersteller:

1. Verkürzung des Trennrahmens, um eine höhere Tränkebeckenmontage zu ermöglichen (in der Zwischenzeit in Serie).
2. Verlegung des Bodenbefestigungsrohres und somit des Drehpunktes weiter nach vorne zur Krippe, um den Liegebereich zu erweitern.
3. Einbau einer elektrischen Schwenkvorrichtung mit Stillstandmotor. Diese gewährleistet nicht nur die leichte Bedienung per Knopfdruck, sondern verhindert Verletzungen der Kühe, da bei einem Widerstand der Schwenkvorgang unterbrochen wird und sich danach unmittelbar wieder fortsetzt.

Fangboxenstall

Im Gegensatz zur Entwicklung am Ryholmsystem konnten wir mit den ebenfalls vor Jahren begonnenen Arbeiten an Fangboxen zwar Detailverbesserungen schaffen, nicht aber prinzipbedingte Mängel abstellen. Das gilt in erster Linie für die Standabmessungen bzw. die Standlänge.

Die sicher für Kühe günstige Bewegungsfreiheit in der Standlängsachse bringt bei ausreichend langer Liegefläche von ca. 1,70 m eine katastrophale Standverschmutzung oder aber sie erfordert sehr kurze Stände von 1,35 - 1,50 m Länge und anschließendem Rost. Die hinlänglich bekannten Folgen der zu kurzen Stände: Aufliegeschäden, Euterentzündungen bei Kanalundichtigkeiten, Zitzenverletzungen. Der Einbau von Steuerungssystemen wie dem Kuhtrainer scheitert daran, daß die Kühe nach jeder Melkzeit die Stände wechseln, was die notwendige individuelle Einstellung unmöglich macht.

Obwohl also der Fangboxenstall die Verbindung der Vorteile der Einzel-tierhaltung mit arbeitswirtschaftlichen günstigen Melkstandmelken zuließe, sehen wir vorerst keine Möglichkeit einer Verwirklichung der tiergemäßen und arbeitssparenden Stand- bzw. Boxenform.

Freßboxenlaufstall

Trotz weitgehender Ähnlichkeit im Grundriß weicht der Freßboxenlaufstall im Detail doch vom Fangboxenstall ab. Das gilt besonders für die Boxe selbst, die nicht mehr auf das aufrecht stehende Tier eingerichtet werden muß (Abb. 12).

Was läßt sich aus den bisherigen Erkenntnissen übernehmen? Krippe und Liegebereich sind integriert. Die bereits beschriebene Krippenform mit flexibler Rückwand trägt auch hier zu tiergemäßen Bewegungsabläufen bei. Die Liegefläche kann auf das vollflächig liegende Tier eingerichtet werden, da beim aufrechten Stehen die Kühe mittels Nackenriegel zurückgedrängt werden, während das Futter mit gebeugtem Kopf voll zugänglich bleibt.

Als Lauffläche dient Spaltenboden. Er ist zunächst teurer als der planbefestigte Laufgang. Frisch gereinigt sieht die planbefestigte Fläche auch sauberer aus. Das Bild trügt jedoch, denn für die Klauen

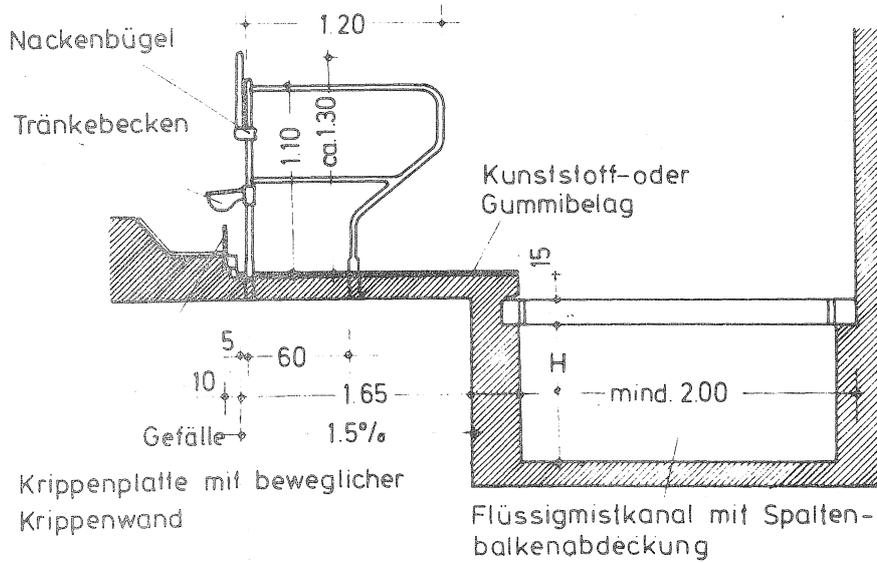


Abb. 12: Freßboxe mit Spaltenbodenlauffläche.

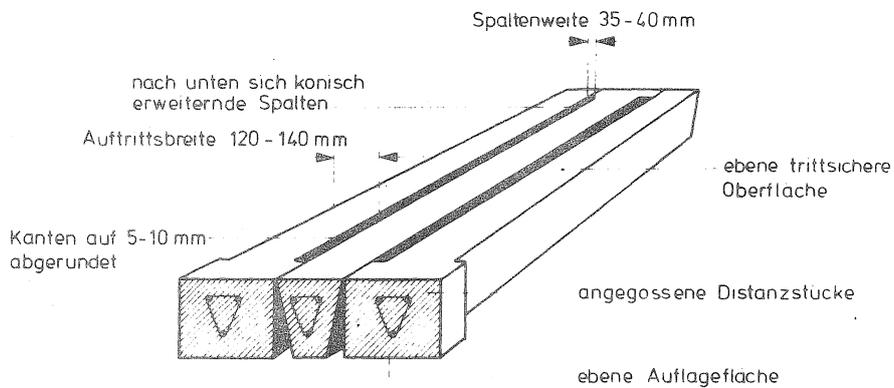


Abb. 13: Spaltenboden für Kühe.

kommt es darauf an, daß die Lauffläche trocken genug ist. Es hat sich gezeigt, daß Spaltenboden, obwohl grundsätzlich nie so sauber wie die frisch gereinigte Planbetonfläche, den Klauen einen trockeneren Boden bieten kann, da der Harn sofort abfließt. In Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, daß Kühe auf Spaltenboden weniger Klauenerkrankungen haben als solche auf planbefestigten Laufflächen.

Wenn hier von Spaltenboden die Rede ist, dann wird unterstellt, daß es sich um sorgfältig ausgeführtes Material handelt (Abb. 13):

Balkenauftrittsbreite 12 - 14 cm, Spaltenweite 3,5 - 4 cm,
Oberfläche griffig, Kanten abgeschragt.

Obwohl nicht so gravierend wie beim Fangboxenstall bleibt doch die Bemessung der Freßboxe für das liegende und fressende Tier ein gewisses Problem. Dies zwingt zu Kompromissen in Sauberkeit und Hygiene. Schwierigkeiten gibt es aber auch bei größer werdenden Beständen mit dem Umtrieb.

Liegeboxenlaufstall

Gewissermaßen zur Standard-Laufstallform hat sich in den letzten 15 Jahren der Liegeboxenlaufstall entwickelt. Mit Ausnahme des Melkens laufen alle anderen Vorgänge nicht in der für die Einzeltierhaltung typischen ausgeprägten Synchronisation ab. Das macht es möglich, die Zahl der Freßplätze bei bestimmten Futterrationen einzuschränken und vielleicht auch die Liegeplätze knapp zu halten. Krippe und Freßbereich sind an das stehende Tier anzupassen. Die Krippe basiert auf den selben Grundmaßen, nur daß sich eine flexible Rückwand erübrigt und das Niveau gegenüber der Lauffläche angehoben werden kann.

Zur Trinkwasseraufnahme eignen sich am besten Trogtränken, vorausgesetzt ausreichend in Zahl und Fassungsvermögen. Denn der Melkstand entläßt jeweils eine ganze Gruppe von Tieren in Trinkstimmung, welche durch den Milchentzug und die Kraftfutteraufnahme ausgelöst wurde.

Die hohen qualitativen Ansprüche erfordern eine regelmäßige Reinigung der Tröge, wobei der gesamte Wasservorrat abgelassen werden muß (Abb. 14).

Besondere Sorgfalt verlangt die Ausbildung der Boxe. Für das unbehinderte Ablaufen der Bewegungen und das bequeme Liegen wäre es am günstigsten, wenn keine seitlichen Trennrahmen erforderlich wären. Da dies nicht möglich ist, ist der Rahmen am besten, der die Tiere im Stehen ausrichtet, ja sogar zurückdrängt, aber im Liegen nicht behindert. Freitragende Konstruktionen verdienen hier besondere Erwähnung, sind aber wegen höherer Materialbeanspruchung auch teurer. (Abb. 15).

Zwar lassen sich so die Bedürfnisse des liegenden Tieres decken. Die Bewegungsabläufe beim Abliegen und Aufstehen machen aber zusätzliche Freiräume erforderlich. Im Zusammenhang mit der Kurzstandkrippe haben wir gesehen, daß der Kopfschwung fester Bestandteil dieser Bewegungsabläufe ist. Dem vorderen Boxenbereich gebührt daher besondere Aufmerksamkeit.

Handelt es sich um gegenständige Boxen, so sichert der Einbau eines Nasenriegels die gegenseitige Abgrenzung, aber auch unbehinderte Bewegungsabläufe. Schwieriger ist dies bei Wandboxen. Hier muß, da vorderer Ausweichraum fehlt (er wäre natürlich günstiger), ein seitlicher Freiraum in der Boxentrennwand geschaffen werden. (Abb. 16).

Die Anforderungen an den Boxenboden resultieren wiederum aus den Bewegungsabläufen Abliegen und Aufstehen sowie dem Liegen. Damit gelten die selben Grundsätze wie beim Anbindestall, mit der Ausnahme, daß für das Stehen keine besondere Vorsorge zu treffen ist. Bei den

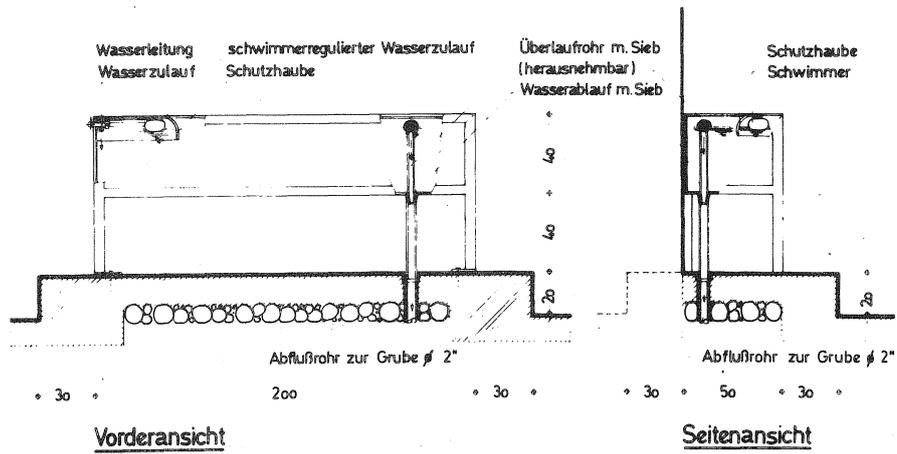


Abb. 14: Trogtränke für Kühe (nach ALB, 1977).

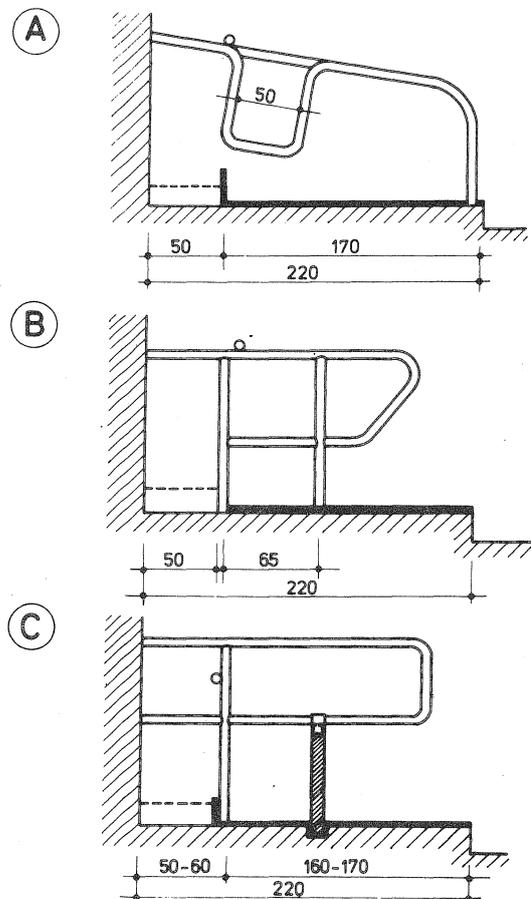


Abb. 15: Seitenabtrennungen von Liegeboxen.

Wandliegeboxe

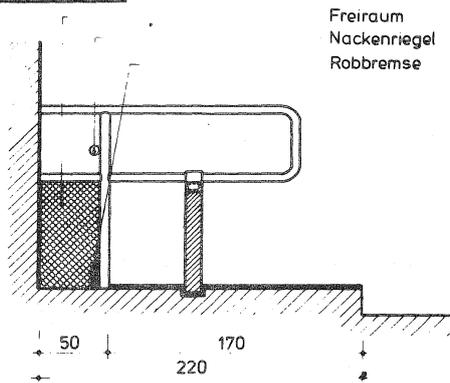
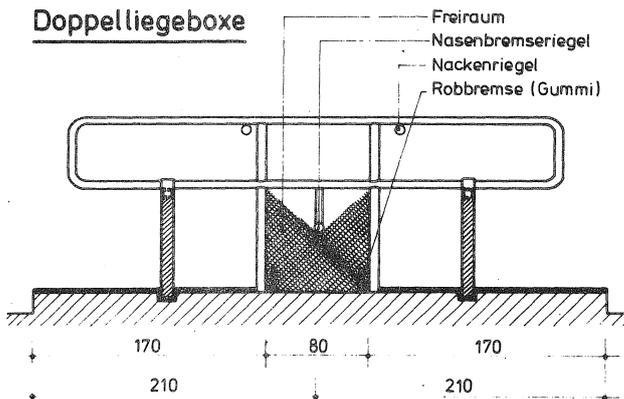


Abb. 16: Freiräume für den Kopfschwung abliegender und aufstehender Kühe in Liegeboxen.

Doppelliegeboxe



Wandliegeboxe mit wärmedämmter Liegefläche

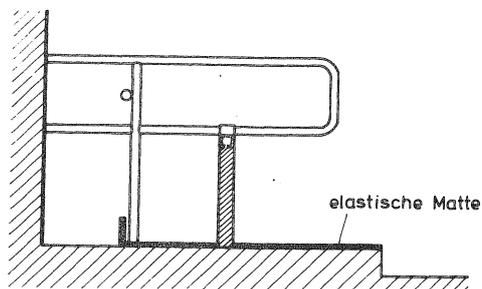
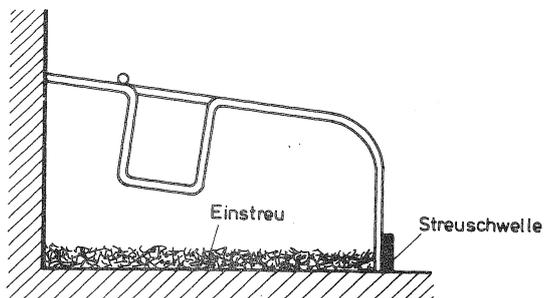


Abb. 17: Bodenbeläge für Liegeboxen.

Wandliegeboxe mit Einstreu



Bodenbelägen für Liegeboxen unterscheidet man zwischen Ausführungen mit Matten (Hochboxe) und solchen mit Liegemulde (Abb. 17). Die Liegemulde besteht aus Einstreu. Sie schafft bei sorgfältiger Pflege guten Liegekomfort. Ungepflegte Liegemulden, vor allem mit unebenen Boden, erschweren den Kühen die Bewegungsabläufe und führen zu Verhaltensdeformationen.

Liegeboxenlaufställe werfen außerdem eine Reihe besonderer Probleme durch die Konfrontation mit der Tiergruppe auf. Die leistungsgerechte Fütterung erfordert eine visuelle oder technische Identifizierung der Kühe. Bei den vornehmlich in unseren Liegeboxenlaufställen anzutreffenden Herdengrößen von 40 - 80 Kühen wäre für das Füttern und Melken zwar die Bildung von Tiergruppen wünschenswert. Andererseits erschwert diese den gesamten Arbeitsablauf. Es erscheint daher sinnvoll, zumindest bei kleineren Laufställen für alle Kühe Einzelfreßplätze einzurichten und diese mit einem absperrbaren Freßgitter zu versehen. Damit lassen sich unnötige Futterkämpfe ausschalten und es ist gleichzeitig die Voraussetzung geschaffen, daß Reihenbehandlungen, andere tiermedizinische Maßnahmen und auch die Besamung zügig abgewickelt werden können.

Abschließend bleibt festzustellen, daß die tiergemäße Haltung im Anbindestall wie in Laufstallhaltung möglich ist. Natürlich bedarf es zunächst der Klärung des ökonomischen Standpunktes und hier in der Milchviehhaltung der Frage der Herdengröße. Ist dieser Schritt jedoch erst einmal getan, dann entscheidet die tiergemäße Ausstattung des Stalles mit über das Ausnutzen des tierischen Leistungspotentials. Sorgfältige Planung, solide Ausführung und aufmerksamer Umgang mit den Kühen und der technischen Umwelt entscheiden dann über den wirtschaftlichen Erfolg.

Literatur

- 1) SCHÖNHOLZER, L.: Beobachtungen über das Trinkverhalten bei Zootieren
Diss. Zürich 1958
- 2) THOMAS, T.P.: Drinking water requirements of British Frisian dairy cows based on cow behaviour and time studies XVII. Congress of international comitee of work study and labour management in agriculture (C. I. O. S. T. A.)
Pesaro 1974
- 3) KÄMMER, P.;
SCHNITZER, U.: Die Stallbeurteilung am Beispiel des Ausruheverhaltens von Milchkühen
KTBL Darmstadt 1975
- 4) SCHNITZER, U.: Abliegen, Liegestellungen und Aufstehen beim Rind
KTBL Bauschrift 10 Frankfurt 1971
- 5) LASSON, E.: Untersuchungen über die Anforderungen von Rindern an die Wärme- und Härteeigenschaften von Stand- und Liegeflächen
Diss. München-Weihenstephan 1976
- 6) METZNER, R.: Kennwerte für tiergemäße Versorgungseinrichtungen des Kurzstandes für Fleckviehkühe
Diss. München-Weihenstephan 1976

Wärmedämmung von Stallgebäuden

Dipl.Phys. Dr. G. Englert

Wärmedämmung als Stallklimafaktor

Die Wärmedämmung ist, auch im Bereich der Landwirtschaft, mehr denn je ein aktuelles Problem. Fragen wie: Welchen Dämmstoff soll ich für meinen Stall nehmen? oder: Wie dick muss die Dämmschicht sein? werden daher immer wieder von den Landwirten, an uns herangetragen. Leider können wir darauf keine allgemeingültigen Antworten geben.

So läßt sich die Frage nach der Dämmschichtdicke nur dann zuverlässig beantworten, wenn die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten bekannt sind. Dies wird aus Folgendem ersichtlich:

Die Wärmedämmung eines Stalles kann nicht für sich allein betrachtet werden, sie ist ein wichtiger Einflußfaktor des Stallklimas und damit auch der Leistungsfähigkeit in der tierischen Produktion. Die klimatischen Verhältnisse in einem Stall müssen ja auf die jeweilige Tierart und Produktionsform abgestellt sein, um hohe Leistungen zu erzielen. Es sind daher von der Tierhaltung vorgegeben:

Optimalbereiche der Stalltemperatur und des Feuchtigkeitsgehaltes der Stall-Luft und

Maximalkonzentrationen für die aggressiven Bestandteile der Stall-Luft

Die DIN-Norm 18 910 enthält dementsprechend für die einzelnen Produktionsverfahren Wertebereiche und Rechenwerte für Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt. Der maximal zulässige Kohlendioxidgehalt beträgt 3.5 l/m^3 . Die Temperaturbereiche und die daraus abgeleiteten Rechenwerte zeigt Abbildung 1. Die Temperaturwerte bewegen sich im allgemeinen im Bereich zwischen 10 und 20° . Bei Milchvieh liegt die untere

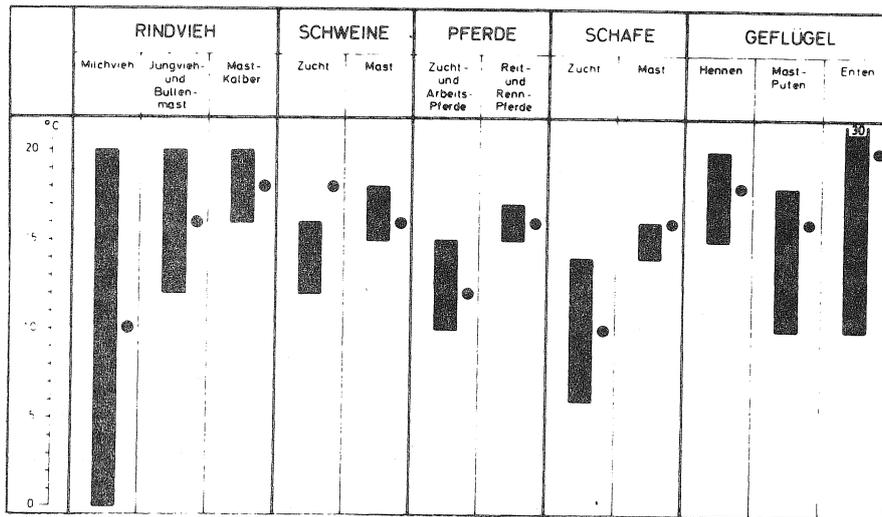


Abb. 1: Optimale Stalltemperaturbereiche und Rechenwerte der Temperatur im Winter (●) ; nach DIN 18910

Grenze bei 0°C , bei Enten sind 30°C die obere Grenze. Der über dem Temperaturbereich liegende Rechenwert für Zuchtschweine-Ställe berücksichtigt die erhöhten Temperaturanforderungen der Ferkel.

Aber auch von den Maximalwerten des Feuchtigkeits- und des Schadstoffgehaltes der Stall-Luft her ergeben sich Anforderungen an die Wärmedämmung der Stallhülle.

Ein Austausch der Stall-Luft mit der Außenluft ist zur Erreichung dieser Werte notwendig. Dabei findet gleichzeitig ein Wärmeaustausch statt. Die erforderliche Lüftung des Stalles beeinflusst also ebenso die Wärmebilanz des Stalles und damit auch die Dimensionierung der Wärmedämmung.

Die Wärmebilanz eines Stalles läßt sich in einer Gleichung zusammenfassen. Die Bilanz ist im Winter gedeckt, das heißt es ist keine Zusatzheizung erforderlich, wenn auch bei ungünstigen Außentemperaturen gilt:

$$Q_B \leq Q_{Ti} - Q_L$$

Q_B = über die Stallhülle }
 Q_L = über der Lüftung } abfließende Wärmeleistung

Q_{Ti} = von den Tieren erzeugte Wärmeleistung

Die von den Tieren erzeugte und die über die Lüftung abfließende Wärmeleistung sind aber vorgegebene Größen. Die Wärmebilanz kann daher gegebenenfalls nur damit gedeckt werden, daß man die Dämmung der Stallhülle verbessert oder aber mit einer Zusatzheizung arbeitet.

Die über die einzelnen Elemente der Stallhülle, also über Dach bzw. Decke, Wand, Fenster und Tore bzw. Türen abfließende Wärmeleistung errechnet sich dabei nach der Formel

$$Q_B = \Delta T \sum F_i \cdot k_i$$

mit T = Temperaturdifferenz zwischen Innen und Außen

F_i = Fläche des Elementes i

k_i = k-Wert des Elementes i = pro Zeiteinheit durch 1 m^2 Fläche fließende Wärmemenge bei einem Temperaturunterschied von 1° zwischen den angrenzenden Luftschichten

Der K-Wert berechnet sich aus den eigentlichen Baustoff-Kenngrößen, den Wärmeleitfähigkeiten und den Wärmeübergangswiderständen an den beiden Außenflächen.

Bei erhöhten Außentemperaturen im Sommer kommt es im wesentlichen darauf an, den Durchgang der Strahlungswärme der Sonne zu verhindern, was bei reflektierenden Dachflächen (z.B. Aluminium) weniger problematisch ist, meist aber ebenfalls eine Wärmedämmung im Dachbereich erfordert. Ein erhöhter Luftumsatz und Wärmespeicherelemente, wie z.B. Massivwände, bieten sich als weitere Steuerungsmöglichkeiten an.

Wie eine winterliche Wärmebilanz in Zahlen aussieht, soll das Beispiel eines Bullenmaststalles in Abbildung 2 zeigen.

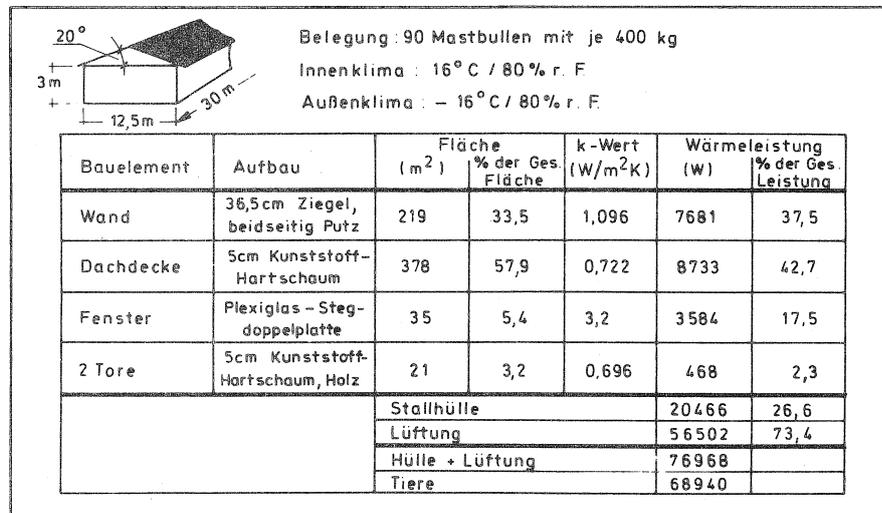


Abb. 2: Wärmebilanz eines Bullenmaststalles

Der Stall habe die Außenabmessungen 30 x 12.5 x 3 m sowie 20° Dachneigung und sei mit 90 Bullen von je 400 kg, also mit 72 GEV, belegt. Folgende Klimadaten wurden der Berechnung zugrundegelegt.

Innen 16°C/80 % r.F.

Außen -16°C/80 % r.F.

Die von den Tieren erzeugte Wärmeleistung beträgt 68 940 W, der Mindestluftumsatz nach dem Kohlendioxidhaushalt hat einen Wärmeleistungsverlust von 56 502 W zur Folge. Für den gewählten Aufbau der Stallhülle

Wand: 36,5 cm Ziegel, beidseitig Putz

Dachdecke: 5 cm Kunststoff-Hartschaum

Fenster: Plexiglas-Stegdoppelplatte

Tore: 5 cm Kunststoff-Hartschaum mit beidseitiger
24 mm Holzverschalung

errechnet sich ein Wärmeleistungsdurchgang von 20 466 W. Die über

Stallhülle und Lüftung abfließende Wärmeleistung von 76 968 W ist also größer als die von den Tieren erzeugte Leistung, die Wärmebilanz des Stalles ist nicht gedeckt. Es ist nun letztlich eine Optimierungsaufgabe, ob man zur Deckung der Bilanz die Wärmedämmung verbessert oder aber mit einer Zusatzheizung die kalten Tage überbrückt. Im Falle der Bullenmast kann zudem auch ein Absinken der Raumtemperatur toleriert werden. An dem Beispiel zeigt sich dann auch, daß bei Dämm-Maßnahmen der Dachdeckenbereich aufgrund seines Flächenanteils, im Beispiel: 57,9 %, an erster Stelle stehen muß. Hierfür bieten sich die reinen Dämmstoffe an, also Baustoffe mit einer Wärmeleitfähigkeit unter 0,05 W/mK, wie der Kunststoff-Hartschaum im Berechnungsbeispiel. Über diese Wärmedämmstoffe soll im Folgenden ausschließlich berichtet werden.

Der Flächenanteil der Wand, im Beispiel: 33,5 %, zeigt andererseits, daß man auch im Wandbereich Baustoffe einsetzen sollte, die nicht nur eine tragende Funktion haben, sondern auch zur Wärmedämmung beitragen. Ziegel, Holzbeton-Mantelsteine und Vollholz, um nur einige Beispiele zu nennen, sind daher nach wie vor als Wandbaustoffe beliebt.

Andererseits erscheinen, angesichts des hohen Anteils von 73,4 % der über die Lüftung abfließenden Wärmeleistung am Gesamtleistungsverlust, Bemühungen, die Wärmedämmung der Stallhülle wesentlich zu verbessern als ein Versuch am falschen Objekt. Es sollte vielmehr überdacht werden, ob nicht eine teilweise Rückgewinnung der Lüftungswärme das Problem zu lösen vermag.

Es ist an dieser Stelle angebracht, auch einmal darauf hinzuweisen, daß trotz an sich ausreichender Wärmedämmung die Wärmebilanz nicht mehr ausgeglichen ist, wenn die bei der Berechnung angenommene Belegung des Stalles entsprechend unterschritten wird. Kondensationserscheinungen sind dann unvermeidbar.

Kondensationserscheinungen sind auch festzustellen, und werden sehr häufig fälschlicherweise dem Dämmstoff angelastet, wenn die Lüftung unterdimensioniert oder gar unterbrochen ist. Es steigt dann der Feuchtigkeitsgehalt der Stall-Luft und damit auch die Taupunkttemperatur, also die Temperatur, bei der Wasserdampf zu Wasser kondensiert. Wie Abbildung 3 zeigt, wird die Differenz zwischen Stalltemperatur T und Taupunkttemperatur T_s mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt immer kleiner. Entsprechend müßte die Mindest-Dämmschichtdicke ansteigen, um Oberflächenkondensation zu vermeiden.

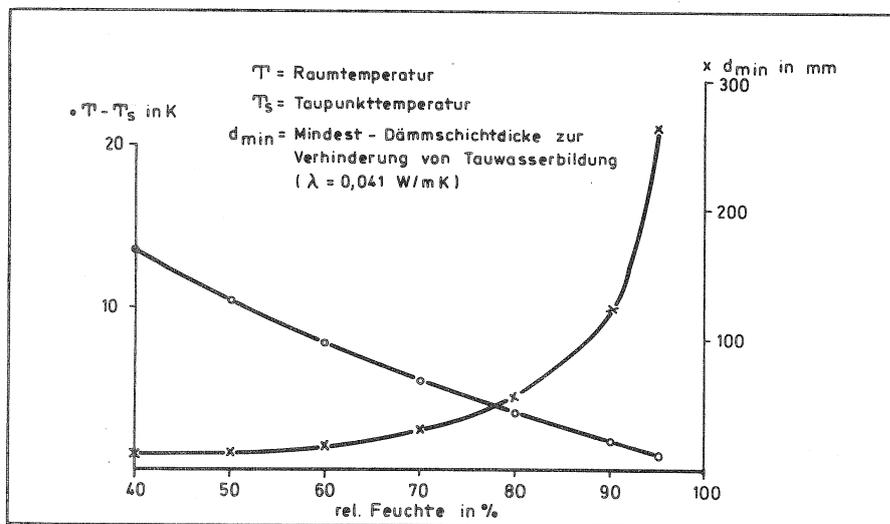


Abb. 3: Veränderung des Taupunktes mit der Luftfeuchtigkeit

Grundlegende Konstruktionsregeln

Bevor nun näher darauf eingegangen wird, mit welchen Wärmedämmstoffen sich landwirtschaftliche Dämmprobleme lösen lassen, empfiehlt es sich, zwei grundlegende Regeln für die Ausführung von wärmedämmenden Baukonstruktionen voranzustellen. Es sind dies bauphysikalisch begründete Regeln.

1. Regel: In der hohen Luftfeuchtigkeit von Ställen brauchen wärmedämmende Baukonstruktionen immer eine Dampfbremse und Hinterlüftung.

Die wärmedämmenden Eigenschaften der Dämmstoffe erklären sich daraus, daß Luft oder ein anderes Gas niedriger Wärmeleitfähigkeit, verteilt in feinen Poren, den Großteil des Dämmstoffvolumens (bis zu 98 %) ausfüllt. Luft hat eine Wärmeleitfähigkeit von 0.02 W/mK. Würde nun dieser Luftraum zunehmend mit Wasserdampf oder Wasser gefüllt, nimmt auch die Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes zu, da Wasser die 25 mal größere Wärmeleitfähigkeit von 0.5 W/mK hat. Die Abbildung 4 zeigt, für Mineralfasern sowie für das expandierte und extrudierte Polystyrol, daß diese Zunahme der Wärmeleitfähigkeit mit steigendem Feuchtigkeitsgehalt entsprechend der unterschiedlichen Baustoffstruktur bei den verschiedenen Baustoffen unterschiedlich ist. Es zeigt sich auch

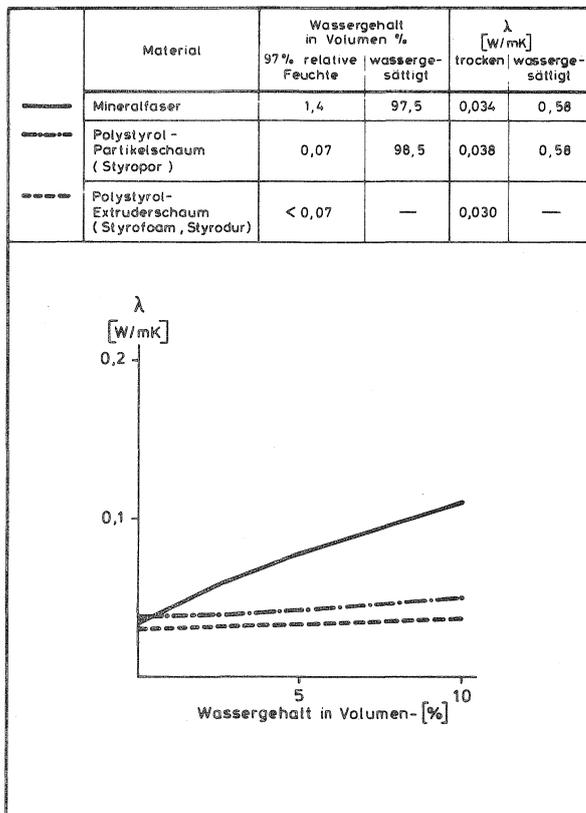


Abb. 4: Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit vom Wassergehalt

Andere Baustoffe, wie Polyurethan-Hartschaum, werden mit einer werkseitig angebrachten Dampfsperre in Form einer aufkaschierten Aluminium-

hieraus, daß vor allem das extrudierte Polystyrol sehr feuchtigkeitsunempfindlich ist.

Es ist also gerade in Ställen Vorsorge zu treffen, daß der Wassergehalt der Dämmstoffe möglichst klein bleibt. Dies gelingt einmal über Dampfbremsen bzw. Dampfsperren, die den Zutritt von Wasserdampf verringern bzw. verhindern. Dazu müssen sie zur Stallseite hin angebracht werden, da vom Stall her Feuchtigkeit anfällt.

Beim extrudierten Polystyrol ist eine Dampfbremse in Form einer Verdichtungsschicht an der Oberfläche schon eingebaut.

folie angeliefert. Ist diese nicht vorhanden, muß eine Dampfbremse, z.B. eine 0.2 mm Polyäthylenfolie, dem Dämmstoff beim Einbau vorgesetzt werden.

Aber selbst eine Baukonstruktion aus Baustoffen mit Dampfsperre hat Stoßfugen, über die geringe Wasserdampfmengen hindurchtreten. Eine Hinterlüftung ist daher gerade im Stallbau unerläßlich, d.h. der Raum zwischen Dämmschicht und der Außenverkleidung darf nicht hermetisch abgeschlossen sein, er muß mit der Außenluft in Verbindung stehen. Der eingedrungene Wasserdampf kann sonst nicht abgeführt werden. Es kommt zu einer Durchfeuchtung der Baukonstruktion und gar, infolge des Eisdruckes, zu Beschädigungen.

Wie gut die Hinterlüftung sein muß, richtet sich nach der Dampfdurchlässigkeit der vorgesetzten Bauteile. Bei Dämmplatten mit guter dampfbremsender Kaschierung genügt es sicherlich, wenn die Außenverkleidung luftdurchlässig ist. Sonst aber ist eine echte Hinterlüftung vorzusehen, ein von unten nach oben durchgängiger, mit der Außenluft in Verbindung stehender Zwischenraum zwischen Dämmschicht und Außenverkleidung.

2. Regel: Die Dämmschicht gehört an die Außenseite der Baukonstruktion

Die Dämmstoffe behindern zwar den Durchgang von Wärme gleichermaßen, ob sie nun an der Innen- oder Außenseite der Konstruktion eingebaut sind. Dennoch ist die Einbaustelle von großer Bedeutung. Dies zeigt die Abbildung 5. Aufgetragen ist die Temperatur in einer Mauer, von außen nach innen, und zwar die Mauertemperatur und die Sättigungstemperatur des in der Mauer enthaltenen Wasserdampfes. Dieser kondensiert zu Wasser, wenn die Mauertemperatur unter die Sättigungstemperatur abfällt.

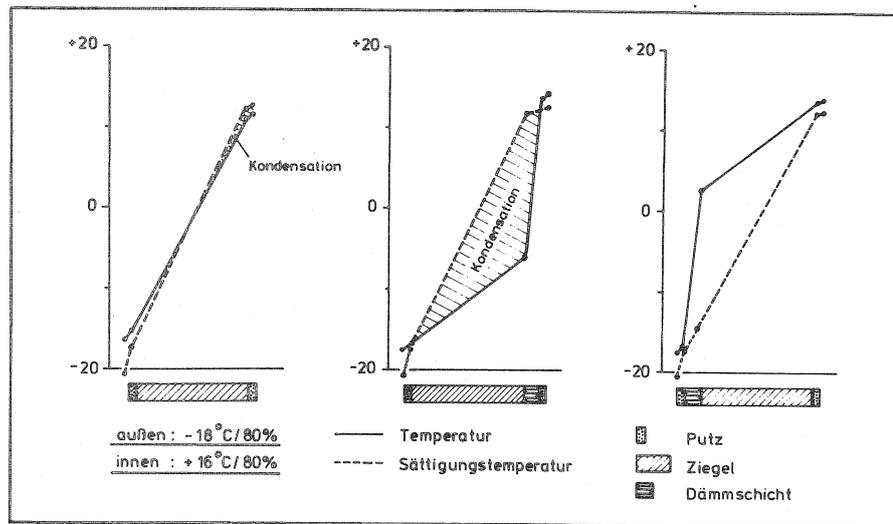


Abb. 5: Vergleich des Temperatur- und Sättigungstemperaturverlaufes in Wänden mit verschiedenem Aufbau

Ohne Dämmung führen die angegebenen Klimabedingungen im Innenbereich der Ziegelmauer zu einer Kondensation. Wird nun eine Dämmschicht an der Innenseite angebracht, so hat diese eine Temperaturerniedrigung in der Mauer und damit Kondensation im gesamten Ziegelquerschnitt zur Folge. Die gleiche Dämmschicht an der richtigen Stelle, nämlich an der Außenseite, verhindert den Wasserdampf-Niederschlag. Es sei noch erwähnt, daß die notwendige Hinterlüftung in diesem vereinfachten Beispiel außer Acht gelassen wurde.

Oft zwingen nun die örtlichen Verhältnisse dazu, den Dämmstoff innen anzubringen. Bei den wärmedämmenden Dachdecken- oder Deckenverkleidungen ist ebenfalls die Isolierung an der bauphysikalisch falschen Stelle. Dies geht nur, wenn zur Stallseite hin eine ausreichende Dampfbremse vorgesetzt ist. Der Wasserdampfdruck muß dadurch im Dämmstoff so weit herabgesetzt werden, daß er unter dem Sättigungsdruck liegt und so eine Kondensation nicht möglich ist.

Handelsübliche Wärmedämmstoffe

Doch allein die Beachtung dieser Regeln und die zuverlässige Angabe einer vernünftigen Dämmstoffdicke lösen noch nicht das Problem "Wärmedämmung im Stallbau." Es gibt eine ganze Reihe von Dämmstoffen auf dem landwirtschaftlichen Baumarkt und es gilt, für den jeweils vorliegenden Einsatzfall einen geeigneten Baustoff auszuwählen.

Das gesamte Spektrum handelsüblicher Dämmstoffe läßt sich dazu aus verschiedener Sicht gruppieren. Eine Einteilung nach der Lieferform erlaubt es gleichzeitig, auch nach der Zahl der für die Verarbeitung notwendigen Arbeitsgänge zu unterscheiden.

Mit Dämmstoffen in Plattenform kann in einem Arbeitsgang eine dämmende Innenverkleidung angebracht werden. Die Plattengrößen und neu entwickelte Befestigungsarten erlauben zudem hohe Verlegeleistungen.

Die wichtigsten plattenförmigen Kunststoff-Hartschäume sind:

- das extrudierte Polystyrol, das in zwei Varianten auf dem Markt ist. (Die grüne Platte der BASF und die blaue der Dow-Chemical unterscheiden sich nur in der Farbe).
- das in Holzwolle-Leichtbauplatten verpackte und mit einer weißen PVC-Dampfbremse geschützte expandierte Polystyrol in Form der ISOTEX-WD-Platte.
- das beidseitig mit Aluminiumfolie kaschierte Polyurethan, ein Produkt z.B. der Firmen Heraklith und Petrocarbena.

Das expandierte Polystyrol, besser bekannt unter dem Handelsnamen Styropor, hat auch ohne Verpackung seinen Markt, z.B. als Außendämmung hinter einer hinterlüfteten Außenfassade. Als Innenverkleidung ohne zusätzliche Schutzschicht ist es nicht geeignet.

Die Isover-Mineralfasermatten der Fa. Grünzweig und Hartmann sind als Dämmstoff in Mattenform vor allem dann geeignet, wenn sowieso eine stabilere Verkleidung erforderlich ist oder wenn die Konstruktion

einen "anpassungsfähigeren" Dämmstoff erfordert. Eine Verkleidung ist aber auf alle Fälle notwendig, und damit zwei Arbeitsgänge. Werden Matten ohne Aluminiumkaschierung, also ohne Dampfbremse, gewählt, muß diese in einem 3. Arbeitsgang befestigt werden.

Superlite und Hyperlite, Produkte der Deutschen Perlite, sind ein auch in der Landwirtschaft verbreitetes Beispiel für einen schüttfähigen Dämmstoff. Ein dämmendes Verkleidungselement mit diesen Baustoffen erfordert 3 Arbeitsgänge, für Verkleidung, Dampfbremse und Dämmschicht.

Bewährte Lösungen für Wärmedämmprobleme beim Stallbau

Mit den vorgestellten Dämmstoffen lassen sich die Dämmprobleme beim Bau landwirtschaftlicher Betriebsgebäude in den Griff bekommen. Es gilt für den jeweiligen Einsatzfall den geeigneten Dämmstoff auszuwählen.

Hier einige Empfehlungen:

Dämmproblem 1: nachträgliche Isolierung von Massivwänden, z.B. einer Ziegelmauer

Bauphysikalisch richtig ist die Isolierung auf der Stallaußenseite, mit folgenden Wandaufbaumöglichkeiten, von Innen nach Außen:

- . Massivwand, Mineralfaser- oder Styroporplatten, Hinterlüftung, Außenverkleidung
- . Massivwand, Hyperlite-Schüttung, Vorsatzmauer

Nicht immer ist die bauphysikalisch richtige Lösung in der Praxis zu realisieren, eine Innenisolierung erfordert dann eine sehr gute Dampfsperre, soll die Dämmschicht nicht durchnäßt werden.

Dämmproblem 2: nachträgliche Isolierung von Massivdecken

Auch in diesem Fall gehört die Isolierschicht nach Außen, also auf die Decke. Superlite und Mineralfasermatten bieten sich an, wenn der Dachraum nicht genutzt wird. Eine Dampfbremse ist hier nicht notwendig, die Wand übernimmt diese Aufgabe. Bei dem nur leicht mit Kunstharz gebundenen Mineralfasermatten sollte die Dämmschicht großzügig dimensioniert werden, da sich in der Praxis immer wieder eine Absetzung beobachten läßt. Besser, aber auch teurer, sind Mineralfaser-Platten.

Wird der Dachboden benutzt, muß entweder ein doppelter Boden einge-
zogen werden oder aber die Isolierschicht kommt unter einen armierten
Estrich.

Bei einer Innenisolierung gilt das im Fall der Massivwand Gesagte.

Dämmproblem 3: Isolierung von Holzbalkendecken

Es bieten sich als Dämmstoffe an:

ohne zusätzliche Verkleidung: Alu-kaschierte Polyurethan
extrudiertes Polystyrol
ISOTEX-WD

mit Dampfbremse und mit zu- Mineralfasermatten
sätzlicher Verkleidung: Superlite

Dämmproblem 4: Isolierung von Leichtbauwänden und Dachdecken

Bis auf Superlite eignen sich alle im Fall 3 genannten Dämmstoffe.
In Wandbereichen, die den Tieren zugänglich sind, ist eine zu-
sätzliche Verkleidung immer notwendig, die Lösung mit Mineral-
fasermatten daher am kostengünstigsten.

Kostenvergleich

Dies zeigt auch Abbildung 6, ein Vergleich der Materialkosten für eine dämmende Innenverkleidung mit einem Dämmwiderstand von $1,22 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Es ist dies der Widerstand eines 5 cm dicken Dämmstoffes mit der Wärmeleitfähigkeit von $0,041 \text{ W/mK}$. Den günstigen Materialkosten von Mineralfasern und Superlite stehen 3 Arbeitsgänge gegenüber, die teureren plattenförmigen Dämmstoffe, erlauben dagegen in einem Arbeitsgang eine wärmedämmende Innenverkleidung.

Dämmstoffe	Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit (in W/mK)	erforderliche Dämmstoffdicke für einen Wärmedurchlaufwiderstand von $1,22 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ (in cm)	ungefähre Materialkosten für eine dämmende Verkleidung mit $1,22 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ (in DM/m ²)	Arbeitsgänge
Alu-kaschiertes Polyurethan (Eurothane U/AL)	0,029	3,5	20,50	1
expandiertes Polystyrol (Isotex - WD - Platten)	0,041	5,0	21,50	1
extrudiertes Polystyrol (Styrodur, Styrofoam)	0,041	5,0	17,30	1
Mineralfasern	0,041	5,0	14,10 ¹	3
Superlite - Staubex	0,046	5,6	13,05 ¹	3

¹ inclusive Dampfsperre aus 0,2 mm PE: 1,00 DM/m², Holzverkleidung 7,00 DM/m²

Abb. 6: Vergleich handelsüblicher Dämmstoffe

Neue Stromtarife und steigende elektrische Leistungsansprüche

Prof. Dr. H.L. Wenner

Wirtschaftliches Wachstum der Industriestaaten basiert in erster Linie auf steigendem Energieeinsatz; denn zwischen Brutto-Inlandsprodukt und Primär-Energieverbrauch besteht eine enge Korrelation. So weisen alle Bereiche der westdeutschen Volkswirtschaft seit 25 Jahren eine steile Zunahme der Fremdenenergieverwendung auf, in besonderem Ausmaß bei der Elektroenergie. Auch in der westdeutschen Landwirtschaft vollzog sich diese Entwicklung (Abb. 1). Wurden 1950 nur etwa 0,75 Mrd. kWh von der Landwirtschaft verbraucht, so waren es im Jahr 1976 bereits 6,5 Mrd. kWh. Gegenüber dem Gesamtstromverbrauch der Bundesrepublik im Jahr 1976 mit 296 Mrd. benötigte die heimische Landwirtschaft nur 2,2 %, also einen nur sehr bescheidenen Anteil. In diesen Verbrauchszahlen der Landwirtschaft sind aber auch noch deren Haushalte eingeschlossen, da der Stromverbrauch von Haushalt und Betrieb in der Landwirtschaft gemeinsam erfaßt wird. Um zu Annäherungswerten für die eigentliche landwirtschaftliche Produktion zu gelangen, muß folglich der nicht unerhebliche Stromverbrauch für die landwirtschaftlichen Haushalte abgerechnet werden. Dazu ist die Unterstellung notwendig, daß im Mittel ein landwirtschaftlicher Haushalt gleich viel Strom verbraucht wie ein städtischer Haushalt, über den gesicherte Daten vorliegen. Auf dieser Berechnungsbasis ergeben sich dann für das Jahr 1976 etwa 4 Mrd. kWh, die für die westdeutsche Agrarproduktion benötigt werden - also nur etwa 1,35 % des Gesamtstromverbrauches der BR Deutschland.

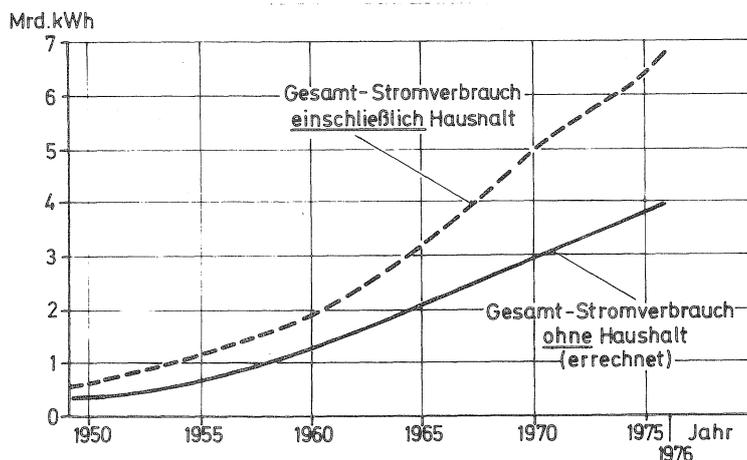


Abb. 1:

Jahres-Stromverbrauch
der westdeutschen
Landwirtschaft

Ebenso zeigen die Durchschnittswerte des Stromverbrauches aller landwirtschaftlichen Betriebe Westdeutschlands seit 1950 eine stark ansteigende Tendenz (Abb. 2). Während 1950 je Betrieb einschließlich Haushalt im Durchschnitt 630 kWh verbraucht wurden, lag dieser Wert 1976 schon etwas über 8.000 kWh (in Schleswig-Holstein bei 12.650 kWh, in Bayern bei 6.300 kWh), insgesamt also eine enorme Steigerungsrate. Eine etwas geringere Zunahme von etwa 410 kWh auf 4.620 kWh ergibt sich im gleichen Zeitraum für den errechneten Stromverbrauch der Betriebe ohne Haushaltungen, also für die landwirtschaftliche Produktion. Infolge des bisherigen Verlaufes ist abzu- sehen, daß auch in den kommenden Jahren mit erheblicher weiterer Steigerung des Einsatzes von Elektroenergie in der Landwirtschaft zu rechnen ist, um auch in der Veredelungsproduktion hochtechnisierte Verfahren anzuwenden, während bei der Energiebasis für die Feldwirt- schaft - dem Treibstoff für die Schlepper - seit etwa 1970 nur noch geringe Zunahmeraten zu verzeichnen sind.

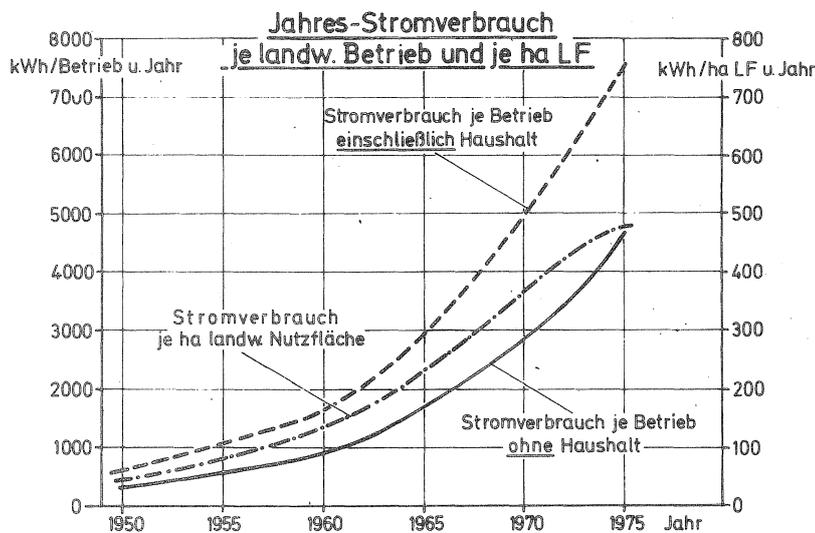


Abb. 2

Die jährlichen Ausgaben der westdeutschen Landwirtschaft für elektrischen Strom stiegen ebenfalls beträchtlich an (Abb. 3). Im Jahr 1976 hatte die westdeutsche Landwirtschaft einschließlich ihrer Haushaltungen einen Betrag von rund 1,15 Mrd. DM aufzuwenden, davon für die reine land-

wirtschaftliche Produktion etwa 700 Mio. DM. Dieser Betrag macht im Verhältnis zu den Gesamtausgaben Westdeutschlands für elektrischen Strom in Höhe von 33,5 Mrd. DM nur etwa 2,1 % aus. Auch innerhalb der Landwirtschaft spielen die Unkosten für den elektrischen Strom mit nur etwa 2,2 % der Gesamtaufwendungen für Produktionsmittel eine untergeordnete Rolle. Der Elektrizitätseinsatz im Agrarsektor darf also in keiner Weise überbewertet werden.

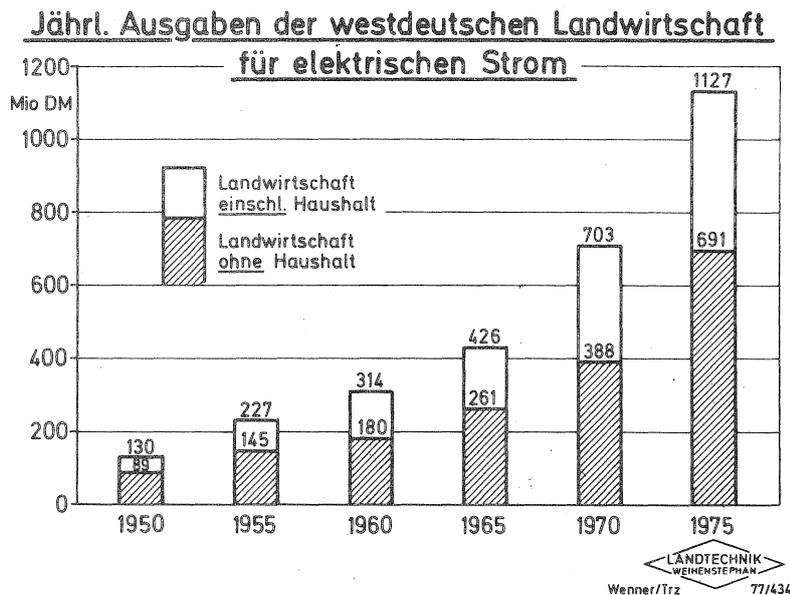


Abb. 3

Immer schon hat aber die Landwirtschaft eine bevorzugte Stellung bei der Belieferung mit kostengünstiger elektrischer Energie eingenommen, insbesondere wegen der früher sehr niedrig angesetzten Flächen-Grundpreise (Abb. 4). Zwar unterlag der gemittelte Strompreis seit 1950 einigen Schwankungen; er fiel sogar von 1954 bis 1970 beträchtlich ab. Jedoch liegt der seit 1965 für die einzelnen Sparten der Volkswirtschaft getrennt erfaßte Strompreis für den landwirtschaftlichen Bereich unter dem mittleren Strompreis aller Tarifab-

nehmer. Noch im Jahr 1976 bezog die westdeutsche Landwirtschaft eine kWh 0,5 D Pf billiger als der mittlere Strompreis aller Tarifabnehmer, während Gewerbebetriebe etwa 7 DPf mehr zahlen mußten. Insgesamt kann also festgestellt werden, daß die landwirtschaftlichen Stromkunden die Elektroenergie zu recht günstigen Bedingungen beziehen konnten.

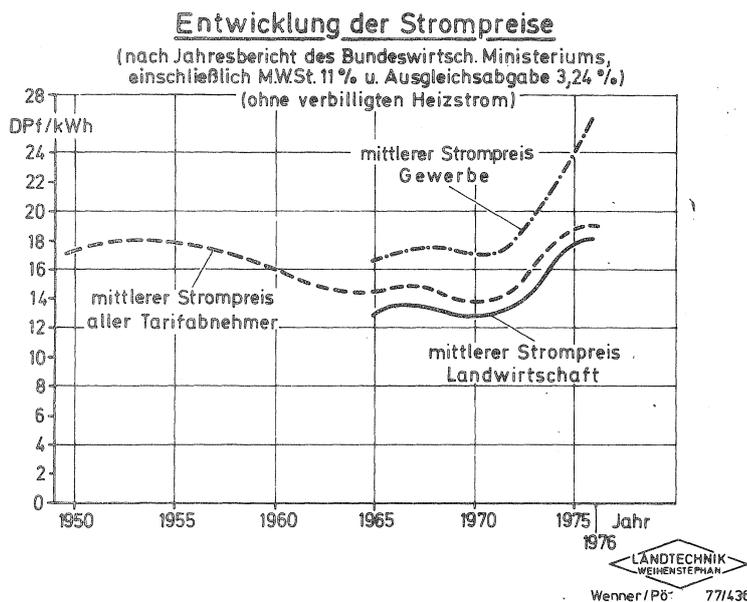


Abb. 4

Durch die neue "Bundestarifordnung Elektrizität", die ab 1.1.1974 in Kraft trat, ergaben sich jedoch einige wesentliche Umstellungen. Danach wurden die Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen (EVU) veranlaßt, neue und gerechtere Tarife vorzusehen, die neben dem Arbeitspreis, der für den Stromverbrauch in Anschlag gebracht wird, in stärkerem Umfang auch die hohen Unkosten für die Bereitstellung der wachsenden Leistungsansprüche berücksichtigen. Denn die geforderten, immer höheren E-Anschlußwerte verursachten steigende Aufwendungen; so mußten von den EVU im Jahr 1975 insgesamt 9,7 Mrd. DM investiert werden, davon für zusätzliche Stromerzeugungsanlagen 4,3 Mrd. DM, für Fortleitung und Verteilung des Stromes etwa 5,4 Mrd. DM. Während die Kosten für die elektrische Arbeit - relativ niedrig liegen (besonders mit Zunahme der Kernenergieausnutzung), steigen demgegen-

über jedoch die Unkosten für die Bereitstellung der elektrischen Leistung erheblich an. Besonders die Stromversorgung der Landwirtschaft bringt für die Elektrizitätsversorgungsunternehmen beträchtliche Probleme mit sich. Denn zunächst einmal weist die Landwirtschaft insgesamt einen relativ geringen, zeitlich sehr unterschiedlichen und durch beträchtliche Leistungsspitzen gekennzeichneten Stromverbrauch auf. Das kommt u.a. zum Ausdruck in der nur niedrigen Benutzungsdauer der bereitgestellten Leistung, also dem ungünstigen Verhältnis von Anschlußleistung und Stromverbrauch. So rechnet man bei Haushaltungen mit einer Benutzungsdauer zwischen 2.000 und 3.000 Stunden pro Jahr, jedoch liegen die Werte nach einer Erhebung in landwirtschaftlichen Betrieben nur bei etwa 1.000 h/a. Das sind von der theoretisch möglichen Benutzungsdauer von 8.760 h/a nur etwa 12 % (Milchviehbetriebe liegen erheblich unter, Schweinemastbetriebe etwas und Geflügelbetriebe beträchtlich über diesem Durchschnittswert)! Hinzu kommt der sehr große Nachteil, daß die Landwirtschaft für die weiträumige Belieferung mit elektrischer Leistung ganz beträchtliche Unkosten verursacht. Folgende Zahlen machen diesen Zusammenhang deutlich: Während für 1 Mio. kWh Stromabsatz im Durchschnitt der Bundesrepublik Deutschland etwa 1,5 km Hoch- und Mittelspannungsleitungen und etwa 5 km Niederspannungsleitungslängen installiert sind, liegen die Werte für weiträumige, rein landwirtschaftlich geprägte Regionen und Versorgungsunternehmen bei 3 km bzw. 10 km durchschnittlichen Leitungslängen! Und wurde noch 1950 in diesen ungünstig strukturierten Gebieten für jeden Hof im Durchschnitt eine Anschlußleistung von etwa 5 kW vorgesehen, werden heute 10 kW für kleinere landwirtschaftliche Betriebe und 20 kW für größere als Mindestwerte eingeplant. Für jedes kW mehr an Leistungsbereitstellung schätzt man jedoch im regionalen Versorgungsbereich zusätzliche Investitionen von etwa 1.000 DM. Das bedeutet schließlich, daß die etwa 800.000 landwirt-

schaftlichen Stromkunden der BR Deutschland mehr als bisher auch zu den hohen Aufwendungen für die Bereitstellung der elektrischen Leistung beitragen müssen. In dieser Sicht ist eine Tarifneugliederung verständlich, die besonders unsere spezialisierten Betriebe der Veredelungsproduktion berührt, die nun teilweise höhere Stromkosten in Kauf zu nehmen haben.

Nach den neuen Stromtarifen setzt sich einheitlich bei allen EVU bei den zwei anzubietenden Grundpreistarifen der Gesamtstrompreis aus dem Arbeitspreis und dem Grundpreis zusammen (Abb. 5). Der Arbeitspreis, der für den Verbrauch an Elektroenergie berechnet wird, schwankt beim Tarif I zwischen 11,5 und 13,9 DPf je kWh, beim Tarif II - also dem Tarif mit dem günstigeren Arbeitspreis - zwischen 8,5 und 10,9 DPf je kWh (ohne MWSt und ohne "Ausgleichsabgabe", die in den nachfolgenden Kostenrechnungen beide nicht mit berücksichtigt sind). Darüber hinaus werden noch ein Kleinverbraucher tarif mit einem sehr hohen Arbeitspreis und zusätzlich zu einem der 3 Tarife noch ein Schwachlasttarif (zwischen 7 und 8,1 DPf je kWh) angeboten. Neben dem Arbeitspreis gewinnt jedoch der Grundpreis in Zukunft mehr an Gewicht, der sich aus dem Bereitstellungspreis und dem Verrechnungspreis zusammensetzt. Letzterer macht nur geringe Jahresbeträge aus für die notwendigen Meßeinrichtungen, wie Wechselstrom- oder Drehstromzähler, Tarifschaltungen u.a.m.

Berechnung der Strompreise nach Tarifen der EVUs

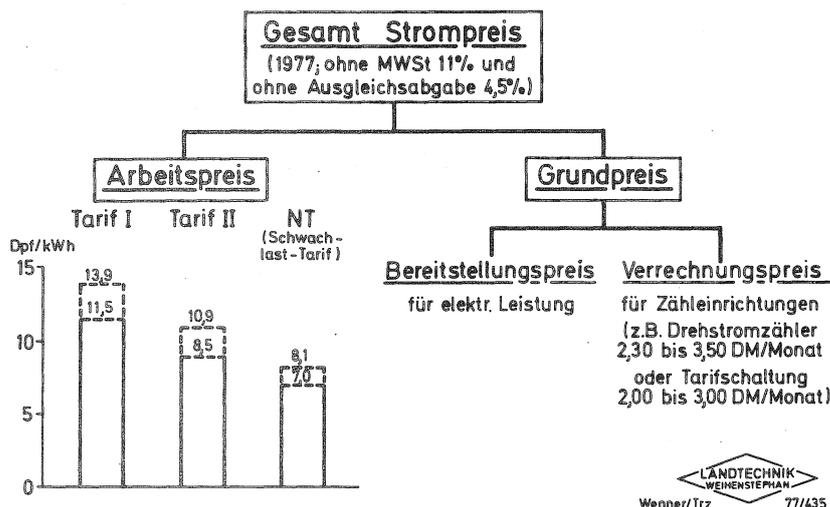


Abb. 5

Erhebliche Bedeutung kommt aber dem Bereitstellungspreis für die Bereitstellung der elektrischen Leistung zu, also der Anschlußmöglichkeit von Elektrogeräten. Arbeits- und Bereitstellungspreise gehören in den beiden Grundpreistarifen jeweils zusammen. Da die in Anspruch genommene Leistung nicht überall festgestellt werden kann, weil zusätzlich hohe Unkosten zur Messung des sog. Viertelstundenmaximums auftreten würden, werden als Bemessungsgrundlage für den Bereitstellungspreis sogenannte Leistungshilfsgrößen verwendet; für Haushaltungen wird hierfür die Anzahl der Räume herangezogen, für die Landwirtschaft die Betriebsgröße mit ihrer ha-Zahl landwirtschaftlicher Fläche also die Zahl der Tarif-Hektar.

Von allen EVU wird bis zu 5 Tarif-Hektar (vereinzelt auch bis 3 ha) ein bestimmter Sockelbetrag als Mindest-Bereitstellungspreis verlangt (Abb. 6). Mit wachsender Hektarzahl steigen dann die Bereitstellungspreise je nach Tarifgruppe mehr oder weniger, jedoch immer geradlinig an. Während bei 5 Tarifhektar Verrechnungspreis und Bereitstellungspreis zusammen zwischen etwa 80 und 170 DM/Jahr als Grundpreis liegen, sind in einem Betrieb mit 50 Tarifhektar je nach Versorgungsunternehmen (in Abb. 6 zwei bayer. EVU als Beispiele) Jahresgrundpreise in der Tarifgruppe I zwischen 500 und 550 DM zu zahlen, in der Tarifgruppe II zwischen 800 und 900 DM pro Jahr. Aber auch höhere Werte werden verrechnet, wie die dünn ausgezogenen Linien für ein norddeutsches EVU zeigen. Dabei nimmt der Verrechnungspreis, wenn lediglich ein Drehstromzähler mit 42 DM/Jahr unterstellt wird, nur einen geringen Anteil ein. Diese Jahresgrundpreise, die von EVU zu EVU etwas schwanken, haben jedoch nur dann Gültigkeit, wenn bestimmte Freigrenzen des tariflichen Anschlußwertes nicht überschritten werden.

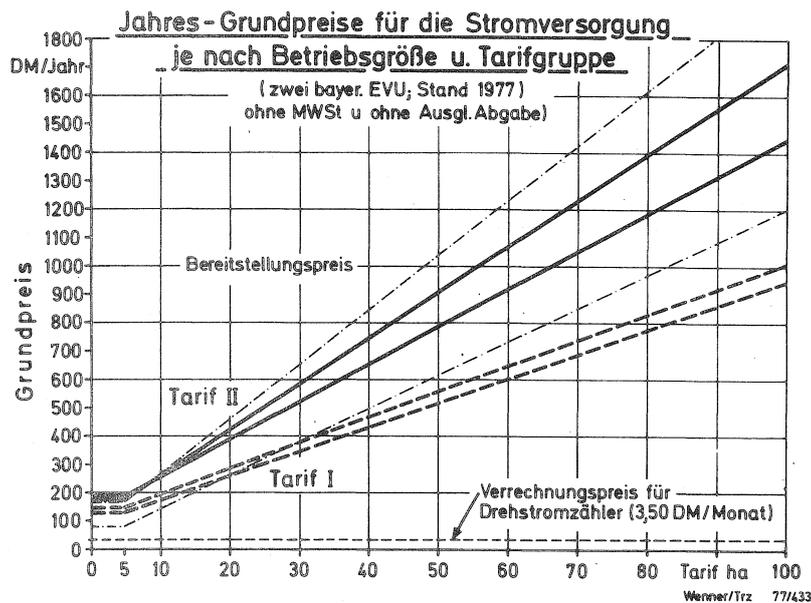


Abb. 6

Die Freigrenzen für den tariflichen Anschlußwert sind wiederum an die Tariff Flächen gekoppelt und werden unterschiedlich gehandhabt (Abb. 7). Bis 3 bzw. 5 Tarifhektar wird generell eine konstante Freigrenze gewährt; allerdings liegt der Ausgangswert bei einigen Versorgungsunternehmen (Isar-Amper-Werke und OBAG als Beispiel) sehr niedrig bei 5 bzw. 5,5 kW und steigt erst bei 100 Tarifhektar auf Werte zwischen 20 und 25 kW tariflicher Anschlußwert an. Demgegenüber erlauben andere Versorgungsunternehmen (beispielsweise Lechwerke und RWE) von vorneherein tarifliche Freigrenzen von 12,5 bzw. 14 kW, die schon bei 20 Tarifhektar 20 bis 25 kW Anschlußwert erreichen. Auf den ersten Blick würden also die Kunden der erstgenannten Elektrizitätsversorgungsunternehmen wesentlich ungünstiger abschneiden gegenüber den EVU mit hoher Freigrenze; jedoch kommt es letztlich ganz entscheidend auf die jeweilige Berechnung des tariflichen Anschlußwertes und die Bereitstellungspreise für Überanschlußwerte an.

So veranschlagen in der Regel die EVU mit niedrig angesetzter Freigrenze bei der Berechnung des tariflichen Anschlußwertes nur einen, und zwar den stärksten installierten Motor in voller Höhe (bzw. aufaddiert mehrere Motore, wenn sie für einen Arbeitsvorgang gleich-

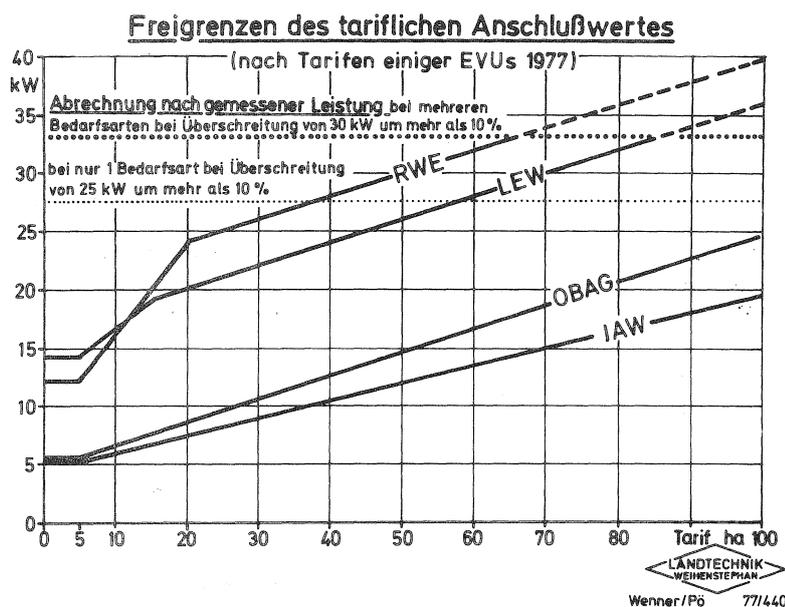


Abb. 7

zeitig benötigt werden), während alle anderen Motore außer acht bleiben; dazu kommen aber in voller Höhe Heizeinrichtungen, wie z.B. elektrische Melkstandheizung, Bodenheizung oder Infrarotstrahler in Abferkelställen u.a.m., jedoch mit nur 1/3 der Nennleistung werden weitere Wärmegeräte (wie Durchlauferhitzer für Milchspülautomaten oder Heizungen vor Trocknungsgebläsen) berechnet, und Beleuchtungsanlagen bleiben hier außer Ansatz. Bei dieser Ermittlung des tariflichen Anschlußwertes ergeben sich in der Regel niedrige Werte. Andere E-Versorgungsunternehmen setzen wiederum den ersten Motor mit seiner vollen Leistung ein, den zweitstärksten mit 2/3 der Nennleistung und alle weiteren Elektroverbraucher in ihrer Leistung mit 1/3 an. Dazu werden die übrigen Verbrauchseinrichtungen mit bestimmten Anteilen und die Beleuchtung in voller Höhe gerechnet. Bei dieser Berechnung liegt dann meistens ein wesentlich höherer tariflicher Anschlußwert vor. Eine Beurteilung der gewährten Höhe an Freigrenzen kann also nur in Verbindung mit der jeweiligen Art der Berechnung des tariflichen Anschlußwertes vorgenommen werden.

Darüber hinaus muß noch beachtet werden, daß bei Überschreitungen gewisser Leistungsgrenzen von den EVU nach gemessener Leistung abgerechnet werden kann. Wenn z.B. Haushalt und Landwirtschaft gekoppelt sind - also zwei Abnahmearten vorliegen - und wenn nachhaltig eine Leistung von 30 kW um mehr als 10 % überschritten wird (33 kW) - gemessen während mindestens 2 Monaten als 1/4 Stunden-Maximum -, dann können wesentlich höhere Grundpreise in Anschlag gebracht werden. Diese Grenze liegt bei nur einer Bedarfsart bei einer Leistung von 25 kW + 10 %. Auf diese Berechnungsart, die zu erheblich höheren Jahreskosten führt, soll später noch eingegangen werden.

Die Zuschläge zum Bereitstellungspreis bei Überschreitung der tariflichen Freigrenzen wurden von den verschiedenen EVU sehr unterschiedlich festgesetzt (Abb. 8). Bei denjenigen Versorgungsunternehmen mit niedrig angesetzten Freigrenzen, bei denen schätzungsweise etwa 1/4 aller landwirtschaftlichen Betriebe diese Grenzen übersteigen, werden jedoch in der Regel nur mäßige Zuschläge je nach Höhe der Überschreitung verlangt. So kommen bei diesen EVU bei zusätzlichem tariflichen Anschlußwert von 15 kW in der Tarifgruppe I etwa 700 DM in Anschlag, in der Tarifgruppe II zwischen 1000 und 1400 DM/Jahr. Demgegenüber verrechnen EVU mit hochangesetzter Freigrenze bei deren Überschreitung wiederum um 15 kW allein in der Tarifgruppe I Zuschläge von 1.800 bis 2.400 DM im Jahr, in Tarifgruppe II sogar 3.500 bis über 4.000 DM/Jahr! Schon aus dieser Darstellung geht also deutlich hervor, daß sich sehr hohe Anschlußwerte ungünstig auf die Jahresstromkosten auswirken müssen.

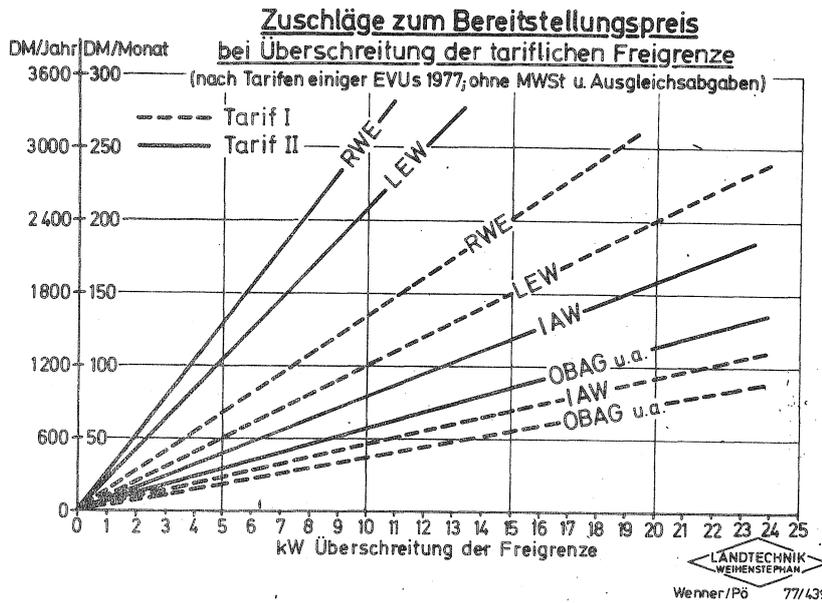


Abb. 8

Welche Jahresgrundpreise nun einschließlich der Zuschläge für Überschreitung der tariflichen Freigrenzen in Abhängigkeit von der Betriebsgröße zu zahlen sind, soll am Beispiel eines bayerischen Versorgungsunternehmens aufgezeigt werden (Abb. 9). Liegt eine Betriebsgröße mit 5 Tarifhektar vor, beträgt die Freigrenze für den tariflichen Anschlußwert 5,5 kW; werden in diesem Betrieb jedoch 10 kW zusätzlich benötigt, sind in Tarifgruppe I etwa 600 DM und in Tarifgruppe II etwa 800 DM an Jahresgrundpreis zu zahlen. Beim 40 Tarifhektar-Betrieb ist die Freigrenze auf einen Anschlußwert von 12,5 kW festgesetzt, und wenn auch hier zusätzlich 10 kW tariflicher Anschlußwert gebracht werden, beträgt je nach Tarifgruppe der Jahresgrundpreis etwa 800 bzw. 1.300 DM. Der größere Betrieb mit 80 Tarifhektar hat bereits eine höhere Freigrenze von 20,5 kW, die zusätzlichen Anschlußwerte erfordern wiederum gleichhohe Zuschläge. Das Beispiel dieses Versorgungsunternehmens zeigt also, daß besonders kleinere landwirtschaftliche Betriebe, die in verstärktem Umfang zur Veredelungsproduktion übergehen und mehr und mehr Elektroverbraucher installieren, höhere Jahresgrundpreise zahlen müssen, in diesem Fall jedoch in nur mäßigem Umfang. Bei diesem EVU wird also eine gleitende Anpassung an die jeweiligen Wünsche des tariflichen Anschlußwertes vorgenommen.

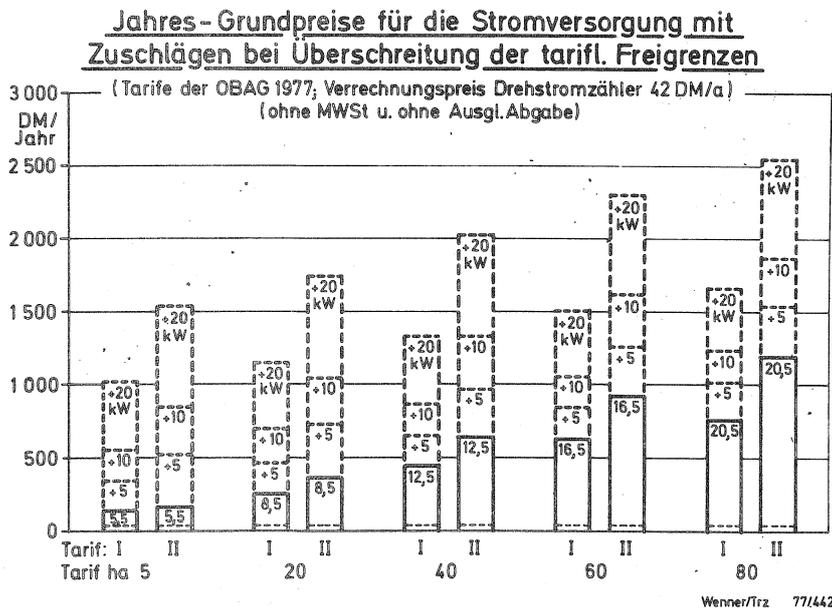


Abb. 9

Im Hinblick auf die Zuschläge ist die Tarifgestaltung der verschiedenen Versorgungsunternehmen jedoch sehr unterschiedlich (Abb. 10). Wenn beispielsweise ein Betrieb mit 20 Tarifhektar einen Anschlußwert von 30 kW benötigt, dann schwanken die Jahresgrundpreise je nach EVU in der Tarifgruppe I zwischen etwa 1.250 und 1.700 DM, in der Tarifgruppe II zwischen 1.900 und etwa 3.300 DM! Bei diesem Vergleich wird wiederum sehr deutlich, daß EVU mit niedrigen Freigrenzen nur mäßige Zuschläge verlangen, während Versorgungsunternehmen mit hochangesetzten Freigrenzen des tariflichen Anschlußwertes teils außerordentlich hohe Zuschläge für Überanschlußwerte verrechnen. Diese beträchtlichen Unterschiede werden begründet durch die verschiedene Strukturierung der Versorgungsregionen, je nachdem in welchem Umfang Gewerbebetriebe mit hohem Leistungsbedarf auf das gesamte Gebiet verteilt sind. Aus der Sicht der EVU wählen diese also unterschiedliche Lösungen für die Vergünstigung der Landwirtschaft.

Jahres-Grundpreise bei 20 Tarif ha mit Zuschlägen bei
Überschreitung der Freigrenzen (bis 30kW tarifl. Anschlußwert)

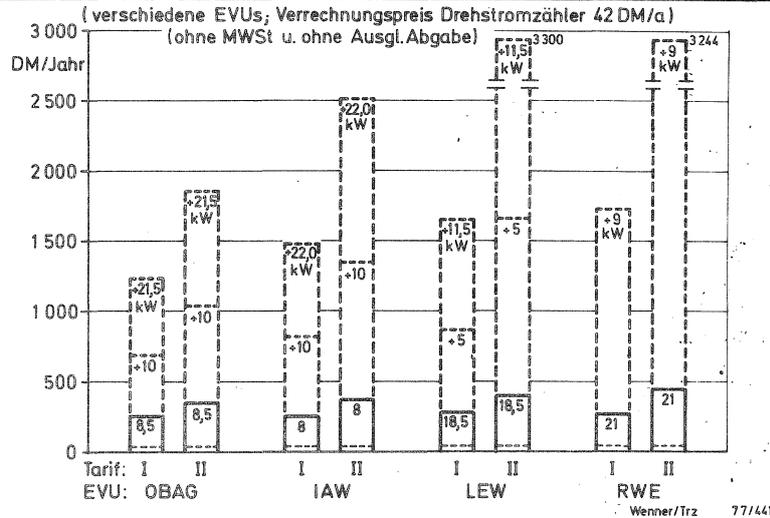


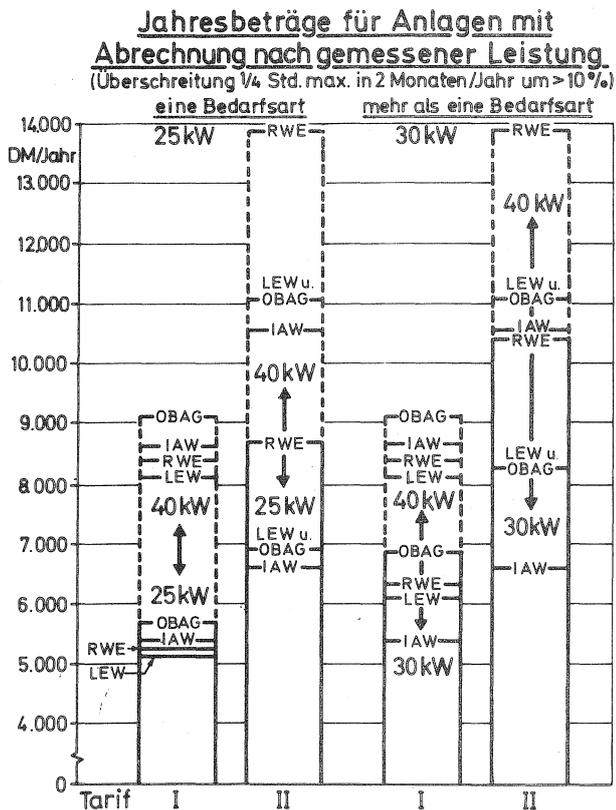
Abb. 10

Aus den bisherigen Zusammenhängen geht jedoch noch ein weiteres Problem hervor, nämlich die Bindung von Bereitstellungspreis und Freigrenze an die Betriebsgröße, also an die Hektarzahl landwirtschaftlicher Fläche. So können größere landwirtschaftliche Betriebe, die sich sehr einseitig auf den Ackerbau ohne Veredelungsproduktion spezialisiert haben, die Leistungs-Freigrenzen vielfach nicht annähernd ausschöpfen, sie müssen jedoch sehr hohe Jahresgrundpreise zahlen. Oder aber sie wählen den Kleinverbrauchstarif und sparen dann den Bereitstellungspreis völlig, was jedoch getrennte Messung von Haushalt und Betrieb voraussetzt. Auf der anderen Seite weisen kleinere Betriebe mit starker Veredelungsproduktion wesentlich höhere Leistungsansprüche auf mit der Folge, daß sie mehr und mehr die Freigrenze überschreiten und Zuschläge zum Bereitstellungspreis zahlen müssen. Da jedoch bisher keine anderen praktikablen Bemessungsgrundlagen gefunden werden, wird man auch in naher Zukunft diese Koppelung an die Betriebsfläche beibehalten müssen.

Eine gerechtere Lösung wäre eine allgemeine Abrechnung nach gemessener Leistung, wie sie für größere Kunden allgemein üblich ist. Der größte Teil der Gewerbebetriebe hat Grundpreistarife, bei denen der Bereitstellungspreis aufgrund der tariflichen Anschlußwerte berechnet wird.

Abgesehen von dem zusätzlichen Meßaufwand würde jedoch diese Abrechnungsart zu wesentlich höheren Unkosten für die Landwirtschaft führen (Abb. 11). Wenn beispielsweise bei Abrechnung nach gemessener Leistung das Viertelstundenmaximum innerhalb von 2 Monaten den Wert von 25 kW bei nur einer Bedarfsart um mehr als 10 % übersteigt, sind im Tarif I je nach EVU innerhalb der allgemeinen Tarife zwischen 5.100 und 5.700 DM an Jahresbetrag für den Bereitstellungspreis zu zahlen, im Tarif II von 6.600 bis 8.700 DM; bei einer benötigten Leistung von 40 kW fallen im Tarif I Jahresbeträge zwischen 8.100 und 9.100 DM an, im Tarif II zwischen 10.500 und nahezu 14.000 DM. Werden Haushalt und landwirtschaftlicher Betrieb als eine Einheit

unterstellt, wenn also mehr als eine Bedarfsart vorliegt, kann bei Überschreiten einer Leistung von 30 kW um mehr als 10 % diese Abrechnung nach gemessener Leistung wirksam werden; auch in diesem Fall liegen die Jahresgrundpreise je nach EVU und je nach Tarif außerordentlich hoch, und zwar zwischen 5.400 und etwa 10.500 DM. Bei erforderlichen Leistungen von 40 kW ergeben sich gleich hohe Jahresbeträge wie bei der Verrechnung nur einer Bedarfsart. Eine Abrechnung nach gemessener Leistung könnte also für die Landwirtschaft zu einer etwa

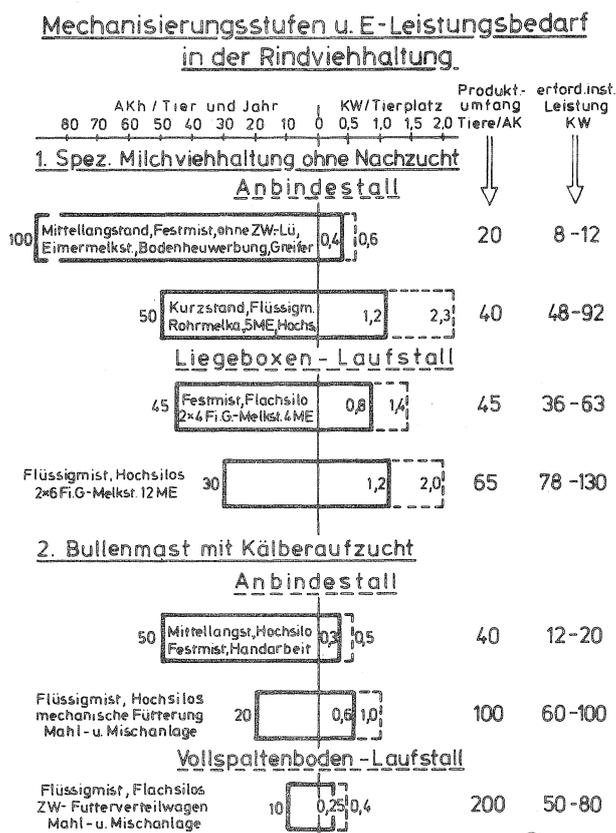


Vervierfachung der Jahresgrundpreise führen, also zu wesentlich höheren Unkosten, oder aber es müßten günstigere Sonderverträge abgeschlossen werden. Bei den jetzigen Tarifen kann jedoch nicht eindringlich genug davor gewarnt werden, diese Grenzen der gleichzeitig und längerfristig in Anspruch genommenen Leistungen von 25 bzw. 30 kW zu überschreiten!

Weiterhin ergibt sich nun die entscheidende Frage, welche Auswirkungen und welche Bedeutung diese Umstellung auf die neuen Stromtarife für die

Landwirtschaft besitzt. Zunächst muß davon ausgegangen werden, daß mit der Intensivierung der Veredelungsproduktion und auch dem hier vollzogenen Anstieg der Arbeitsproduktivität inzwischen außerordentlich hohe Ansprüche an die insgesamt zu installierende Leistung einer Vielzahl von Elektroverbrauchern gestellt werden (Abb. 12). Mit der Technisierung der Produktionsverfahren auch in der Innenwirtschaft wurde der Arbeitszeitbedarf erheblich vermindert, so daß von einer Arbeitskraft wesentlich mehr Tiere gehalten werden können, also eine Ausdehnung des Produktionsumfanges vorgenommen wird. Dies ist jedoch nur möglich durch den verstärkten Einsatz von Fremdenergie. Genügte noch Anfang der 50er Jahre in einem älteren Anbindestall mit einem Arbeitszeitbedarf von etwa 100 Stunden je Tier und Jahr und mit einem Tierbestand von 20 Kühen eine insgesamt installierte Leistung zwischen etwa 8 und 12 kW, so wird bei der Umstellung dieses Anbindestalles auf Kurzstandaufstallung, Flüssigmistverfahren, Hochsilofütterung und Rohrmelkanlage bei einem Produktionsumfang von 40 Tieren je AK insgesamt eine aufaddierte elektrische Leistung aller Geräte zwischen 50 bis 90 kW notwendig. Ähnliche Werte

ergeben sich beim Übergang der Milchviehhaltung zum Liegeboxenlaufstall, wobei die erforderliche installierte Leistung von 36 bis über 100 kW von den angewandten Produktionsverfahren entscheidend abhängt. Auch bei der Bullenmast bringt die Umstellung auf intensive Haltungsverfahren eine wesentliche Steigerung der erforderlichen installierten Leistung von 12 bis 20 kW auf 50 bis herauf zu 100 kW mit sich. Gleiche Beispiele ließen sich für die Schweinehaltung oder die Geflügelhaltung aufzeigen.



Allerdings treten in der Praxis sehr große Unterschiede in der Höhe der erforderlichen technischen Anschlußwerte auf, wie eingehende Untersuchungen über die einzelnen Elektroverbraucher und darauf aufbauend Modellrechnungen zeigten (Abb. 13). So schwankt beispielsweise der spezifische Leistungsbedarf in kW/Tier bei einem Bestand von 20 Tieren zwischen knapp 1 und etwa 2,5 kW, hervorgerufen durch die sehr unterschiedlichen Produktionsverfahren. Besonders hohe Ansprüche an die bereitzustellende Leistung sind gekennzeichnet durch die Verfahren Hochsilos mit pneumatischer Förderung, Fräsenentnahme und mechanisierte Fütterung, Flüssigmistverfahren, Spülautomaten mit Durchlauferhitzer und Heubelüftung ohne Anwärmung; es sind also einzelne Produktionstechniken, die mit dem Wunsch nach hoher Schlagkraft auch eine enorme Steigerung der elektrischen Leistungen verursachen (z.B. Silobeschickung mit sehr leistungsstarken Gebläsen), die aber letztlich für eine erhebliche Verschlechterung der Benutzungsdauer der hohen Leistungsbereitstellung sorgen.

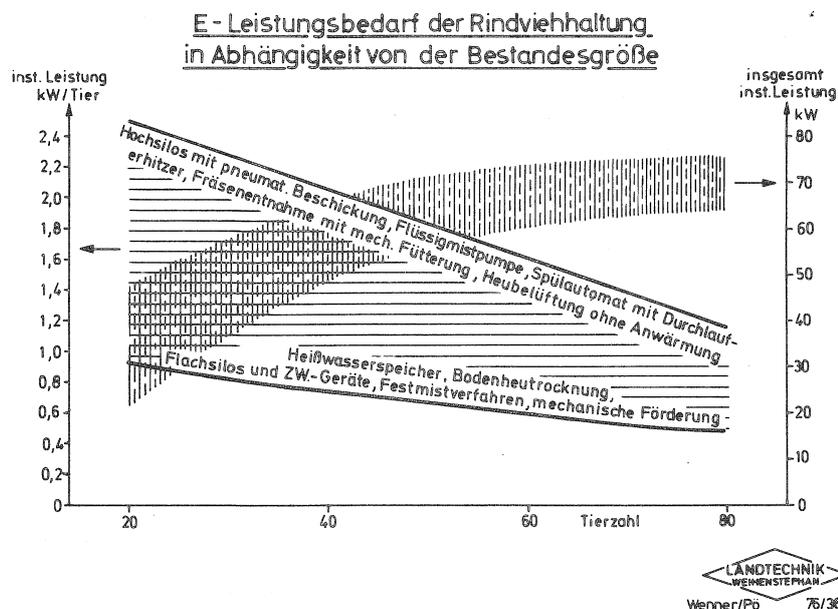


Abb. 13

Auf der anderen Seite gibt es Arbeitsverfahren, die nur niedrige Elektroleistungsansprüche erfordern, wie die Futterwirtschaft mit Flachsilos, die Futterentnahme mit Zapfwellengeräten, die Festmistverfahren, Heißwasserspeicher und die Verfahren der Bodenheuerung. Mit wachsender Tierzahl nimmt allerdings die spezifische installierte Leistung in kW je Tier in beiden Fällen beträchtlich ab. Die absoluten Werte des technischen Anschlußwertes zeigen jedoch eine starke Zunahme mit wachsenden Tierbeständen. Werden in einem kleineren Betrieb mit 20 Tieren aufaddierte Werte aller Elektroverbraucher mit einer Gesamtleistung zwischen 20 und 50 kW benötigt, sind es bei 80 Tieren zwischen 65 und 75 kW. Ähnliche Zusammenhänge lassen sich auch für die anderen Produktionszweige, wie Schweinehaltung oder Geflügelhaltung, nachweisen.

Nun bleibt jedoch die Frage zu beantworten, wie sich diese steigenden Leistungsansprüche nach den neuen Tarifen in den Jahreskosten auswirken. Allgemein gültige und definitive Aussagen sind zu diesem Problem im Augenblick noch nicht möglich, so daß versucht werden muß, an Hand einiger Beispiele die Gesamtproblematik aufzuzeigen. Zunächst soll dazu ein Veredelungsbetrieb mit 20 Kühen und Nachzucht und mit einer Betriebsgröße von 20 ha landwirtschaftlicher Fläche herangezogen werden (Abb. 14). Für diesen Betrieb mit Anbindestall wurden folgende Arbeitsverfahren und Elektroverbraucher unterstellt. Eine mechanische Entmistung mit einem Antrieb von 1,5 kW, für die Beschickung von Hochsilos ein Fördergebläse mit 15 kW, für die Silageentnahme eine Obenfräse mit 9,2 kW, für die Fütterung ein Futtermittelwagen mit 2,5 kW, zur Heubelüftung ein Gebläse mit 3 kW, für den maschinellen Milchentzug eine Vakuum- und eine Milchpumpe mit zusammen 1,65 kW, ferner ein Spülautomat mit Durchlauferhitzer von 7,5 kW, ein Warmwasserbereiter mit 2/6 kW installierter Leistung, und schließlich für Lüftung und Beleuchtung insgesamt 1,3 kW. Insgesamt ergibt sich also ein technischer

Anschlußwert, also eine installierte Leistung sämtlicher Elektrogeräte, in Höhe von 48,9 kW. Das für diese Verhältnisse sich ergebende Viertelstunden-Maximum, das dem Mittelwert der beiden Monats-Höchstwerte eines Jahres entspricht, liegt bei gleichzeitiger Inbetriebnahme wesentlicher Verbraucher auf einer Höhe von 29,5 kW, so daß die Benutzungsdauer nur 451 Stunden beträgt; die in Anspruch genommene Leistung kommt also in diesem Fall sehr schnell an die Grenze von 30 kW heran, ab der eine Abrechnung nach gemessener Leistung erfolgen könnte und außerordentlich hohe Unkosten verursachen würde.

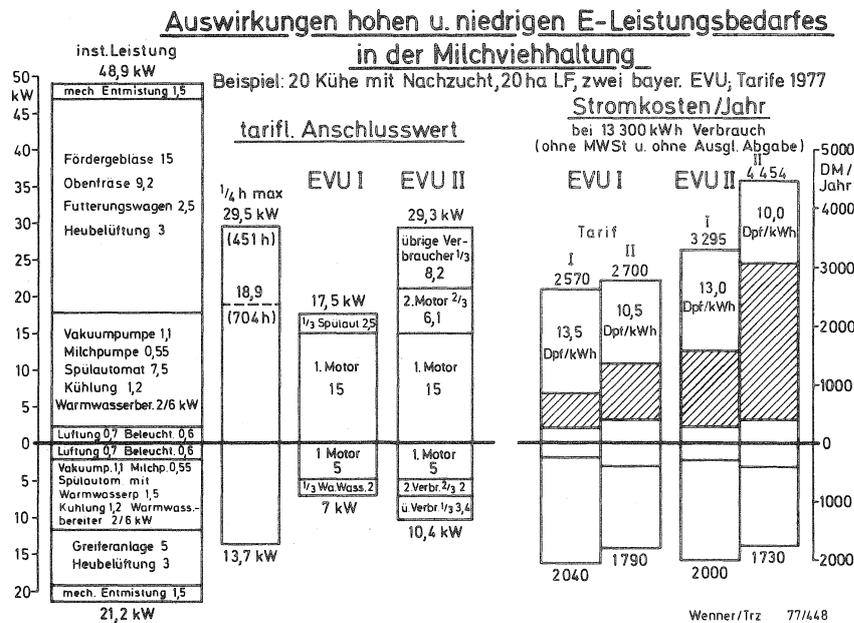


Abb. 14

Jedoch schon dann, wenn Fördergebläse und Spülautomat nicht gleichzeitig betrieben werden können, wird das Viertelstundenmaximum auf knapp 19 kW erniedrigt und gleichzeitig die Jahresbenutzungsdauer auf etwa 700 h angehoben.

Die Auswirkungen dieses relativ hohen Leistungsbedarfes auf die auftretenden Stromkosten je Jahr werden nun für 2 verschiedene EVU berechnet. Dazu muß zunächst von der Ermittlung des tariflichen Anschlußwertes ausgegangen werden; beim EVU I werden hierfür nur 17,5 kW festgesetzt, weil nur der leistungsstärkste Motor mit 15 kW und der Spülautomat mit $\frac{1}{3}$ seines Leistungsanspruches veranschlagt werden, während beim EVU II ein tariflicher Anschlußwert in Höhe von 29,3 kW vorliegt. Der Stromverbrauch wurde für diesen Betrieb mit 13.300 kWh je Jahr ermittelt. Nun ergeben sich folgende Gesamtkosten je Jahr. Beim EVU I sind je nach Tarif zwischen 2.570 und 2.700 DM zu zahlen, es wäre also der günstigere Tarif I zu wählen. Die Zuschläge zum Bereitstellungspreis durch Überschreiten des tariflichen Anschlußwertes liegen zwischen etwa 500 und 900 DM. EVU II mit dem wesentlich ungünstigeren tariflichen Anschlußwert verlangt für den gleichen Stromverbrauch beim Tarif I einen Jahresbetrag von insgesamt 3.295 DM, (Tarif II mit über 4.400 DM kommt hier ebenfalls nicht in Betracht). EVU II verrechnet also 725 DM/Jahr höhere Stromkosten als EVU I. In beiden Fällen schneiden die Tarifgruppen mit dem höheren Arbeitspreis insgesamt günstiger ab. Die Gesamtstromkosten je Jahr liegen bei dieser Betriebsausstattung auf einem beträchtlichen Niveau, wobei die Zuschläge für das Überschreiten des tariflichen Anschlußwertes einen hohen Anteil ausmachen (beim EVU II etwa 1.300 DM/Jahr).

Werden nun in diesem Betrieb mit gleichem Produktionsumfang und gleicher Größe andere Arbeitsverfahren, die teilweise niedrigere elektrische Leistungen beanspruchen, angewandt, dann ergeben sich folgende Auswirkungen (untere Hälfte Abb. 14), wenn beispielsweise anstelle der pneumatischen Beschickung der Hochsilos nun eine Hallenlaufkran-Greiferanlage zur Einlagerung und auch zur Auslagerung mit nur 5 kW Antriebsleistung eingesetzt wird, und wenn der Spülautomat mit nur 1,5 kW Heizleistung ausgestattet ist, aber sonst mit einem Heißwasserspeicher betrieben wird, ermäßigt sich die aufsummierte gesamte

installierte Leistung bereits auf 21,2 kW. Das Viertelstunden-Maximum geht hierbei auf 13,7 kW zurück. Der tarifliche Anschlußwert sinkt bei beiden EVUs unter die Freigrenze, und zwar bei EVU I auf 7 kW und bei EVU II auf 10,4 kW. Die Auswirkungen dieses Überganges zur mechanischen Förderung in der Futterwirtschaft und des Verzichtes auf den Durchlauferhitzer für den Spülautomaten sind bei der Berechnung der Jahresstromkosten beträchtlich. So müssen bei annähernd gleichem Stromverbrauch bei EVU I 1.790 DM und bei EVU II 1.730 DM an Jahresstromkosten gezahlt werden, wobei in beiden Fällen nun der Tarif II günstiger ist. Vergleicht man nun die Stromkosten für diese beiden alternativen Produktionsverfahren, dann ergibt sich bei EVU I ein Unterschied in den Jahresstromkosten von 780 DM, bei EVU II sogar ein Unterschiedsbetrag von 1.565 DM! Diese beträchtlichen Einsparungsmöglichkeiten durch den Übergang zu leistungssparenden Verfahren gehen ausschließlich auf das Vermeiden der Zuschläge zum Bereitstellungspreis zurück. Allerdings ist nicht geklärt, ob diese Kostendifferenz dazu ausreichen, um die aufwendigere Portalkrananlage zur Silobeschickung und -entnahme zu rechtfertigen.

Ein weiteres Beispiel soll die Verhältnisse bei der Bullenhaltung mit 300 Mastbullenplätzen und 80 ha Betriebsgröße aufzeigen (Abb. 15). Beim Hochsiloverfahren mit pneumatischem Silobefüllgebläse und einer entsprechend leistungsstarken Flüssigmispumpe sowie weiteren Geräten zum intensiven Elektroeinsetz wird eine insgesamt installierte Geräteleistung von 74,3 kW errechnet. Das Viertelstunden-Maximum übersteigt mit 32,8 kW bereits die Grenze, ab der eine Berechnung nach gemessener Leistung erfolgen kann; die Benutzungsdauer mit 1234 h/Jahr liegt allerdings bereits über den Werten von Milchviehbetrieben. Bei diesem hohen Leistungsanspruch sind Zuschläge wiederum für den Bereitstellungspreis nicht zu vermeiden, so daß beim EVU I Jahresstromkosten beim

günstigsten Tarif (II) in Höhe von 5.850 DM zu zahlen sind, beim EVU II 7.740 DM/Jahr. Die höheren Jahresstromkosten beim EVU II sind in erster Linie auf die hohen Zuschläge für die Überanschlußwerte zurückzuführen. Der Übergang zum Flachsilo - es entfällt also ein Silobefüllgebläse und eine Silofräse - ermäßigt bereits die installierte Leistung auf 44,6 kW, so daß nur noch geringe Zuschläge zum Bereitstellungspreis anfallen, und sich die Jahresstrompreise beim EVU I

auf 5.443 DM, beim EVU II jedoch beträchtlich auf 6.217 DM/Jahr ermäßigen. Der Jahresstromverbrauch nimmt von 40.500 kWh auf 36.700 kWh

ab. Wird in diesem Betrieb mit Flachsilos nun zusätzlich die Flüssigmistpumpe durch einen Schlepper mit Zapfwelle angetrieben, dann sinkt der technische Anschlußwert auf 22,6 kW, die Jahresstromkosten liegen bei beiden EVU nahezu bei 5.000 DM. Infolge der Tatsache, daß der Stromverbrauch nur mäßig auf 35.800 kWh/Jahr zurückgeht, wobei die Stalllüftung allein 24.000 kWh im Jahr beanspruchen, jedoch auf der anderen Seite das Viertelstunden-Maximum auf

16,6 kW reduziert wird, ergibt sich eine beträchtliche Benutzungsdauer von 2.150 h/Jahr. Die installierte Elektroleistung wird also in diesem Fall sehr sinnvoll ausgenutzt, so daß auch der Strompreis mit etwa 14 DPf/kWh als Mittelwert recht niedrig ist. Wird nun im letzten

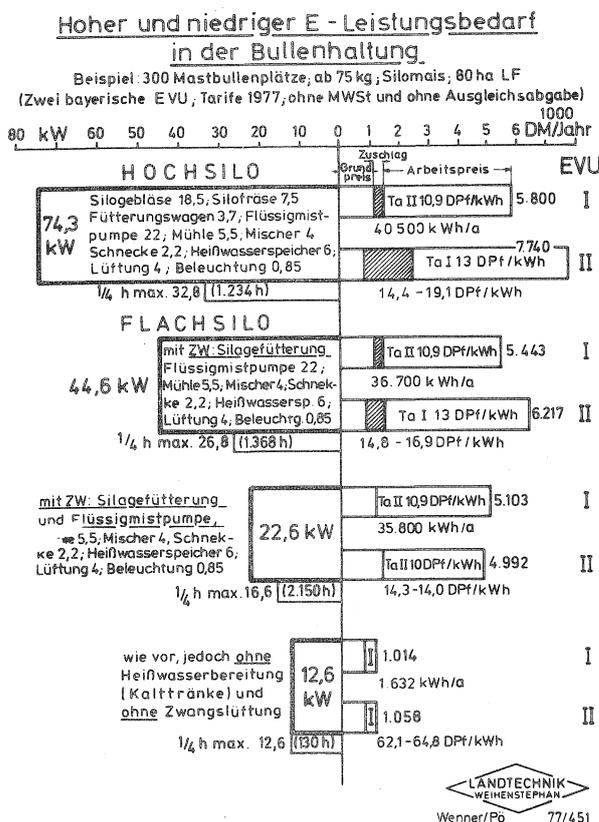


Abb. 15

diesem Fall sehr sinnvoll ausgenutzt, so daß auch der Strompreis mit etwa 14 DPf/kWh als Mittelwert recht niedrig ist. Wird nun im letzten

Beispiel auf die Zwangslüftung verzichtet, also eine Traufen-First-Lüftung ohne Lüftungsgebläse vorgesehen, und entfällt weiterhin der Heißwasserbereiter, um das Verfahren der Kalttränke anzuwenden, dann sinkt die installierte Geräteleistung weiter auf 12,6; in diesem Fall würden die Jahresstromkosten bei etwas über 1.000 DM liegen. Den Hauptanteil nehmen hierbei die Bereitstellungspreise infolge der Betriebsgröße von 80 ha LF ein, da der Stromverbrauch nur noch 1.632 kWh/Jahr ausmacht; so kommt es, daß sich in diesem Fall eine kWh mit über 60 DPf errechnet, also in der Regel sogar der Kleinverbrauchstarif günstiger liegen würde. Diese Zusammenhänge zeigen recht deutlich, welche Auswirkungen der Übergang zur Traufen-First-Lüftung haben kann, eine Lösung, die bei der Rindviehhaltung im norddeutschen Raum schon in größerem Umfang angewandt wird.

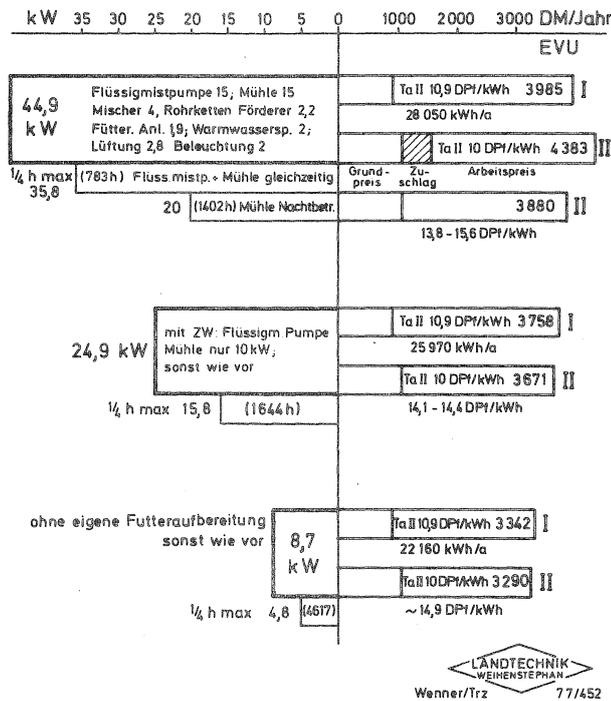
Abschließend soll noch ein Beispiel aus der Mastschweinehaltung gezeigt werden, bei dem 600 Mastplätze auf Vollspaltenboden und eine Trockenfütterung unterstellt wurden (Abb. 16). Die Betriebsfläche soll in diesem Fall 60 ha umfassen. Bei intensivem Einsatz von Elektrogeräten ergibt sich eine insgesamt installierte Leistung von nahezu 45 kW, die Jahresstromkosten schwanken wiederum bei beiden EVU und zwar zwischen etwa 4.000 und 4.400 DM. Allerdings übersteigt das Viertelstundenmaximum mit 35,8 kW bereits erheblich diejenige Grenze, bei der mit 30 kW + 10 % eine Abrechnung nach gemessener Leistung erfolgen könnte, wodurch wesentlich höhere Jahresstromkosten in Kauf zu nehmen wären. Abhilfe schafft in diesem Fall bereits die Lösung, die Hammermühle ausschließlich nur das Nachts zu betreiben, wodurch das Viertelstunden-Maximum auf 20 kW absinkt und vom EVU II kein Zuschlag zum Bereitstellungspreis verlangt werden kann. Die Jahresstromkosten ermäßigen sich dann beim EVU II um etwa 500 DM. Vielfach wird jedoch in diesen Betrieben auf den Elektroantrieb der Flüssigmistpumpe verzichtet

und hierfür der Schlepper mit Zapfwellenantrieb eingesetzt; wenn ferner eine kleinere Mühle für den Nachtbetrieb nur einen Leistungsbedarf von 10 kW aufweist, dann liegt der technische Anschlußwert aller Geräte nur noch bei 24,9 kW, und die Jahresstromkosten reduzieren sich auf etwa 3.700 DM. Ob allerdings diese 200 DM geringeren Strom-

kosten je Jahr den Schlepper-einsatz zum Flüssigmistpumpen rechtfertigen, erscheint fraglich. Wird schließlich in diesem Betrieb Kraftfutter zugekauft, also auf eine eigene Futteraufbereitung verzichtet, fällt nur noch eine insgesamt installierte Leistung von 8,7 kW an, während der Stromverbrauch noch auf einer respektablen Höhe von über 22.000 kWh pro Jahr verbleibt. Er wird in erster Linie durch die Gebläse zur Stalllüftung verursacht. Das führt schließlich zu einer sehr hohen Benutzungsdauer von über 4.600 Stunden/Jahr,

**Hoher und niedriger E-Leistungsbedarf
in der Mastschweinehaltung**

Beispiel: 600 Mastplätze, Vollspaltenboden, Trockenfütterung; 60 ha LF
(Zwei bayerische EVU; Tarife 1977; ohne MWSSt und ohne Ausgl. Abgabe)



LÄNDTECHNIK
WEINSTEPHAN
Wenner/Trz 771452

also einer sehr effektiven Ausnutzung des Viertelstunden-Maximums. Auch dieses Beispiel der Mastschweinehaltung zeigt, daß sehr hohe Anschlußwerte durch den Übergang zu anderen Produktionstechniken vermieden werden können, und daß durch verschiedene Maßnahmen auch die Gesamtstromkosten im Jahr zu reduzieren sind.

Bei dieser Ausarbeitung konnten nur einige Betriebsbeispiele mit unterschiedlichen Produktionstechniken aufgegriffen werden. Für eine um-

fassende Darstellung der Problematik ist es allerdings notwendig, die mit einigen wissenschaftlichen Arbeiten begonnene Datenermittlung fortzusetzen und zu einer Gesamtwertung über den sinnvollen Energieeinsatz in der Landwirtschaft zusammenzufügen. Erst dann können für viele Einzelfälle die günstigsten Lösungen vorgeschlagen werden.

Soviel läßt sich jedoch schon jetzt zusammenfassend feststellen, daß es im Grunde nur einige wenige landwirtschaftliche Geräte sind, die auf der einen Seite sehr hohe Leistungsansprüche stellen, auf der anderen Seite jedoch nur eine relativ geringe Benutzungsdauer im Jahr aufweisen. Zu dieser Gerätegruppe zählen insbesondere die pneumatischen Fördergebläse, die Flüssigmistpumpen, die Silofräsen, leistungsstarke Hammermühlen, Durchlauferhitzer für Spülautomaten und andere Wärmegeräte. Diese Verbraucher heben die Jahresstromkosten in der Regel sehr stark an, besonders dann, wenn die Freigrenzen des tariflichen Anschlußwertes erheblich überschritten werden. Als momentaner Ausweg aus dieser Situation und als Empfehlung für intensiv wirtschaftende Veredelungsbetriebe bieten sich einige Maßnahmen an, die kurz folgendermaßen zusammengefaßt werden können, die allerdings im jeweiligen Fall die Produktionstechnik und die Verfahrensabläufe nicht wesentlich verschlechtern dürfen:

1. Bei Verfahren mit Hochsilos und hohen Bergeräumen ein verstärkter Übergang zur mechanischen Förderung (Höhenförderer und Greiferanlagen zur Futtereinlagerung, Becherelevatoren u.ä. zur Körnerförderung) und Vermeiden von Fördergebläsen mit sehr hohem Leistungsbedarf (evtl. Abhilfe bereits durch Dosieranlage).
2. Sind aus produktionstechnischen Gründen trotzdem sehr leistungsstarke Fördergebläse für die Futtereinlagerung und leistungsbürftige Pumpen zur Flüssigmistförderung nötig, dann hierfür Einsatz des Schleppers und Antrieb über die Zapfwelle (evtl. gebrauchter stationärer Verbrennungsmotor).

3. Verlagerung leistungsstarker Verbraucher in Schwachlastzeiten durch Regeleinrichtungen wie Rundsteuerung, Schaltuhr etc. (z.B. für Mahl- und Mischanlage, Speicherheizung, Warmwasserbereitung u.a.m.).
4. Automatische Steuerung von Be- und Verarbeitungsvorgängen mit dem Ziel, leistungsschwache Anlagen mit längerer Laufzeit zu verwenden (z.B. automatische Mahl- und Mischanlage, kein Durchlauferhitzer sondern Speicher mit niedrigen Anschlußwerten zur Warmwasserbereitung, automatische Steuerung der Gülleumlagerung und -aufbereitung, der Futterentnahme u.a.m.).
5. Stärkere Wärmeerzeugung zur Trocknung und Klimatisierung durch Elektrogeräte möglichst vermeiden, da Elektroenergie für diese Anwendung in der Regel unwirtschaftlich (Übergang zu anderen Energiequellen, wie beispielsweise Heizöl).
6. Verhindern der gleichzeitigen Inbetriebnahme der leistungsstärksten Verbraucher durch zeitliche Verlagerung (zusätzliche Installationen mit Wahlschalter, Lastabwurf, Verriegelung und anderes mehr).

Vielfach führt nur eine diese Maßnahmen bereits zur erheblichen Verminderung des Leistungsbedarfes bzw. des tariflichen Anschlußwertes und damit zur Einsparung der Zuschläge zum Bereitstellungspreis, also zu einer Ermäßigung der Gesamtstromkosten. Sowohl Stromlieferanten als auch Stromverbraucher müssen mehr denn je daran interessiert sein, einen sinnvollen Einsatz des elektrischen Stromes zu erreichen. Auch bei der landwirtschaftlichen Verfahrenstechnik muß die Energie jedweder Form in Zukunft stärker als bisher in die Gesamtbetrachtung mit einbezogen werden.

- AEL: Berichte Landwirtschaft und Elektrizität,
Essen, Beethovenstr. 32
- Ayik, M.: Analyse des elektrischen Leistungs- und Energie-
bedarfes wichtiger Bereiche der Milchviehhaltung.
Diss. Weihenstephan 1975
- Bewer, E.: Energiebedarf und neue Stromtarife im Futter-
baubetrieb.
Landtechnik 5/1975
- Bundesministerium
für Wirtschaft: Die Elektrizitätswirtschaft in der BRD im Jahre
1975.
Elektrizitätswirtschaft Jg. 75 (1976) Heft 23
- Dohne, E.: Energiefragen in der Landwirtschaft.
Landtechnik 11/1975
- Faessler, P.: Entwicklungstendenzen der Agrartechnik aus
europäischer Sicht.
Landtechnik 7/1976
- Goll, W.: Neue allgemeine Tarife und ihre Auswirkungen
auf die Landwirtschaft
Speyer 1974
- Goll, W.: Verfahrenstechnische Probleme der Landwirt-
schaft - eine Analyse aus dem VDEW Forschungs-
auftrag
Hannover 1976
- Götz, W.: Untersuchung des Elektrizitätseinsatzes in
landw. Betrieben der Bundesrepublik Deutschland.
Diplomarbeit Weihenstephan 1975
- Haßfurter, R.,
Reisch, E.,
Wenner, H.L.,
Zähres, W,
Vogt, C.: Elektrizität Energie für die Landwirtschaft.
Symposium Darmstadt 1976
- Heyl, v. L.C.: Analyse des elektrischen Leistungs- und Energie-
bedarfes wichtiger Bereiche der Rinder- und
Schweinehaltung.
Diss. Weihenstephan 1975
- Mattig, H.W.: Wer Pumpen, Gebläse oder Mühlen kaufen will.
top agrar 9/1974

Tarife der verschiedenen Elektrizitäts-
versorgungsunternehmen der Bundesrepublik
Deutschland

Wenner, H.L.:

Probleme des elektrischen Leistungsbedarfes
und des Stromverbrauches in modernen Ver-
edelungsbetrieben.
AEL Darmstadt 1974

Verzeichnis der Veröffentlichungen 1.1.1977 - 31.12.1977

- Auernhammer, H.,
Schön, H.: Terminologie für die Arbeitszeiterfassung und Planzeiterarbeitung im
Landbau
Landtechnik 1 (1977), S. 27 - 30
- Auernhammer, H.: Nie war die Silomaisernte so problemlos wie heute
Lohnunternehmen 8 (1977), S. 376 - 380
- Auernhammer, H.: Silomaisernte - heute problemlos
Maisinformationen 2 (1977), S. 3 - 6
- Auernhammer, H.: Überbetriebliche Silomaisernte
Bayer. Landw. Wochenblatt 35 (1977), S. 12 - 15
- Auernhammer, H.: Nicht allein Preis und PS müssen beim Schlepper stimmen
Badische Bauernzeitung 47 (1977), S. 20 - 22
- Auernhammer, H.,
Schön, H.,
Wätjen, H.R.: Eine Methode zur Ermittlung der Sichtverhältnisse an Ackerschleppern
Landtechnik 12 (1977), S. 497 - 500
- Beibl, A.: Wir bauen einen Werkstisch
top agrar 10 (1977), S. 106 - 107
- Boxberger, J.,
Langenegger, G.: Trockenfütterungsanlagen für Schweine
DLZ 28 (1977), H. 1, S. 30 - 33
- Boxberger, J.: Zur Beurteilung technischer Verfahren bei der Fütterung von Mastschweinen
Landtechnik 32 (1977) H. 1, S. 12 - 15
- Boxberger, J.,
Langenegger, G.: Flüssigfütterungsanlagen für Schweine
DLZ 28 (1977) H. 2, S. 141 - 144
- Boxberger, J.: Bodenbeläge - weich oder hart?
Bayer. Landw. Wochenblatt 167 (1977) H. 7, S. 20 - 22
- Boxberger, J.,
Langenegger, G.: Keine neuen Stallsysteme - aber viele Detailverbesserungen
Agrar-Übersicht 28 (1977) H. 6, S. 300 - 302
- Boxberger, J.,
Langenegger, G.,
Blanken, G.: Entmisten - flüssig
AID-Schrift Nr. 396 (Neuaufgabe)
AID-Bonn - Bad Godesberg 1977
- Boxberger, J.,
Metzner, R.,
Mittrach, B.: Bauvorschläge für Rinderkrippen
DLZ 28 (1977) H. 9, S. 875 - 880
- Boxberger, J.: Tiergemäße Haltungsformen für Milchkühe
Zuchtwahl und Besamung 83 (1977), S. 3 - 5
- Boxberger, J.: Ställe für die Rindermast
Bauen für die Landwirtschaft (1977) H. 2, S. 27 - 30
- Boxberger, J.,
Lasson, E.: Anforderungen an Härte und Verschleißfestigkeit von Stallmatten
in Manuskriptdruck: Kunststoffe im Weinbau und in anderen Einsatzgebieten
des Landbaues (1977) S. 91 - 98, KTBL Darmstadt
- Boxberger, J.,
Lasson, E.: Härteanforderungen stehender, abliegender und liegender Rinder an den Boden
in: Aktuelle Fragen zur artgerechten Nutztierhaltung
Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, (1977)
- Boxberger, J.: Wie der Ferkelstall, so der Zuchterfolg
DLZ 28 (1977) H. 12, S. 1230 - 1231
- Boxberger, J.: Technik in der Bullenmast
in: Handbuch der tierischen Veredelung 78 (1977) Verlag Kamlage, Osnabrück
- Englert, G.: Auf das richtige Stallklima kommt es an
Bayer. Landw. Wochenblatt, 167 (1977), Nr. 7, S. 15
- Englert, G.: Baustoffe zur Wärmedämmung unter der Lupe
Bayer. Landw. Wochenblatt, 167 (1977) Nr. 9, S. 30

- Englert, G.: Beständigkeit von Kunststoff-Abdichtplanen gegenüber Flüssigmist
Kunststoffe, 67 (1977), Nr. 5, S. 292
- Englert, G.: Neuere Ergebnisse bei der Erprobung von Foliengruben zur Güllelagerung
KTBL-Schrift "Kunststoffe im Weinbau" (1977), S. 99
- Englert, G.: Wärmedämmstoffe im Vergleich
Badische Bauernzeitung, 30 (1977), Nr. 46, S. 20
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Zwei Arten Kunststoffplatten richtig verarbeitet
Bayer. Landw. Wochenblatt, 167 (1977), Nr. 11, S. 36
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Baumaterialien-Preisspiegel: Verstärkte Folien und kunststoffbeschichtete
Gewebe
top agrar (1977), Nr. 3, S. 108
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Gute Wärmedämmung durch Platten aus Styropor
Bayer. Landw. Wochenblatt, 167 (1977), Nr. 14, S. 20
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Mineralfasern - im Stallbau ein bewährter Dämmstoff
Bayer. Landw. Wochenblatt, 167 (1977), Nr. 15, S. 24
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Baumaterialien-Preisspiegel: Lichtplattenwellprofil
top agrar (1977), Nr. 4, S. 97
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Kunststoffplatten halten die Ställe warm
Hann. Land- und Forstwirtsch. Zeitung, 130 (1977), Nr. 17, S. 20
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Eine Hartschaumplatte mit ausgezeichneter Wärmedämmung
Bayer. Landw. Wochenblatt, 167 (1977), Nr. 19, S. 20
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Wärmedämmung mit Stein
Bayer. Landw. Wochenblatt, 167 (1977) Nr. 20, S. 22
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Stroh - ein Wärmedämmstoff
Bayer. Landw. Wochenblatt, 167 (1977) Nr. 25, S. 30
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Klebeband schließt Folienrisse
Bayer. Landw. Wochenblatt, 167 (1977) Nr. 41, S. 19
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Baumaterialien -Preisspiegel: Kunststoff-Folien, unverstärkt
top agrar, (1977) Nr. 10, S. 108
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Zur Wärmedämmung im Stall gibt es viele gute Lösungen
Bayer. Landw. Wochenblatt, 167 (1977) Nr. 45, S. 14
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Styropor - stalltauglich verpackt
top agrar, (1977), Nr. 11, S. 78
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Baumaterialien-Preisspiegel: Wärmedämmte Lichtplatten, Winkelverbinder
top agrar, (1977) Nr. 11, S. 81
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Silofolien, schnell und sicher repariert
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe, 134 (1977) Nr. 47, S. 25
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Die fachgerechte Lösung von Dämmproblemen
Badische Bauernzeitung, 30 (1977), Nr. 48, S. 24
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Der PUR-Hartschaum hat sehr gute Eigenschaften
Badische Bauernzeitung, 30 (1977) Nr. 50, S. 21
- Englert, G.,
Neuhauser, J.: Eine Mehrschichtplatte mit Styropor
Badische Bauernzeitung 30 (1977), Nr. 52, S. 16
- Estler, M.: Maisbestellung mit hoher Leistung und verringertem Aufwand
Feld und Wald, 96 (1977) H. 10, S. 12 - 14
- Estler, M.: Schwergrubber oder Pflug?
Agrar-Übersicht, 28 (1977), H. 11, S. 604 - 605

- Estler, M.: Technik der Bodenbearbeitung I
Schriftenreihe des RKL, Nr. 4.1.1.1.0, Seite 161 - 244 (1977)
- Estler, M.: Bestellung nach Sommertief Furche
KTBL-Schrift 212 "Neuzeitliche Bestelltechnik" Darmstadt (1977), S. 62 - 76
- Estler, M.: Womit werden Maispflanzen gepflegt?
Lohnunternehmen 32 (1977), H. 4, S. 192 - 193
- Estler, M.: Harvesting methods for silage and grain maize
Annals of Applied Biology 87 (1977), S. 281 - 284
- Estler, M.: Bodenbearbeitung und Bestelltechnik nach der Körnermaisernte
DLG-Mitteilungen, 92 (1977), H. 20, S. 1115 - 1116
- Estler, M.: Bestellung und Saat bei Getreide, Mais und Zuckerrüben - verbesserte
Gerätetechnik
Landtechnik von morgen, H. 16 (1977) S. 19 - 32
- Estler, M.,
Kromer, K.-H.: Maisstroh statt Heu füttern?
dlz 28 (1977), H. 9, S. 838 - 841
- Freiberger, F.,
Weber, W.: Mechanisierung in der Milchgewinnung im Laufstall
Feld und Wald, Betriebsleiterschulung 05/07/003 (1977) Nr. 1, S. 9 - 10
- Grimm, K.: Maiskolbenernte mit dem Pflückschroter; ein neues Ernte- und Konservierungs-
verfahren für Körnermais
Badische Bauernzeitung 30 Jg. (1977) H. 37
- Grimm, K.: Lieschkolbenschrot - Das Produkt eines neuen Körnermais-Ernteverfahrens
Landtechnik 32. Jg. (1977) H. 10, S. 414 - 422
- Hofstetter E.M.,
Arias, G.,
Reiner, L.: Der Braugerstenanbau in Südamerika
Brauwelt (1977) 24
- Hofstetter, E.M.: Verbrennungstechnische Untersuchungen an Getreidestroh
KTBL-Schrift Nr. 220 (1977), S. 138 - 146
- Hofstetter, E.M.,
Strehler, A.: Energiegewinnung aus Stroh und Abfallholz
Erstes Deutsches Sonnenforum 26. - 28.9.1977, Kongreßzentrum Hamburg,
Tagungsbericht Bd. 3, S. 155 - 165
- Hofstetter, E.M.: Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Getreidestroh
Landtechnik 11 (1977) S. 462 - 464
- Hofstetter, E.M.,
Strehler, A.: Energiegewinnung aus Stroh
Endbericht für das BMFT, Schriftenreihe Landtechnik 8 (1977) 193 S.
- Krinner, L.: Die Lose-Dünger-Kette
Esso-Landkurier (1977) H. 1, S. 25 - 28
- Krinner, L.: Hofschlepper zur Mechanisierung der Innenwirtschaft
Mitteilungen der DLG 92 (1977) H. 10, S. 557 - 558
- Krinner, L.: Was kostet das Streuen von Kalk?
dlz 28 (1977) H. 8, S. 746 - 751
- Krinner, L.: Wendig, vielseitig - aber nicht billig
(Hofschlepper-Einsatz)
top agrar (1977) H. 4, S. 68 - 69
- Kromer, K.-H.: Berechnungsmaschinen-Verkaufsschlager der Saison
top agrar 1 (1977) S. 45 - 48
- Kromer, K.-H.: Feldberegnung = bessere Qualität, mehr und sicherer Ertrag
Landw. Wochenblatt Nr. 22 (1977) S. 12 - 14
- Kromer, K.-H.,
Schurig, M.: Kurzschnittladewagen statt Feldhäcksler
top agrar 3 (1977) S. 96 - 100
- Kromer, K.-H.,
Schurig, M.: Geschnittenes Futter für Trog und Silo
Landw. Wochenblatt, 134. Jg., S. 26 - 27

- Kromer, K.-H.,
Labowsky, H.-J.,
Lechner, H.: Einzelkornsaat von Kohlgemüse und Kopfsalat im Freiland
Gemüse Nr. 5 (1977) S. 156 - 160
- Kromer, K.-H.,
Lechner, H.: Überbetrieblicher Maschineneinsatz im Feldgemüsebau
DLG Mitteilungen 7 (1977) S. 293 - 296
- Kromer, K.-H.,
Lechner, H.: Anwendung von PE-Folie aus technischer Sicht
Deutscher Gartenbau Nr. 8 (1977) S. 284 - 285
- Kromer, K.-H.,
Schurig, M.: Ballenförderer-Anlagen
dlz 7 (1977) S. 560 - 563
- Maier, L.,
Wagner, M.: Techniken für die Silageentnahme
Landtechnik 31 (1977) H. 10, S. 430 - 434
- Metzner, R.: Trinkverhalten des Rindes und seine Auswirkungen auf die Gestaltung
von Tränkebecken
KTBL Bericht 223 Artgerechte Nutztierhaltung Darmstadt 1977
- Metzner, R.,
Zirngibl, O.: Überlegungen vor dem Kauf eines Reinigungs- und Desinfektionsgerätes
DLZ 28 (1977) S. 458 - 562
- Metzner, R.,
Boxberger, J.,
Zirngibl, O.: Lockt das blaue Licht?
Erfahrungen mit elektrischen Insektentöttern
DLZ 28 (1977) S. 463 - 464
- Metzner, R.,
Boxberger, J.: Selbsttränken für Rinder
DLZ 28 (1977) S. 597 - 600
ALB Arbeitsblatt 02.18.01
- Metzner, R.: Welcher Krippentyp schmeckt den Rindern?
Bayer. Landw. Wochenblatt 167 (1977) Nr. 36, S. 16 - 18
- Metzner, R.: Kurzstandaufstallung - ausgereift und tiergemäß?
Der Tierzüchter 29 (1977) S. 408 - 410
- Mitterleitner, J.: Die "Großen" sind auf dem Siegesmarsch
Agrar-Übersicht (1977) H. 3, S. 132 - 135
- Perwanger, A.,
Mitterleitner, J.: Rund oder eckig - wie hätten Sie es gern?
Lohnunternehmen (1977) H. 4, S. 198 - 208
- Perwanger, A.,
Mitterleitner, J.: Schlagkräftige Halmgutbergung mit Großballenpressen
Landtechnik (1977) H. 5, S. 196 - 201
- Perwanger, A.: Nicht so, sondern so rottet man Stroh
dlz (1977) H. 6, S. 556 - 559
- Perwanger, A.: Auch für kleinere Betriebe sind Großballen interessant
Schwäbischer Bauer (1977) H. 25, S. 22 - 24
- Perwanger, A.: Auch für kleinere Betriebe sind Großballen interessant
Schwäbischer Bauer (1977) H. 26, S. 17 - 18
- Perwanger, A.,
Mitterleitner, J.: Haben Großballen eine Chance?
Der Tierzüchter (1977) H. 7, S. 320 - 322
- Perwanger, A.,
Mitterleitner, J.: Transport, Lagerung und Verarbeitung von Großballen
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe (1977) H. 29, S. 20 - 21
- Perwanger, A.: Möglichkeiten der Strohverwertung:
Zerkleinern, Verteilen und Einarbeiten
KTBL-Schrift Nr. 220 (1977) S. 21 - 37
- Perwanger, A.: Möglichkeiten der Strohverwertung:
Strohaufwertung in Häckslern, Mischern und Walzenpressen
KTBL-Schrift Nr. 220 (1977) S. 109 - 117
- Perwanger, A.,
Mitterleitner, J.: So können Sie das Stroh auf dem Feld zerkleinern und einarbeiten
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe (1977) H. 31, S. 22 - 24
- Perwanger, A.,
Mitterleitner, J.: Großballen und was hinterher?
Agrar-Übersicht (1977) H. 8, S. 418 - 422

- Pirkelmann, H.: Neue Aspekte bei der Lagerung und Verfütterung von Futterrüben
DLG-Mitteilungen (1977) H. 1, S. 6 - 7
- Pirkelmann, H.: Mit weniger Mühe vom Lager zum Trog
Hannoversche Land- u. Forstwirtschaftliche Zeitung 130 (1977) H. 6, S. 26 - 28
- Pirkelmann, H.: Neue Aspekte bei der Lagerung und Verfütterung von Futterrüben
Die Milchpraxis 15 (1977) H. 1, S. 25 - 27
- Pirkelmann, H.,
Schulz, H.: Boden - richtig für Box und Gasse
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe 134 (1977) Nr. 8, S. 34 - 35
- Pirkelmann, H.: Bauliche und technische Hilfsmittel sparen Zeit und sind demnach pferdegerecht
Reiter und Pferde in Westfalen 2 (1977) Nr. 4, S. 12 - 13
- Pirkelmann, H.: Herstellung und Verfütterung von Rübenblattsilage
Deutsche Zuckerrübenzeitung 13 (1977) Nr. 4
- Pirkelmann, H.: Mit Kunststoff-Folien gegen versumpfte Reitplätze
Reiter und Pferde in Westfalen 2 (1977) Nr. 7 S. 26 - 27, Nr. 8 S. 35
- Pirkelmann, H.: Vom Silo bis in den Futtertrog
(Technik der Fütterung von Maissilage im Rinderstall)
Mais (1977) H. 4, S. 14 - 16
- Pirkelmann, H.,
Schürzinger, H.: Ernte, Lagerung und Verfütterung von Futterrüben
Landtechnik 32 (1977) H. 9, S. 368 - 372
- Pirkelmann, H.: Schlämperei zahlt sich nicht aus
Was ist bei der Silierung und Fütterung von Rübenblatt zu beachten?
Agrar-Übersicht 28 (1977) H. 9, S. 486 - 489
- Pirkelmann, H.: Futterrüben lagern und füttern
top agrar (1977) H. 10, S. R 23 - R 26
- Pirkelmann, H.,
Wagner, M.: Kraftfutter füttern per Funk
top agrar (1977) H. 10, S. R 12 - R 16
- Pirkelmann, H.,
Maier, L.: Sternradfräse, ein neues System zur Obenentnahme von Silage
dlz 28 (1977) H. 11, S. 1086 - 1090
- Pirkelmann, H.: Technische Lösungen der Futterentnahme aus Vorratsbehältern
Der Tierzüchter 29 (1977) H. 12, S. 541 - 544
- Pirkelmann, H.: Rübenfütterung wurde einfacher
Bay. Landw. Wochenblatt 167 (1977) Nr. 51/52, S. 24
- Rittel, L.: Bauen mit großformatigen Steinen I (Ziegelsteine)
top agrar 2 (1977) S. 84 - 89
- Rittel, L.: Bauen mit großformatigen Steinen II (Beton- und Blähtonsteine)
top agrar 3 (1977) S. 104 - 107
- Rittel, L.: Bauen mit großformatigen Steinen III (Bims-, Gasbeton-, Kalksand- und
Holzbetonmantelsteine)
top agrar 4 (1977) S. 92 - 95
- Rittel, L.: Mit Maßband, Schlauchwaage und Winkel
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe 25 (1977) 134. Jg. S. 20 - 21
- Rittel, L.: Maschinenhallen - zweckmäßig und preiswert
Praktische Landtechnik 8 (1977) 30. Jg., S. 244 - 247
- Rittel, L.: Konstruktive Probleme, Material- und Arbeitsaufwand bei ausgewählten
Holzkonstruktionen
Bayer. Landw. Jahrbuch 6 (1977), S. 739 - 750
- Rittel, L.: Planung und Errichtung von Lagerhallen
Ernährungsdienst 133 (1977), 32. Jg.
- Schön, J.,
Freiberger, F.: Der Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge in der Praxis
Landtechnik 21 (1977) H. 12, S. 531 - 536
- Schön, H.,
Rubitschek, P.: Arbeitsorganisation bei spezialisierter Milchviehhaltung
DLG-Manuskriptdruck 025 Jan. (1977), 18 Seiten

- Schön, H.: Landwirtschaftliche Forschung - Aufgaben und Ziele
DLG-Mitteilungen 91 (1976) H. 24, S. 1308 - 1309
- Schön, H.,
Freiberger, F.: Teilautomatisierte Melkzeuge im Vergleich
Der Tierzüchter 29 (1977) H. 2, S. 78 - 82
- Schön, H.: Zu große Melkstände?
Die Milchpraxis 15 (1977) H. 2, S. 18 - 21
- Schön, H.,
Freiberger, F.: Arbeitswirtschaftliche und verfahrenstechnische Einordnung teilautomatisierter
und programmgesteuerter Melkanlagen
in: "Probleme moderner Melktechnik" KTBL-Schrift 217 (1977) S. 92 - 112
- Schön, H.,
Zäh, H.: Gebäudefunktion und Arbeitszeitbedarf im Milchvieh-Liegeboxenstall
DLG-Mitteilungen 92 (1977) H. 17, S. 979
- Schön, H.: Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen über den Einsatz moderner Melkverfahren
6. jugoslanski mednarodni simpozij Portoroz
5. - 7. Okt. 1977, S. 415 - 429
- Schön, H.,
Freiberger, F.: So können Sie ihre Melkarbeit überprüfen
top agrar (1977) H. 12, S. R 6 - R 11
- Schön, H.: Melkarbeit und Melkverfahren
in: "Handbuch der tierischen Veredelung 1978" Kamlage Verlag 1977 S.
- Schönhammer, H.: Bodenbearbeitung um Frühjahr
Der Landmaschinen-Fachbetrieb 1 (1977) S. 13 - 16
- Schönhammer, H.: Gutes Packen hilft der Saat
Land und Garten 3 (1977), S. 11
- Schönhammer, H.: Kreiseln, rütteln oder taumeln?
Land und Garten 6 (1977) S. 11
- Schönhammer, H.: Bodenbearbeitung im Frühjahr
Land und Garten 4 (1977) S. 10
- Schulz, H.: Billiger bauen mit Rundholzverbindern
Chemie und Technik in der Landwirtschaft 1 (1977) S. I - III
- Schulz, H.: Bauen mit Kastenträgern
top agrar 1 (1977) S. 59 - 63
- Schulz, H.: Kostengünstige Maschinen- und Lagerhallen
Landtechnik von Morgen Nr. 16 der Schlüterwerke Freising S. 40 - 51
- Schulz, H.,
Pirkelmann, H.: Pferdeboxen können nicht groß genug sein
Reiter und Pferde in Westfalen 2 (1977)
- Schulz, H.: In Weihenstephan erprobt: Baukostensenkung durch Selbsthilfe
Ausbildung und Beratung 2 (1977) S. 27 - 30
- Schulz, H.: Silofolien richtig kaufen und richtig behandeln
top agrar 4 (1977) S. 44 - 46
- Schulz, H.: Eine billige Ganzdachkonstruktion aus Rundholz und Rundholzverbindern
Der Bayerische Schafhalter (1) 2 (1977)
- Schulz, H.: Preiswerte Maschinen- und Lagerhallen aus Holz
Landtechnik 3 (1977) S. 123 - 128
- Schulz, H.: Die Strohbergung mit der Großballenpresse
Praktische Landtechnik 5 (1977) S. 145 - 147
- Schulz, H.: Das Einarbeiten von Stroh
Praktische Landtechnik 6 (1977) S. 186 - 188
- Schulz, H.: Großballenpressen werden sich durchsetzen
Mitteilungen der DLG 9 (1977) S. 514 - 517

- Schulz, H.: Weihenstephaner Selbsthilfekonstruktionen für Schafställe
Manuskriptdruck, "Der Schafstall".
Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft Frankfurt, März 1977
- Schulz, H.: Aktuelle Möglichkeiten der Strohbergung und Strohverwertung
Schriftenreihe der Österreichischen Gesellschaft für Land- und Fortwirts-
schaftspolitik, Wien 1977, S. 104 - 117
- Schulz, H.: Neuzeitliche Strohbergeverfahren und ihre Folgetechnik
KTBL-Schrift Nr. 220, S. 73 - 84
Kuratorium für Technik und Bauen in der Landwirtschaft, Darmstadt 1977
- Schulz, H. (Hrsg.),
Englert, G.,
Neuhauser, J.,
Rittel, L.,
Schürzinger, H.: top agrar extra: "Mach es selbst!" Aktuelle Baustoffe und Baumethoden
für den Landwirt. Teil II Landwirtschaftsverlag Münster Hiltrupp (1977)
57 S.
- Schulz, H.: Sonnenenergie in Haus und Hof
top agrar 6, 7, 8 u. 9 (1977) erschienen auch als top agrar Extra mit
gleichem Titel, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup (1977) 21 S.
- Schulz, H.: Solartechnik in der Landwirtschaft
Tagungsbericht zum 1. Deutschen Sonnenforum der Deutschen Gesellschaft
für Sonnenenergie München 1977, Band III, S. 207 - 225
- Schulz, H.: Baustoffprobleme in der Landwirtschaft
DLZ 9 (1977) S. 848 - 853
- Schulz, H.: Kostengünstige Maschinen- und Lagerhallen zum Selbermachen
Bayer. Bauernkalender für 1978, S. 151 - 157, BLV-Verlag München 1977
- Schulz, H.: Neuentwickelte Holzbauweisen für Selbsthilfe und ländliche Zimmerer
Bayer. Landwirtschaftliche Jahrbuch 1977, Heft 6, S. 730 - 739
BLV-Verlag München 1977
- Schulz, H.: Wir bauen eine Ganzdachhütte mit Rundholz und Rundholzverbindern
top agrar 12 (1977) S. 82 - 84
- Schurig, M.: Einlagerungsleistung und Leistungsbedarf beim Befüllen von Hochsilos
mit Fördergebläsen
Grundlagen der Landtechnik, Bd. 27 (1977) Nr. 2, S. 41 - 45
- Schurig, M.: Neuere Möglichkeiten der mechanischen Aufbereitung von Wiesengras zur
Verkürzung der Feldtrocknungsphase
DLZ 4 (1977) S. 328 - 332
- Schurig, M.: Leistungsfähige Geräte zur Hochsilobefüllung
Agrartechnik International 4 (1977) S. 11 - 12
- Schurig, M.: Die optimale Häcksellänge von Silomais
in: mais 3 (1977) S. 8 - 10
- Schurig, M.: Silomais: Technik der Ernte und Lagerung
DLG Mitteilungen 17 (1977) S. 944 - 946
- Stanzel, H.,
Worstorff, H.: Untersuchungen zur Bewegung des Zitzengummis in Abhängigkeit von Einfaltdruck,
Pulszyklus und Vakuumhöhe in Melkanlagen
Grundlagen der Landtechnik Bd. 27 (1977) Nr. 1, S. 8 - 12
- Stanzel, H.: Elektronische Waage zur Bestimmung der Erntemengen auf einem Futterparzellenernter.
Institutsbericht 1977
- Stanzel, H.,
Worstorff, H.: Vergleichende Prüfung von Geräten zur Messung der Saugtaktendifferenz bei
Pulsatoren in Melkanlagen
Institutsbericht für den LAV Januar 1977
- Stanzel, H.: Ein Plattengerät zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit nach DIN 52 616
Institutsbericht 1977
- Stanzel, H.,
Worstorff, H.: Meßgeräte zur Melkanlagenprüfung
Zt. Tierzüchter (1977) H. 10, S. 455 - 456

- Strehler, A.,
E.-M. Hofstetter: Heizen und Trocknen mit Stroh und Holz
Landw. Wochenblatt Westfalen/Lippe 5. (1977) S. 28 - 31
- Strehler, A.: Die Trocknung kommt per Achse
Lohnunternehmen in Land- und Forstwirtschaft 5. (1977) S. 246 - 248
- Strehler, A.: Energiesparende Trocknungssysteme
Landtechnik 6. (1977) S. 249 - 253
- Strehler, A.: Wie Körnermais getrocknet werden kann
Landw. Wochenblatt Westfalen/Lippe, H. 37 (1977) S. 24 - 27
- Strehler, A.: Saatgutaufbereitung
DLG-Mitteilungen 5. (1977) S. 511 - 513
- Strehler, A.,
E.-M. Hofstetter: Heizenergie aus Biomasse
Sanitär- und Heizungstechnik, Kramer-Verlag, 11 (1977) S. 911 - 912
- Strehler, A.: Technik des Verheizens von Stroh
KTBL-Schrift 220 (1977) S. 147 - 157
- Strehler, A.,
E.-M. Hofstetter: Stroh von 5 Hektar - und den Schah von Persien vergessen
top agrar 5 (1977) S. 78 - 81
- Strehler, A.,
E.-M. Hofstetter: Untersuchungen über verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Stroh
Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, H. 2 (1977) 300 Seiten
- Strehler, A.: Konservierung von Körnermais
AID 378; Neuauflage (1977) 32 Seiten
- Strehler, A.: Saatgutaufbereitung und Förderung
Gesunde Saat - gute Erträge, GTZ-Selbstverlag Eschborn (1977) S. 62 - 79
- Weber, W.: Zuordnung neuer Melkverfahren
Der Tierzüchter 11 (1977) S. 478 - 482
- Weber, W.: Untersuchungen zum Einfluß der melkmaschinentechnischen Parameter Vakuumhöhe,
Pulszahl und Länge der Saugphase auf die Milchabgabe der Kuh
Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der
Max-Eyth-Gesellschaft Nr. 21, Dissertation, Technische Universität München-
Weihenstephan 1977
- Wenner, H.L.: Entwicklungstendenzen in der Melktechnik
Bauen und Technik in der Milchviehhaltung, H. 17, Schriftenreihe d. ABTL-
Nordrhein/Westf. (1977) S. 25 - 36
- Wißmüller, K.: Wollen Sie Ihren Melkstand selber bauen?
top agrar H. 4 (1977) Ausgabe S/R
- Worstorff, H.,
Schön, H.,
Weber, W.: Teilautomatisierte Melkanlagen, Typentabelle
KTBL Arbeitsblatt Nr. 0156
- Worstorff, H.,
Hoefelmayer T.: Zur Strömungstechnik der Melkeinheit
Milchwissenschaft 32,7 (1977) S. 385 - 390
- Worstorff, H.: Freie Fettsäuren in der Milch
top agrar 6 (1977) S. R21 - R23
- Worstorff, H.: Moderne Melktechnik, Management Trainign
Mitteilungen der DLG 18 (1977) Innentitel
- Worstorff, H.: Stabiles Vakuum im Melkzeug
Landtechnik 7 (1977) S. 374 - 376
- Worstorff, H.: Möglichkeiten zur Vakuumstabilisierung beim maschinellen Milchentzug
Für Schule und Beratung 11 (1977) S. IV 1 - 3
- Worstorff, H.: Experimentelle Untersuchungen zur Stabilisierung des Vakuums in der Melkeinheit
Habilitationsschrift TU München-Weihenstephan, MEG-Schriftenreihe Heft 23,
147 Seiten

- Zeisig, H.D.,
Kreitmeier, J.,
Franzspeck, J.:
Untersuchungen über Erdfilter zur Verringerung der Geruchsbelästigung aus
Tierhaltungen
Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, H. 1, Freising 1977 (Selbstverlag)
- Zeisig, H.D.,
Kreitmeier, J.:
Erdfilteranlagen - eine Bau- und Betriebsanleitung
Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München 1977
- Zeisig, H.D.:
Technische Möglichkeiten zur geruchsarmen Beseitigung von Exkrementen aus
Intensivtierhaltungen
Gesundheits-Ingenieur, 98. Jhrg. (1977) S. 307 - 312

Verzeichnis der wesentlichsten Vorträge 1.1.1977 - 31.12.1977

- Auernhammer, H.: Die Landwirtschaft von Israel
Verband landw. Fachschulabsolventen in Burgsalach am 6.1.1977
- Auernhammer, H.: Moderne Ernteverfahren für Silo- und Körnermais
Tagung der bayr. Lohnunternehmer in Weihenstephan am 3.2.1977
- Auernhammer, H.: Landtechnik und Flurbereinigung
Flurbereinigungsdirektion Bamberg am 14.2.1977
- Auernhammer, H.: Kriterien zur Auswahl deterministischer oder stochastischer Arbeitszeit-
kalkulationsmethoden
4. Arbeitswissenschaftliches Seminar in Weihenstephan am 29.3.1977
- Auernhammer, H.,
Schön, H.: Grundsätzliche Überlegungen bei der Erarbeitung der neuen Terminologie
für die Arbeitswissenschaft des Landbaues
4. Arbeitswissenschaftliches Seminar in Weihenstephan am 29.3.1977
- Auernhammer, H.,
Schön, H.,
Wätjen, H.R.: Ein methodischer Versuch zur Ermittlung der Sichtverhältnisse an Acker-
schleppern
4. Arbeitswissenschaftliches Seminar in Weihenstephan am 20.10.1977
- Auernhammer, H.: Anforderungen der Arbeitswirtschaft an die Flurbereinigung
Staatsinstitut für Beraterfortbildung in München am 19.10.1977
- Auernhammer, H.,
Worstorff, H.: Zur Stabilisierung des Vakuums in der Melkeinheit
6. Int. Symposium "Modern Milk Produktion and Milk Processing" in Portoroz
Jugoslawien vom 5. - 7.10.1977
- Boxberger, J.: Milchviehställe im Vergleich
VLF Erding am 12.1.1977
- Boxberger, J.: Neuheiten auf dem Gebiet der Rinderställe
VLF Nördlingen am 17.1.1977
- Boxberger, J.: Tiergemäße Stallformen für Milchkühe
Fortbildungstagung der Vereinigung nordbayerischer Tierärzte,
Neustadt/Aisch, 30.4.1977
- Boxberger, J.: Untersuchungen zur Trinkwasserversorgung von Rindern
Seminar Tierproduktion, Universität Gießen am 3.5.1977
- Boxberger, J.: Fütterungsverfahren in der Mastschweineproduktion
Schulungstagung der Bayer. Landessiedlung in Pfaffenhofen am 26.5.1977
- Boxberger, J.: Zweckmäßige Ausbildung von Stand- und Liegeflächen für Milchkühe
Tagung der Referenten für Landtechnik und Bauwesen in Köln am 13.6.1977
- Boxberger, J.: Verbesserte Stallformen für die Ferkelproduktion
Seminar der Arbeitsgemeinschaft Niederösterreichischer Tierzuchtverbände in
Wien am 27.9.1977
- Boxberger, J.: Flüssigmist und Technik
Seminar der Landwirtschaftskammer Kiel in Futterkamp am 4.10.1977
- Boxberger, J.: Tiergemäße Stalleinrichtungen für Milchkühe
Landtechnische Jahrestagung in Freising am 6.12.1977
- Englert, G.: Baustoffprüfung im Bereich der Landwirtschaft: Probleme, Methoden, Ergebnisse
Industrie- und Arbeitsgespräch
Baustoffe in der Landwirtschaft am 24.5.1977 in Weihenstephan
- Englert, G.: Aus den Arbeiten der neuen Prüf- und Entwicklungsstelle für Baustoffe in der
Landwirtschaft an der Landtechnik Weihenstephan
Jahrestagung 1977 der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft am
6.10.1977 in Opladen
- Englert, G.: Wärmedämmung von Stallgebäuden
Landtechnische Jahrestagung 1977 am 6.12.1977 in Freising

- Estler, M.: Neue Wege in der Konstruktion und Anwendung von Traktoren im landw. Betrieb
Landwirtschaftliche Fachschule Otterbach, Schärding/OÖ. 14.1.1977
- Estler, M.: Neue Verfahren in der Saatbettherrichtung und Aussaat bei Getreide, Mais
und Hackfrüchten
Niederbayerische Erzeugerringe für Saat- und Pflanzgut und Qualitätsgetreide,
Landshut am 2.2.1977
- Estler, M.: Leistungsfähige Saat- und Pflügetechnik bei Körner- und Silomais
Lohnunternehmer-Fachtagung, Weihenstephan am 3.2.1977
- Estler, M.: Bestell- und Sätechnik im Getreidebau
Schlüter-Unternehmerseminar, Freising am 23.2.1977
- Estler, M.: Voraussetzungen und Grenzen der Minimal-Bodenbearbeitung
Fortbildungstagung der Fachlehrer an Landmaschinenschulen, Triesdorf am 2.6.1977
- Estler, M.: Entwicklungstendenzen der modernen Landwirtschaft in der Landtechnik
Arbeitsseminar "Agrarpolitik" der Hanns-Seidel-Stiftung, Wildbad Kreuth am 13.6.1977
- Estler, M.: Der Schwergrubber - ein Spezial - oder Universalgerät für die Bodenbearbeitung?
Schlüter-Informationstagung, Freising am 4.10.1977
- Estler, M.: Minimal-Bodenbearbeitung - Voraussetzungen und Grenzen
Fortbildungslehrgang der Landw.-Kammer Kiel, Futterkamp am 6.10.1977
- Estler, M.: Verfahrenstechnik der Bodenbearbeitung und Bestellung nach der Maisernte
Herbsttagung des Dtsch. Maiskomitees, Riedstadt-Wolfskehlen am 12.10.1977
- Estler, M.: Neue verfahrenstechnische Erkenntnisse bei der Maisbestellung
Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan, Freising am 6.12.1977
- Grimm, K.: Technische Möglichkeiten beim Einsatz selbstfahrender Feldhäcksler
Lohnunternehmer-Verband Bayern, Fachtagung in Weihenstephan am 3.2.1977
- Grimm, K.: Lieschkolbenschrot, das Produkt eines neuen Körnermais-Ernteverfahrens und die
dazu erforderlichen baulich-technischen Einrichtungen
Arbeitsverfahren bei der Körnermaisernte ALB-Tagung in Stuttgart-Hohenheim
am 24.2.1977
- Grimm, K.: Die Trocknung von Maislieschkolbenschrot - Erfahrungen mit einem neuen Ernte-
und Aufbereitungsverfahren von Mais
Maschinenring Wagrten, Lübbersdorf/Damlos am 20.5.1977
- Grimm, K.: Körnermais-Ernteverfahren mit dem Pflückhäcksler - Produkt Lieschkolbenschrot
Vortrag anlässlich der Internationalen Maistagung in Ames/Towa/USA am 29.9.1977
- Grimm, K.: Maiskolbenernte mit dem Pflückhäcksler
Produkt Lieschkolbenschrot, VDI-Tagung Braunschweig am 3.11.1977
- Kreitmeier, J.: Lüftung und Heizung von Schweineställen sowie Möglichkeiten des Geruchsabbaues
bei der Stalllüftung und in der Güllelagerung und -ausbringung.
Tagung des Schweinemastrings am 8.3.1977
- Krinner, L.: Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von mobilen Geräten für Hoftransporte
MR-Starnberg, Jahrestagung am 25.2.1977 in Andechs
- Krinner, L.: Ein Vorschlag zur Ermittlung und Aggregation von landw. Baudaten für die Bau-
preisermittlung
Gesellschaft für Arbeitswissenschaften im Landbau e.V.
Seminar am 29.3.1977 in Freising.
- Krinner, L.: Verfahrenstechnische Einordnung verschiedener Kalkstreuketten
Landmaschinenschule Triesdorf und Bayer. Düngekalkgesellschaft
Kalkfachtagung 1977 am 23.6.1977 in Triesdorf
- Kromer, K.-H.: Aspekte der mechanischen Ausbringung und des Abräumens von Folie im Freiland
Internat. Frühjahrstagung der Sektion Gartenbau und Sonderkulturen der GKL
am 6.6.1977 in Antwerpen/Belgien
- Kromer, K.-H.: Aktuelle Berechnungsverfahren
Thema während eines Lehrgangs des Staatsinstitutes für Fortbildung der landw.
Lehr- und Beratungskräfte am 23.6.1977 in Bayreuth

- Kromer, K.-H.: Biotechnische Eigenschaften und ihre Veränderung durch Ernte, Sortierung, Transport
89. VDLUFA-Kongreß in Aachen 19. - 24.9.1977
- Kromer, K.-H.: Maschinenernte von Wurzel- und Fruchtgemüse
Int. Tagung für Landtechnik in Novi Sad 29.9. - 1.10.1977
- Kromer, K.-H.,
Dallinger, J.: Erntetechnik und Verfütterung von Körnermaisstroh
Ausschußsitzung Maisproduktion und innerbetriebl. Verwertung
Deutsches Maiskomitee, Darmstadt 11.10.1977
- Kromer, K.-H.: Probleme und neuere Entwicklung der mechanischen Erdbeerernte des Freiland-
gemüseanbaues und der mechanischen Feldgemüseernte an der Purdue University
Lafayette, Ind. 3.10. - 19.10.1977
- Kromer, K.-H.,
Lechner, H.: Aktuelles zur Technik des Folieneinsatzes
Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Münster/Wolbeck 23.11.1977
- Kromer, K.-H.: Einsatzerfahrungen mit Beregnungsmaschinen
Landtechn. Jahrestagung 1977 am 6.12.1977
- Metzner, R.: Neuere Erkenntnisse über die Aufstallung von Kühen in Anbindeställen
Seminar Tierproduktion Weihenstephan 1977
- Metzner, R.: Aspekte tiergemäßer Versorgungseinrichtungen für Milchkühe
Internationales Symposium "Modern Milk Production and Milk Processing"
Portoroz 1977
- Neuhauser, J.: Vergleichende Praxisuntersuchungen an neueren Baustoffen
Dämmstoffe, Außen- und Innenverkleidung
Industrie- und Arbeitsgespräch über Baustoffe in der Landwirtschaft
anlässlich der Eröffnung einer Prüfstelle für Baustoffe in der Landwirtschaft
in Freising-Weihenstephan am 24.5.1977
- Perwanger, A.: Stroheinarbeitung und Strohbergung
Schlüterhof Freising am 17.2.1977
- Perwanger, A.: Stroh verheizen oder verfüttern?
Maschinen- und Betriebshilfsring Erding am 25.2.1977
- Perwanger, A.: Versuche mit Großballenpressen
DLG-Ausschuß für Futtermittelkonservierung, Aulendorf am 18.3.1977
- Perwanger, A.: Zerkleinern, Verteilen und Einarbeiten von Stroh
KTBL Freising am 25.4.1977
- Perwanger, A.: Strohaufwertung in Häckslern, Mischern und Walzenpressen
KTBL Freising am 26.4.1977
- Perwanger, A.: Neuere Erkenntnisse bei verschiedenen Techniken der Stroheinarbeitung
Bay. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Triesdorf am 2.6.1977
- Perwanger, A.: Möglichkeiten der Strohaufbereitung für Futterzwecke
Bay. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Triesdorf am 2.6.1977
- Perwanger, A.: "Strohdüngung"
Verband landw. Fachschulabsolventen Erding am 8.6.1977
- Perwanger, A.: Stroheinarbeitung und Strohbergung
Vereinigung der Absolventen und Freunde der Fachhochschule Nürtingen e.V. am 2.7.1977
- Perwanger, A.: Praktikable Möglichkeiten der Strohverwertung
MR-Mühlendorf-Altötting, Freising am 20.7.1977
- Perwanger, A.: Strohverwertung
Bay. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Freising am 28.7.1977
- Perwanger, A.: Praktikable Lösungen für die Strohverwertung
Fa. Franz Kleine; 50 jähriges Firmenjubiläum, Fil. Hamm, Hilbeck am 2.9.1977

- Perwanger, A.: Maschinen zur Strohaufbereitung und -verwertung
KTBL - Darmstadt, Kirchheim Teck am 17.10.1977
- Perwanger, A.: Versuchsergebnisse von Geräten zum Zerkleinern, Verteilen und Einarbeiten
von Stroh in den Boden
VDI-Fachgruppe Landtechnik, Braunschweig am 3.11.1977
- Perwanger, A.: Strohverwertung
LT (Seminar für Entwicklungshelfer) Freising am 8.11.1977
- Perwanger, A.: Die Technik der Strohaufbereitung für Futterzwecke
MR-Amberg, Mühldorf am 21.11.1977
- Perwanger, A.: Neues bei der Einarbeitung, Bergung und beim Aufschluß von Stroh
Kuratorium Bayer. Maschinen- und Betriebshilfsringe
- Perwanger, A.: Strohzerkleinerung und -verteilung mit dem MD-Anbauhäcksler
Feldsaatenerzeugerring Bayern e.V., Freising am 13.12.1977
- Perwanger, A.: Strohfütterung und Strohheizung
MR - östlicher Tauberkreis, Greglingen am 14.12.1977
- Pirkelmann, H.: Technik für die Entnahme und Fütterung von Maissilage aus Flachsilos
Fortbildungslehrgang in Bullenmast Afl München am 11.1.1977
- Pirkelmann, H.: Technische Möglichkeiten der Futterbergung und Fütterung in der Milchviehhaltung
Jahrestagung MR Memmingen, Schwaighausen/Memmingen am 16.3.1977
- Pirkelmann, H.: Aktuelle technische Lösungen in der Pferdehaltung
Informationstagung der Landtechnik Weihestephan über technische und bauliche
Lösungen in der Pferdehaltung
- Pirkelmann, H.: Neuere Entwicklungen für die Silageentnahme aus Holz- und Flachsilos
Seminar Tierische Produktion, Weihestephan am 22.6.1977
- Pirkelmann, H.: Technik der Entnahme aus Hoch- und Flachsilos
Fortbildungslehrgang der landtechn. Spezialberater in Bayern, Bayreuth am 24.6.1977
- Pirkelmann, H.: Verfahren und technische Lösungen der Entnahme verschiedener Futtermittel
aus Vorratsbehältern
KTBL Arge. Agrartechnik in der Tierhaltung, Frankfurt am 28.6.1977
- Pirkelmann, H.: Mechanisierung der KF-Fütterung an Milchkühe
DLG - Arge. Technik in der tierischen Produktion, Mainz am 14.9.1977
- Pirkelmann, H.: Neue Techniken zur leistungsbezogenen Fütterung von Milchkühen im Laufstall
Int. Symposium Modern Milk Production and Processing, Portoroz/Jug. am 6.10.1977
- Pirkelmann, H.: Neues Fütterungssystem für Milchkühe zur leistungsbezogenen Vorlage von
Futtermischungen
VDI-Tagung, Braunschweig am 4.11.1977
- Pirkelmann, H.: Weiterentwickelte Techniken zur Lagerung und Fütterung von Futterrüben
Futterrüben tagung des Bundesverbandes Dt. Pflanzenzüchter und der LK Schleswig-
Holstein, Rendsburg am 24.11.1977
- Pirkelmann, H.: Verfahren und technische Lösungen zur Vorlage verschiedener Futtermittel in der
Rinderhaltung
KTBL-Arge. Technik in der tierischen Produktion, Darmstadt am 25.11.1977
- Pirkelmann, H.: Fütterungsverfahren für Hochleistungskühe
Jahrestagung der Landtechnik Weihestephan, Freising am 6.12.1977
- Pirkelmann, H.: Mechanisierungsmöglichkeiten der Scheunen und Siloanlagen
Baufachtagung des VLF Cham, Cham am 13.12.1977
- Schön, H.: Arbeitssparende Milchviehhaltung durch moderne Melktechnik und verbesserte
Aufstallung
VLF Tirschenreuth am 20.1.1977 in Tirschenreuth/Opf.
- Schön, H.: Arbeitsstudie - Planung, Kontrolle, Durchführung
Akademie für Lehrerfortbildung, Tillingen am 24.3.1977

- Schön, H.: Die moderne Melktechnik und ihre Bedeutung für die Praxis
Fortbildungslehrgang für landw. Berater
am 7.6.1977 in Traunstein
am 12.7.1977 in Kaufbeuren
am 19.7.1977 in Cham
am 21.6.1977 in Neustadt/Aisch
- Schön, H.: Verfahrenstechnische Fortschritte in der Milchviehhaltung
Universität Kiel am 22.7.1977
- Schön, H.: Die moderne Melktechnik und ihr Einsatz in der Praxis
VLF Kempten am 18.10.1977
- Schön, H.: Ansätze zu landtechnischen Verbesserungen in der Milchviehhaltung
FAL-Braunschweig - Völkenrode am 20.10.1977
- Schön, H.: Technische und arbeitswirtschaftliche Fortschritte beim maschinellen
Milchentzug
Justus-Liebig-Universität Gießen am 5.12.1977
- Schön, H.: Besseres Melken mit weniger Arbeit
VLF Eggenfelden am 6.12.1977
- Schön, H.: Landwirtschaftlich-funktionale Ortsplanung
Kontaktstudium für Flurbereinigungsbeamte an der TU München am 13.12.1977
- Schön, H.: Verfahrenstechnik der tierischen Produktion
Vorlesungsvertretung an der Univ. Kiel im WS 76/77 und im SS 77
- Schönhammer, H.: Bestell- und Sätechnik im Getreidebau
Landw. Unternehmer-Seminar auf Gut Schlüterhof am 15.2. - 17.2.1977
- Schulz, H.: Kostensparende Selbstbauweisen
Mitgliederversammlung des Maschinenrings Rems-Murr in Althütte am 21.1.1977
- Schulz, H.: Kostengünstige Konstruktionen und Materialien bei der baulichen Selbsthilfe
Fortbildungslehrgang für Gutsangestellte des Amtes für angewandte landwirt-
schaftliche Betriebswirtschaft in Triesdorf am 24.1.1977
- Schulz, H.: Neue Möglichkeiten bei der Strohverwertung und Strohbergung sowie Holzbauweisen
in der Landwirtschaft
Hauptversammlung des Verbandes Landwirtschaftlicher Fachschulabsolventen Nieder-
bayern in Massing am 26.1.1977
- Schulz, H.: Aktuelle Möglichkeiten der Strohverwertung und Strohbergung
Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Land- und Fortwirtschafts-
politik in Wien am 1.2.1977
- Schulz, H.: Hoch-, Tief- und Flachsilos
Lehrgang des Staatsinstitutes für Beraterfortbildung München am 4.2.1977
- Schulz, H.: Kostensparende Konstruktionen und Materialien bei der baulichen Selbsthilfe
Fortbildungslehrgang des Amtes für angewandte landwirtschaftliche Betriebs-
wirtschaft in Schönbrunn am 7.2.1977
- Schulz, H.: Neue Verfahren der Stroh- und Heuernte - von der Großballenpresse bis zum
Bergeraum
Mitgliederversammlung des Maschinenrings Ruhr - Lippe und des Bezirkssaat-
bauvereins Ruhr - Hellweg in Hamm am 8.2.1977
- Schulz, H.: Möglichkeiten der Kostensenkung durch bauliche Selbsthilfe
Kreisbauerntag des Bauernverbandes Dillingen in Höchstädt/Donau am 10.2.1977
- Schulz, H.: Kostensenkung durch bauliche Selbsthilfe
Generalversammlung des Maschinenrings Münsingen- Reutlingen in Münsingen am 14.2.1977
- Schulz, H.: Billigbauweisen für die Landwirtschaft
Jahresversammlung der Jungbauernschaft Fürstenfeldbruck in Maisach am 16.2.1977
- Schulz, H.: Aktuelle Möglichkeiten der Verwertung, Bergung und Einlagerung von Stroh
Mitgliederversammlung des Maschinenrings Coburg/Kronach/Lichtenfels in
Weidhausen am 25.2.1977

- Schulz, H.: Aktuelle Möglichkeiten der Strohverwertung
Mitgliederversammlung des Maschinenrings Erlangen/Forchheim in Kleinsendelbach
am 1.3.1977
- Schulz, H.: Möglichkeiten der Baukostensenkung durch Selbstbauweise
Jahreshauptversammlung des Maschinenrings Mindelheim am 9.3.1977
- Schulz, H.: Weihenstephaner Selbsthilfekonstruktionen für Schafställe
DLG-Fachtagung "Der Schafstall" in Erwitte am 23.3.1977
- Schulz, H.: Neuzeitliche Strohbergeverfahren und ihre Folgetechnik
KTBL-Symposium "Strohverwertung" in Weihenstephan am 26.4.1977
- Schulz, H.: Aktuelle technische und bauliche Lösungen in der Pferdehaltung
Informationsveranstaltung der Landtechnik Weihenstephan über Pferdehaltung
in Hohenkammer am 11.5.1977
- Schulz, H.: Stand und Entwicklung der landwirtschaftlichen Selbsthilfe im Bauwesen
Fachtagung für Sachgebietsleiter an den Regierungen des Bayerischen Land-
wirtschaftsministeriums München am 17.5.1977
- Schulz, H.: Baustoffprobleme in der Landwirtschaft
Industrie- und Arbeitsgespräch der Landtechnik Weihenstephan über "Baustoffe
in der Landwirtschaft" in Weihenstephan am 24.5.1977
- Schulz, H.: Alternative Energiequellen in der Landwirtschaft
Tagung "Energie vom Wind" der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie in
Bremen am 8.6.1977
- Schulz, H.: Erfahrungen mit Großballen bei Stroh, Heu und Silofutter
Arbeitstagung der Referenten für Landtechnik und Landwirtschaftliches Bau-
wesen in Köln am 13.6.1977
- Schulz, H.: Sonnen- und Windenergie
Seminar der Landtechnik Weihenstephan über Energieprobleme in der Landwirtschaft
in Weihenstephan am 8.7.1977
- Schulz, H.: Solartechnik in der Landwirtschaft
1. Deutsches Sonnenforum der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie in
Hamburg am 27.9.1977
- Schulz, H.: Anwendungsbereiche der Solartechnik in der Landwirtschaft
Informationstagung der Schlüterwerke Freising am 4.10.1977
- Schulz, H.: Einsatzmöglichkeiten der Solartechnik in der Landwirtschaft
Jahrestagung der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft in
Leverkusen am 7.10.1977
- Schulz, H.: Aktuelle Entwicklungen bei der Strohbergung und Strohverwertung
Internationale Tagung Landtechnik des VDI in Braunschweig am 3.11.1977
- Schulz, H.: Sonnenenergie und andere regenerative Energiequellen in der Landwirtschaft
Seminar am Institut für technische Physik der TU München am 11.11.1977
- Schulz, H.: Neue Erkenntnisse über Strohverwertung, Strohbergung und Strohlagerung
Bezirksversammlung der Norddeutschen Hagelversicherung in Weiden am 22.11.1977
- Schulz, H.: Sonnenenergie und andere natürliche Energiequellen in der Landwirtschaft
Geschäftsführerlehrgang des Kuratoriums Bayerischer Maschinenringe in Denkendorf
am 23.11.1977
- Schulz, H.: Preiswerte Stallbaulösungen und Haltungsverfahren für die Freizeitpferdehaltung
Fortbildungstagung für Landwirtschaftsmeister und Ausbilder der Regierung von
Mittelfranken in Pappenheim am 13.12.1977
- Schulz, H.: Ausnutzung der Sonnenenergie und anderer Energiearten und entsprechende Selbst-
bautechniken
Fortbildungstagung des Arbeitskreises für berufliche Erwachsenenbildung in der
Landwirtschaft Main Spessart in Karlstadt am 14.12.1977

- Schürzinger, H.: Bauweisen für Hoch- und Flachsilos
Staatsinstitut für Beraterfortbildung in München am 28.4.1977
- Schürzinger, H.: Möglichkeiten der baulichen Selbsthilfe in landwirtschaftlichen Betrieben
MR Brusbach/Odenwald am 28.6.1977
MR Kötzing-Viechtach am 6.7.1977
- Schürzinger, H.: Grundlagen des Futterrübenanbaues; neue Entwicklungen bei Ernte, Lagerung
und Verfütterung
15. Fortbildungslehrgang des KTBL für MR-Geschäftsführer in Kirchheim/Teck
am 20.10.1977
- Schurig, M.: Neue Erkenntnisse bei der Erntetechnik von Silomais
Deutsches Maiskomitee Sigmaringen am 13.12.1977
- Stanzel, H.: Elektronische und pneumatische, programmgesteuerte Melkanlagen
Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Arbeitstagung 1977 am 21. - 23.3.1977
in Weihenstephan
- Strehler, A.: Lohnrocknung von Körnermais und Lieschkolbenschrot - ein energetischer Vergleich
Lohnunternehmerfachtagung Freising 3.2.1977
- Strehler, A.: Technik des Verheizens von Stroh
KTBL-Symposium am 26.4.1977 in Freising
- Strehler, A.: Energiegewinnung aus Holz und Stroh, technische Möglichkeiten, Wirtschaft-
lichkeit und Anwendungsbereich
Seminar am Lehrstuhl für Physik der LM Universität München am 3.6.1977
- Strehler, A.: Getreideförderung und Lagerung
Beraterfortbildung Bayreuth am 20.6.1977
- Strehler, A.: Energie aus Stroh und Holz
Fortbildungslehrgang der Dozenten für Fachakademien in Bayern, Freising am 28.7.1977
- Strehler, A.: Energiegewinnung aus Stroh und Abfallholz (Technik und Wirtschaftlichkeit)
1. Deutsches Sonnenforum in Hamburg vom 26. - 28.9.1977
- Strehler, A.: Stroh und Abfallholz als potentielle Energieträger in der Landwirtschaft
VDI Tagung Landtechnik, Braunschweig am 3.11.1977
- Strehler, A.: Moderne Anlagen zur Lagerung und Aufbereitung von Getreide
Landtechnische Jahrestagung 1977, Freising am 6.12.1977
- Weber, W.,
Schön, H.,
Freiberger, F.: Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen über den Einsatz moderner Melkverfahren
6th Yugoslav International Symposium "Modern Milk Production And Milk Processing"
Portoroz 5. - 7.10.1977
- Wenner, H.L.: Strohbergung und Strohverwertung in der Tierhaltung
KTBL-Symposium am 25./26.4.1977 in Weihenstephan
- Wenner, H.L.: Der neueste Entwicklungsstand der Landtechnik und deren Perspektiven
Grieskirchen/Österreich am 26.8.1977
- Wenner, H.L.: Neue Stromtarife und steigende E-Leistungsansprüche
Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan am 6.12.1977
- Wißmüller, K.: Das Selbstbauprogramm und die Möglichkeiten der Selbsthilfe im landwirtschaft-
lichen Bauwesen
Vortrag an den Ämtern für Landwirtschaft in Laufen am 25.1.1977, Weißenhorn am
15.2.1977, Frankenwinheim am 14.3.1977, Knottenried am 23.5.1977, Stockach am
11.7.1977, Großentaft am 10.10.1977 und Alsfeld-Endorf am 21.11.1977
- Wißmüller, K.: Grundkenntnisse über den Baustoff Holz, Holzschutzmittel und Siloanstriche
Grundlehrgänge in Laufen am 26.1.1977 und Weißenhorn am 16.2.1977
- Worstorff, H.: Zur vakuumtechnischen Optimierung der Melkeinheit
Arbeitstagung der Dt. Ges. f. Milchwissenschaft Weihenstephan am 21./23. März 1977
- Worstorff, H.: Melkverfahren und deren Einfluß auf die Milchqualität
Verbandstagung der landw. Fachschulabsolventen am 18.10.1977 in Kempten/Allgäu
- Zeisig, H.D.: Grastrocknung mit dem Rundtrockner, - techn. und verfahrenstechnische Details
Vortrag anl. eines Seminars am 11.1.1977 in Eriskirch

- Zeisig, H.D.: Gutes Stallklima, eine wichtige Voraussetzung für Gesundheit und Leistung der Haustiere
Vortrag anl. einer Tagung der Fachschulabsolventen am 3.2.1977 in Moosburg
- Zeisig, H.D.: Die Überprüfung von Stalllüftungen
Der Einsatz von Meßgeräten bei Stalllüftungsanlagen
Aufbau und Betrieb von Erdfilteranlagen
Seminar über Lüftung vor den Fachberatern "Landtechnik" vom 7.2. - 8.2.1977
in Weihenstephan
- Zeisig, H.D.: Düngelagerung - Ausbringung und Geruchseindämmung
Landwirtschaftliches Unternehmerseminar auf Gut Schlüterhof am 17.2.1977 und
24.2.1977 in Freising
- Zeisig, H.D.: Technische Möglichkeiten zur geruchsarmen Beseitigung von Exkrementen aus Intensivtierhaltungen
5. Symposium über branchenspez. Emissionen am 1.4.1977 in München
- Zeisig, H.D.: Möglichkeiten zur Bewältigung der Emissionsprobleme bei der Mastschweineproduktion
Schulungstagung der Bayer. Landessiedlung am 26.5.1977 in Pfaffenhofen
- Zeisig, H.D.: Zwangslüftung von Ställen
Fachtagung "Stallklima und Tiergesundheit" am 7.10.1977 in Weihenstephan
- Zeisig, H.D.: Stalllüftung und Emissionsschutz in der Rinderhaltung
Fachtagung über zukunftsorientierten Rinderstall-, Scheunen- und Silobau
am 13.12.1977 in Cham

Dissertationen und Diplomarbeiten

1. Dissertationen

Labowsky, H.J.:

Untersuchungen zur Anbau- und Erntetechnik von Einlegegurken.
Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung
und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft 1977

Weber, W.:

Untersuchungen zum Einfluß der melkmaschinentechnischen
Parameter Vakuumhöhe, Pulszahl und Länge der Saugphase
auf die Milchabgabe der Kuh.
Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung
und Lehre der Max Eyth-Gesellschaft 21/1977

2. Diplomarbeiten

Berg, A.:

Einfluß von Gerätebauweise und Bodenoberflächenrauheit auf
die Korn-Tiefenablage bei der Maissaat.

Holzapfel, J.:

Klimatisierung von Kälberaufzuchtställen

Just, H.:

Bestimmung trocknungstechnischer Daten und Berechnung der
Gesamtkosten am Satzumlauftrockner "Trabant 100" bei Körner-
mais.

Pfennig, R.:

Arbeitsorganisation in spezialisierten Milchviehbetrieben
unter Berücksichtigung allgemein üblicher, sozialer Arbeits-
bedingungen.

Mitarbeit in Fachgremien

- Auernhammer, H.: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft im Landbau e.V. (Mitglied)
DLG-Ausschuß für Arbeitswissenschaft (Mitarbeiter)
- Boxberger, J.: ALB-Bayern, Arbeitsausschuß (Mitglied)
KTBL-Arbeitsgemeinschaft Bauwesen (Mitglied)
DIN-Normen-Ausschuß "Stallfußboden" (Mitglied)
Intern. Working Group on Cattle Housing (Mitglied)
- Estler, M.: Deutsches Maiskomitee, Ausschuß Maisproduktion und innerbetriebliche Verwertung (Vorsitzender)
DLG-Prüfungsausschuß für Maiseinzelkornsämaschinen (Vorsitzender)
- Grimm, K.: DIN-Normen-Ausschuß für Behälterbau (Mitglied)
- Kromer, K.-H.: MEG Arbeitskreis Nachwuchsförderung (Vorsitzender)
- Pirkelmann, H.: Deutsches Maiskomitee, Arbeitsgruppe Konservierung und Fütterung (Mitglied)
- Schön, H.: AVA-Hessen, Arbeitskreis Stallbau und Technik (Mitglied)
ALB-Bayern, Ausschuß für Musterblätter (Mitglied)
DLG-Ausschuß Technik und Bauwesen in der tierischen Produktion (Mitglied)
DLG-Ausschuß Arbeitswirtschaft (Mitglied)
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft im Landbau e.V. (Vorstandsmitglied, Vorsitzender des Arbeitskreises Terminologie)
Fachbereichsrat "Landwirtschaft und Gartenbau" der TUM-Weihenstephan (Mitglied)
- Schulz, H.: KTBL-Hauptausschuß (Mitglied)
ALB-Bayern, Arbeitsausschuß (Mitglied)
DLG-Kommission für die Prüfung von Silofolien (Vorsitzender)
DLG-Ausschuß für Landmaschinenprüfung (Mitglied)
Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft (Vizepräsident); Sektion Bau und Technik (Vorsitzender)
- Schurig, M.: DLG-Ausschuß für Technik in der pflanzlichen Produktion (Mitglied)
DLG-Ausschuß für Futtermittelkonservierung (Mitglied)
- Wenner, H.L.: DLG-Gesamtausschuß (Mitglied)
DLG-Hauptausschuß des Fachbereiches Landtechnik (Mitglied)
KTBL-Hauptausschuß (Mitglied)
KTBL-Arbeitsgemeinschaft Technik und Bau in der Tierhaltung (Mitglied)
AID-Ausschuß Arbeitsplan Landtechnik (Mitglied)
MEG-Arbeitskreis Forschung und Lehre (Mitglied)
LTV Vorstand (Mitglied)
- Zeisig, H.D.: VDI-Kommission, Reinhaltung der Luft
KTBL-Arbeitsgemeinschaft Agrartechnik und Umweltschutz (Mitglied)
Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Projektgruppe "Energieeinsparung und Alternativ-Energien in der Landwirtschaft" (Mitglied)

Wissenschaftliche Mitarbeiter der Landtechnik Weihenstephan

Name	Hauptarbeitsgebiet 1978
Wenner, Heinz-Lothar, o.Prof.Dr.agr.	Vorstand des Instituts für Landtechnik und der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, Sprecher des SFB 141
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, Univ.-Doz.Dr.agr.	Bodenbearbeitung, Technik im Maisbau
Grimm ¹⁾ , Klaus, Dr.-Ing. BD	Lieschkolbenschrot (Ernte und Verwertung) Technik im Feldversuchswesen
Heins, Friedrich, Dipl.-Ing.agr.	Ermittlung des Energieverbrauches in der Landwirtschaft
Hofstetter, Eugen, Dipl.-Ing.agr.	Grundlagen der Strohverheizung
Inming, Alfons, Dipl.-Ing.	Vorlesungsassistent
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
Lehmer, Max, Dipl.-Ing.agr.	Fütterungstechnik
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
Schoger, Hartmut, Dipl.-Ing.	Energiegewinnung aus Stroh
Schön, Hans, Dr.agr. AOR	Arbeitswirtschaft, Melkverfahren, Funktionsplanung
Schönhammer, Hans, Dipl.-Ing.agr.	Minimalbestelltechnik
Schulz ²⁾ , Heinz, Dr.agr. LD	Bautechnik, Strohverwertung, Sonnenenergie, Geschäftsführung des LTV
Schulz, Jörg, Dipl.-Ing.agr.	Minimalbestelltechnik
Schurig ³⁾ , Manfred, Dr.agr. LD	Feldhäckslereinsatz, Hochsilobefüllung, Geschäftsführung des SFB 141
Stanzel, Hans, Dr.agr.	Meßtechnik, Maschineller Milchentzug
Strehler, Arno, Dr.agr. LR	Getreidetrocknung, Energiegewinnung aus Stroh
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 1977 erschienen

- Nr. 1 Untersuchungen über Erdfilter zur Verringerung
der Geruchsbelästigung
(Dr. H.D. Zeisig) 50 Seiten
- Nr. 2 Energiegewinnung aus Stroh
(Dr. A. Strehler) 193 Seiten