



Vorträge  
zur  
Jahrestagung 1991



Vorträge  
zur  
Jahrestagung 1991

1

1991

Landtechnik  
Weihenstephan

© 1991 by Landtechnik Weihenstephan, Vöttinger Str. 36, D-8050 Freising  
Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Daten-  
träger und Übersetzung nur mit Genehmigung der Landtechnik Weihenstephan

Printed in Germany

**Tagungsband**

**zur**

**Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan**

**am 13.11.1991**

**in der Deula-Schule Freising**



## Vorwort

Die Wiedervereinigung Deutschlands hat einen neuen Abschnitt in der Agrarpolitik eingeleitet. Den kleinstrukturierten westlichen Bundesländern steht eine nach "industriellen" Gesichtspunkten erzwungene Großstruktur in den östlichen Bundesländern gegenüber. Unter den Bedingungen des Marktes stehen beide auf dem Prüfstand; erste Tendenzen sind bereits erkennbar:

- Im Ackerbau ist der Trend zur Großflächenbewirtschaftung und zum Einsatz von Großmaschinen ungebrochen. Bei uns wird deshalb die überbetriebliche Zusammenarbeit, vom gemeinsamen Maschineneinsatz bis hin zur Betriebsgemeinschaft, unabdingbar.
- In der Tierhaltung, insbesondere in der Milchviehhaltung, stehen die Lohnarbeitsbetriebe dagegen in einer tiefen Krise. Eine bodengebundene Milchviehhaltung in einer überschaubaren Größenordnung hat aus ökologischer und ökonomischer Sicht gute Zukunftschancen wenn es gelingt, tiergerechte und kostengünstige Haltungssysteme zu entwickeln. Rechnergesteuerte Fütterungs- und Managementsysteme ermöglichen dabei auch in der Herdenhaltung eine volle Ausschöpfung des genetischen Leistungspotentials jedes einzelnen Tieres.

Die diesjährige Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan steht deshalb unter dem Thema:

**"Kostengünstige und umweltgerechte Milchviehhaltung".**

Die Landtechnik Weihenstephan möchte damit eine breite Diskussion in Praxis, Beratung und Wissenschaft anregen, um unseren Betrieben einen gangbaren Weg in die Zukunft zu weisen. Die vom Landtechnischen Verein betreuten Arbeitskreise können dafür ein gemeinsames Forum sein.

Während der Jahrestagung kann nur ein Ausschnitt aus dem umfassenden Arbeitsprogramm der Landtechnik Weihenstephan dargestellt werden. Hinweise auf die anderen Aktivitäten gibt das im Anhang beigefügte Verzeichnis der Publikationen aus dem vergangenen Jahr.

Anlässlich der Jahrestagung ist es uns ein Bedürfnis, allen Förderern der Landtechnik Weihenstephan, insbesondere dem Bayer. Staatsministerium für Unterricht und Kultus, dem Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und dem Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen für die vielfältige Unterstützung unserer Arbeit herzlich zu danken. Die von gegenseitigem Vertrauen getragene, intensive Zusammenarbeit mit den Ministerien, der Wissenschaft, der Industrie, der Beratung und der Praxis ist uns auch in Zukunft ein Anliegen und prägt die Arbeitsweise unseres Hauses.

Freising-Weihenstephan, im November 1991

Prof. Dr. H. Schön



## Prof. Dr. habil. Manfred Estler - 60 Jahre -

Am 8. Juni vollendete Prof. Dr. habil. Manfred Estler sein 60. Lebensjahr.

In Dresden als Sohn einer Offiziersfamilie geboren, fand er, seiner inneren Neigung folgend, den Weg zur Landwirtschaft. Der erste Schritt dahin war der Besuch der Friedrich-Aereboe-Schule in Michelstadt, die er als staatlich geprüfter Landwirt 1953 verließ. Sein Lehrer war der geschätzte Arbeitswirtschaftler Prof. Ries.

Nach längerer Tätigkeit in der Praxis folgte das Studium der Landwirtschaft in Gießen und in Weihenstephan, das er 1961 als Diplomlandwirt beendete. Er wandte sich dann der wissenschaftlichen Laufbahn zu und begann am Institut für Landtechnik unter Prof. Brenner 1962 mit Arbeiten zur Mechanisierung der Kartoffelernte. 1967 promovierte er mit dem Thema "Mechanisierung der Körnermaisernte mit dem Mähdrescher" und habilitierte 1976 mit dem Thema "Verfahrenstechnische Aspekte der Hochmechanisierung im Maisbau". Es folgten die Ernennungen zum Universitätsdozenten und 1980 zum Universitätsprofessor.

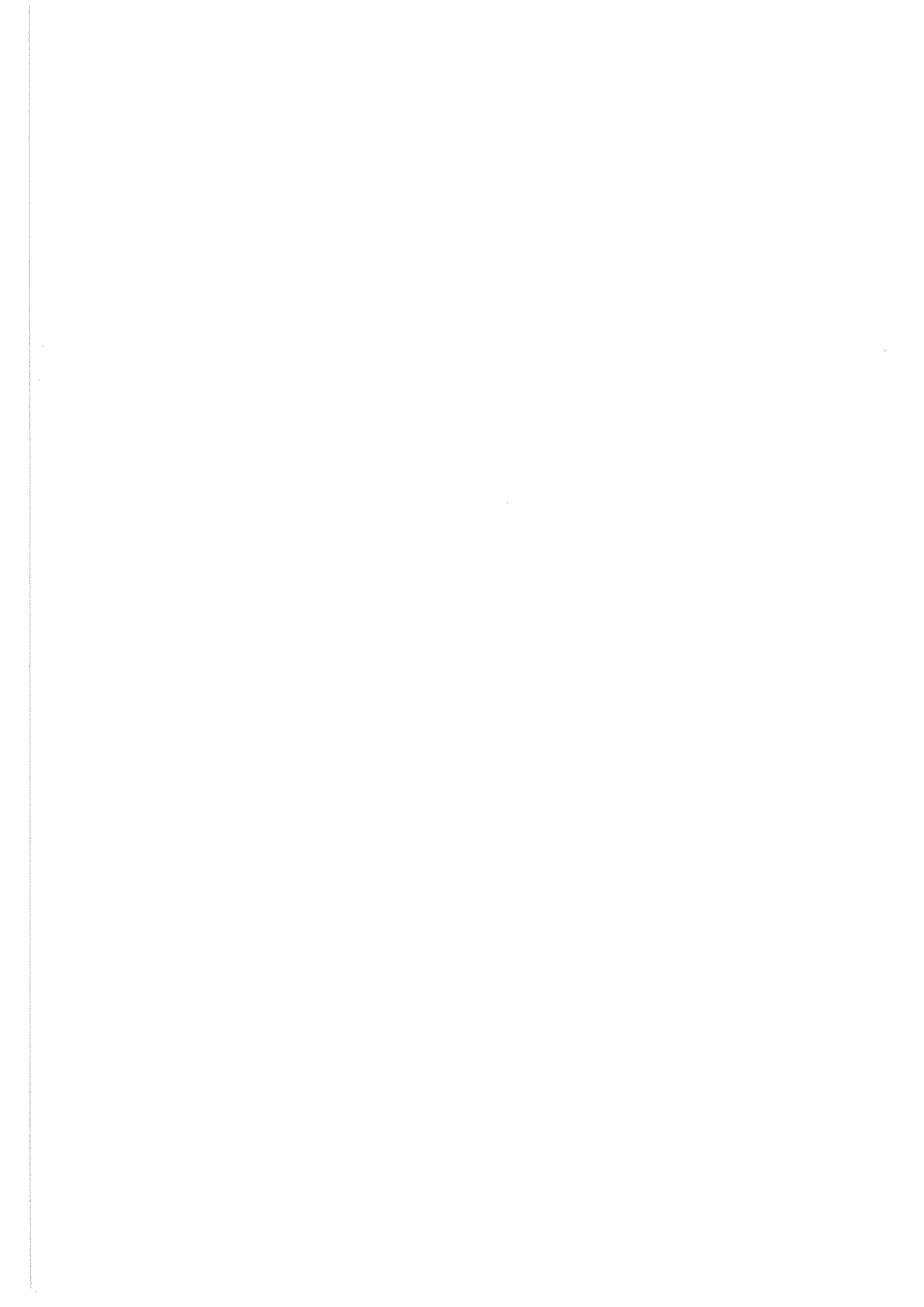
Prof. Estler leitet seit dieser Zeit das Lehrgebiet "Verfahrenstechnik der Pflanzenproduktion" am Institut für Landtechnik der TU München Weihenstephan. In einer Vielzahl von Veröffentlichungen und Vorträgen hat Prof. Estler sein umfangreiches Wissen auf den Gebieten Maisanbau, Bodenbearbeitung, Bestelltechnik sowie mechanische Unkrautregulierung einer breiten Öffentlichkeit anschaulich gemacht und sich viele Freunde im In- und Ausland erworben.

Seit 1986 ist er Präsident des Deutschen Maiskomitees, darüber hinaus leitet er den DLG-Prüfungsausschuß "Einzelkornsämaschinen" und ist Vorsitzender der KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Technik der Pflanzenproduktion".

Prof. Estler hat es wie kaum ein anderer verstanden, Wissenschaft und Praxis zu verbinden. Als allseits anerkannter Wissenschaftler sucht er den ständigen Kontakt zur Landwirtschaft; sein Hauptexperimentierfeld ist der praktische Betrieb. Er prägte damit auch den Arbeitsstil der Landtechnik Weihenstephan. Gleichzeitig ist es das Geheimnis seines Erfolges bei Studenten und Praktikern. Die DLG hat ihm u.a. auch dafür 1989 die silberne Max-Eyth-Gedenkmünze verliehen.

Die Landtechnik Weihenstephan und viele Landtechniker im In- und Ausland wünschen dem geschätzten und beliebten junggebliebenen "Sechziger" Gesundheit, Glück und weiterhin frohe Schaffenskraft.





## Dr. Heinz Schulz - 60 Jahre -

Als Jahrgang 1931, vollendet Dr. Heinz Schulz am 20. Dezember 1991 sein 60. Lebensjahr.

Ein gebürtiger Westfale, der 28-jährig (1959) nach Bayern kam. Er fühlt sich seitdem dort hingehört und zu Hause. Vom Elternhaus landwirtschaftlich nicht vorgeprägt, studierte er in Bonn Landwirtschaft, wandte sich frühzeitig der Landtechnik zu und schloß das Studium mit einer Promotionsarbeit über "Möglichkeiten und Aussichten einer Mechanisierung der Futterrübenanbau" bei Prof. Denker ab.

Er ging dann mit Prof. Wenner nach Weihenstephan und baute den Landtechnischen Verein in Bayern mit auf. 1965 wurde er zum Geschäftsführer des Landtechnischen Vereins bestellt und war gleichzeitig Leiter der Abteilung "Praktische Anwendung" an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik. Heute gilt seine ganze Arbeitskraft der Geschäftsführung des erheblich gewachsenen Landtechnischen Vereins und dem Aufbau der neuen Abteilung "Umwelt- und Energietechnik" an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik.

Schulz, ein unermüdlicher, kreativer und zielstrebigter Landtechniker, hat in Weihenstephan viel in Gang gebracht. Zu erinnern sei an Frontladereinsatz, die Mechanisierung des Futterrübenanbaus, den Einsatz des Ladewagens, den Fahrstilbau, die Starrahmenbauweise, die Kunststoffanwendung, Selbstbauweisen, einfache Stallsysteme, Biogasanlagen, die Nutzung von alternativen Energien und die Verwendung von Biomasse im Bau.

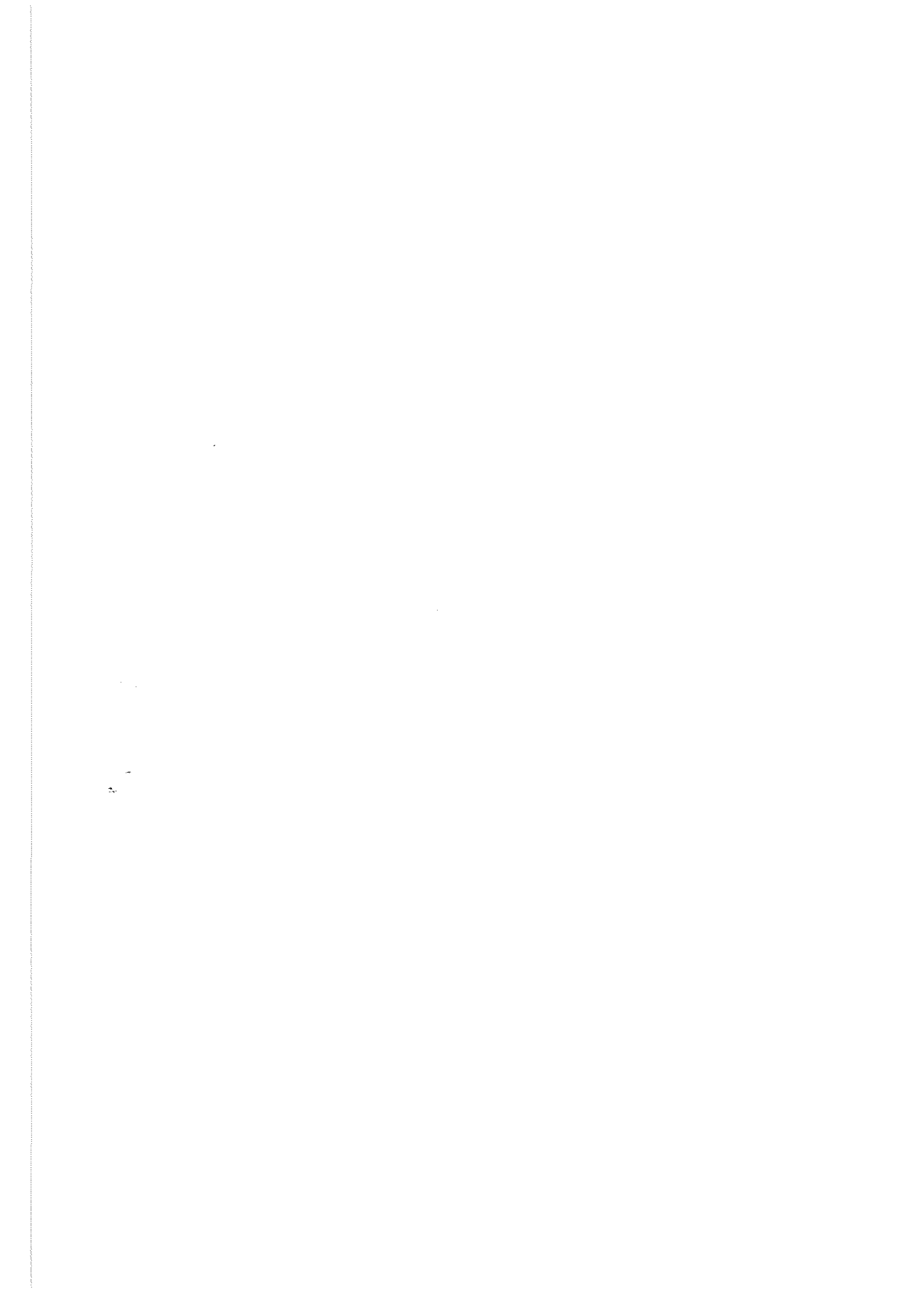
Sein Gespür für neue Entwicklungen und Strömungen lenkte sein Interesse sehr früh auf ökologische Fragen des Landbaues mit der dazugehörigen Technik.

Durch Schriften, Bauanleitungen, Vorträge und Demonstrationsprojekte versteht er es, seine Ideen anderen lebendig und anschaulich zu vermitteln.

Schulz hat wie kaum ein anderer die Gabe, wissenschaftliche Erkenntnisse in die Praxis umzusetzen, auf der anderen Seite versteht er es in der Praxis gewonnene Erkenntnisse wissenschaftlich zu unterlegen. Eine große Hilfe dabei ist für ihn sein 10 ha großer Betrieb, den er sich im Laufe der Jahre in harter Arbeit aufgebaut hat, aus dem er Anregungen schöpft und Ideen in die Tat umsetzt, bevor er sie anderen empfiehlt.

Schulz ist ein fröhlicher Mitarbeiter, dem die Arbeit Spaß macht. Das Alter sieht man ihm weder an, noch spürt man es. Sein Tatendrang ist ungebrochen. Aus vielen ihm zuteil gewordenen Ehrungen, verweist er mit besonderem Stolz auf seine vielen Preise als erfolgreicher Züchter, die Max-Eyth-Medaille, die große silberne Ehrenmedaille des Bundeslandwirtschaftsministeriums und den Ehrenteller des Bayerischen Staatsministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Wir wünschen Herrn Dr. Heinz Schulz alles Gute und Gesundheit für noch viele frohe Jahre des Schaffens.



## Inhaltsverzeichnis

Neue Wege in der Milchviehhaltung? Prof. Dr. H. Schön	11
Ergebnisse zur Aufbereitung von Anweilgut Dr. B. Lehmann und Dr. M. Schurig	21
Schutzanstriche und Beschichtungen für Betonflachsilos Dr. habil. G. Englert und J. Neuhauser	35
Verdichtung und Abdeckung von Silagen Dr. H. Pirkelmann, Dipl.Ing.(FH) J. Mitterleitner und J. Neuhauser	41
Lösungsansätze zur Abwasserableitung bei Flachsilos Dipl.-Ing.agr. u. Architekt Dr. L. Rittel	49
Entwicklungstendenzen im Melkstandbau Dr. W. Weber, dlz-Redaktion, München	55
Rechnergesteuerte Produktionshilfen in der Milchviehhaltung - Möglichkeiten und Nutzen Dr. G. Wendl	63
Rechnergesteuerte Tränkeverfahren für die Kälberhaltung Dr. H. Pirkelmann	79
Naturnahe Haltungssysteme für Milchkühe Prof. Dr. Dr. habil. J. Boxberger, Dr. B. Lehmann u. Dipl.-Ing. agr. L. Popp	91
Investitionssparende Gebäude für die Milchviehhaltung Dipl.-Ing.agr. u. Architekt Dr. L. Rittel	105
Veröffentlichungen der Landtechnik Weihenstephan 1991	115



# Neue Wege in der Milchviehhaltung?

Prof. Dr. H. Schön

## 1. Neue Anforderungen an die Landtechnik

Die ökonomischen Rahmenbedingungen haben sich für die Landwirtschaft in den letzten Jahren dramatisch verschlechtert. Sinkende Agrarpreise, Absatzprobleme, steigende Produktionskosten und verschärfte gesetzliche Reglementierungen sind dafür nur einige Schlagworte. Angesichts der landwirtschaftlichen Großstrukturen der neuen Bundesländer ist darüber hinaus sogar ein Zusammenbruch unserer bäuerlich geprägten Agrarstruktur zu befürchten. Letztlich stellt sich die Frage nach der Zukunft der Landbewirtschaftung, der weder Agrarpolitiker noch Agrarwissenschaftler ausweichen können. Der Abbau der Nahrungsmittelüberschüsse und die Suche nach neuen Wegen einer ökologisch und ökonomisch sinnvollen Landbewirtschaftung ist dabei das zentrale Problem. Im Prinzip bieten sich dafür 3 Modelle an (Abb. 1):

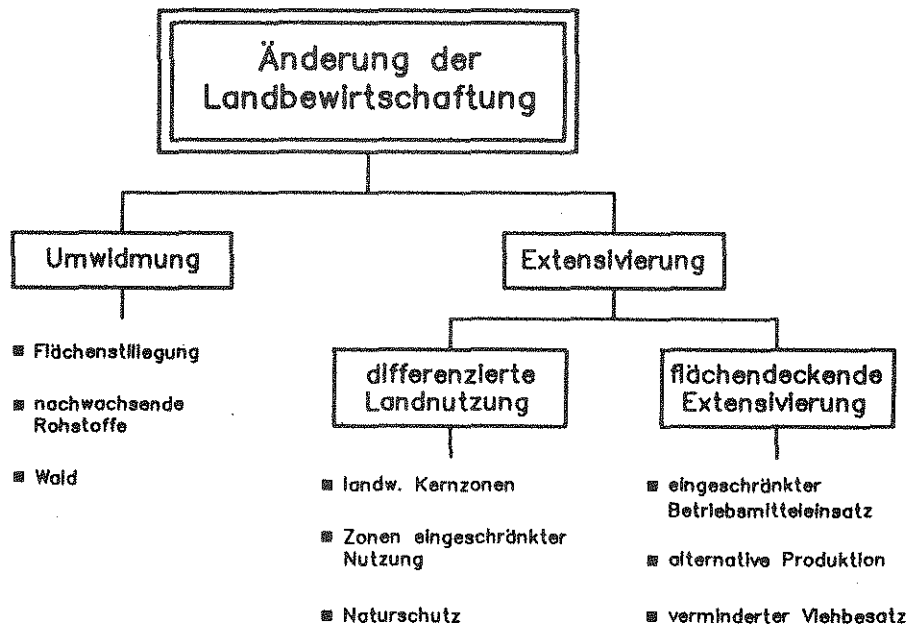


Abb. 1: Maßnahmen zur Änderung der Landnutzung (1)

- die Umwidmung landwirtschaftlicher Flächen, wobei die Flächenstilllegung nur als kurzfristige Verlegenheitslösung und als Teil eines Sozialplanes für den Ausstieg aus der Landwirtschaft zu verstehen ist. Sinnvoller ist dagegen die Produktion nachwachsender Rohstoffe, diese auf längere Sicht wirtschaftlich konkurrenzfähig zu machen und die Bereitschaft der Gesellschaft zu wecken, den ökologischen Wert dieser Produkte auch entsprechend zu honorieren.
- eine allgemeine flächendeckende Extensivierung der landwirtschaftlichen Produktion. Dies wäre aus ökologischer Sicht wünschenswert, würde auch in Zukunft eine flächendeckende Landbewirtschaftung ermöglichen, setzt aber in letzter Konsequenz eine umfassende flächengebundene Kontingentierung der landwirtschaftlichen Produktion voraus; ein Weg, der bisher letztlich nur in der Milchviehhaltung und im Zuckerrübenanbau verwirklicht wurde.
- bei den derzeitigen ökonomischen Bedingungen ist vielmehr eine Annäherung der Agrarpreise an die Weltmarktpreise zu befürchten. Dies wird in allen Industriestaaten zu einer differenzierten Entwicklung der Landnutzung führen:

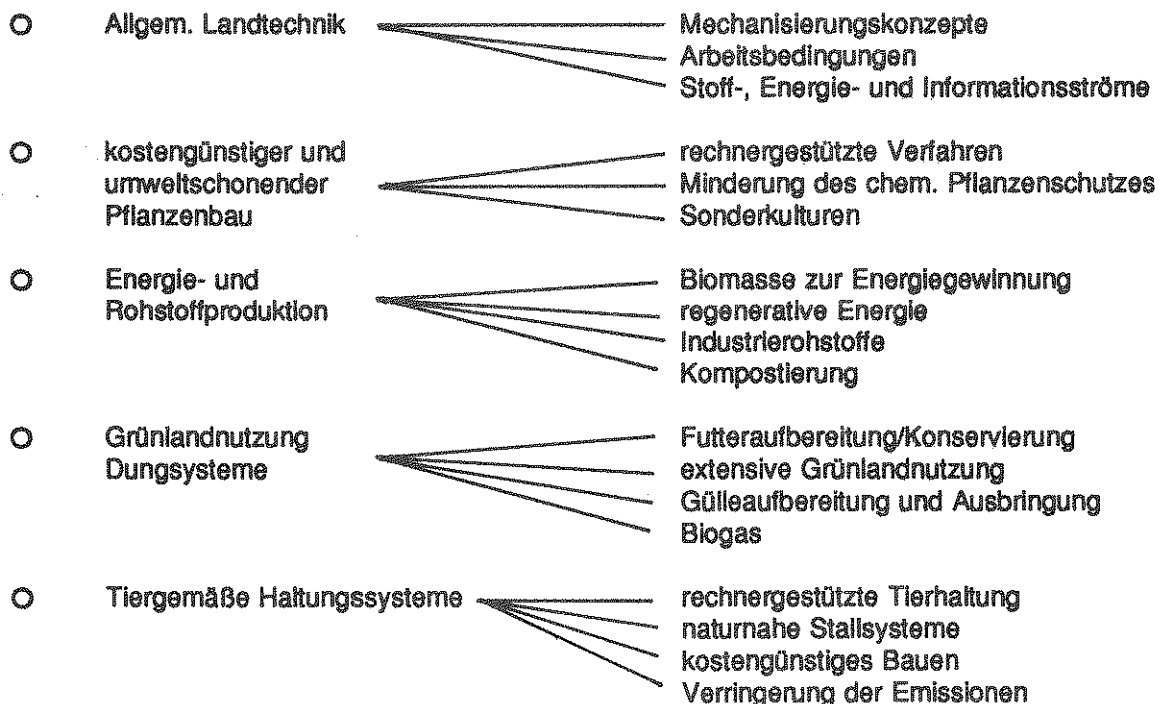
- auf günstigen natürlichen Standorten wird sich die Agrarproduktion weiter intensivieren. Gute Chancen hierfür sind insbesondere in einem Teil der neuen Bundesländer gegeben.
- auf weniger guten Standorten sowie in Landschafts- und Wasserschutzgebieten wird die Nahrungsmittelproduktion nur bei höheren Produktpreisen für "alternative" Erzeugnisse und/oder bei entsprechenden Ausgleichszahlungen für landschaftspflegerische Dienstleistungen möglich
- auf einem weiteren Teil - Schätzungen sprechen von bis zu einem Viertel der landwirtschaftlichen Nutzfläche - wird die Landwirtschaft extensiv betrieben werden oder die Fläche in Naturschutzgebiete umgewandelt.

Wir gehen davon aus, daß alle drei Wege in Ansätzen versucht und auch teilweise durchgesetzt werden. Dies bedeutet für die zukünftige landtechnische Entwicklung:

- daß eine schlagkräftige Technik auch weiterhin für eine professionell und international konkurrenzfähige Landwirtschaft gebraucht wird,
- daß spezielle Verfahren für den ökologischen Landbau und die Direktvermarktung entwickelt werden müssen,
- daß Verfahren für die extensive Landnutzung und Tierhaltung benötigt werden,
- und daß schließlich die Aufgaben der Landwirtschaft auf eine umfassende Landbewirtschaftung ausgedehnt werden müssen, welche die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe, die Rückführung biologisch verwertbarer Reststoffe und die Pflege und Erhaltung unserer natürlichen Lebensgrundlagen umfaßt.

Diese Überlegungen waren Ausgangspunkt für die in Tabelle 1 aufgeführten Forschungsschwerpunkte der Landtechnik Weihenstephan, die gemeinsam von Institut, Bayer. Landesanstalt für Landtechnik und Landtechnischem Verein bearbeitet werden.

#### Übersicht 1: Forschungsschwerpunkte der Landtechnik Weihenstephan 1992



Für die heutige Jahrestagung haben wir das Thema <Milchviehhaltung und die damit verbundene Grünlandbewirtschaftung und Futterkonservierung> ausgewählt. Die Gründe dafür sind naheliegend:

- In Bayern sind 40 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche Grünland, meist in landschaftlich reizvollen Gegenden, die nur über die Rinderhaltung kostengünstig bewirtschaftet werden können.
- Durch die Milchkontingentierung ist auch in Zukunft eine flächengebundene, weitgehend flächendeckende Milchviehhaltung bei einigermaßen kalkulierbaren ökonomischen Bedingungen gegeben,
- und schließlich ist weltweit der Familienbetrieb in der Milchviehhaltung dem Großbetrieb mit Lohnarbeitskräften meist auch wirtschaftlich überlegen. Allerdings ist dies nicht der Familienbetrieb der Vergangenheit, sondern ein spezialisiertes "Familienunternehmen" mit 40 und 80 Kühen.

## 2. Anforderungen an künftige Verfahren der Milchviehhaltung

Die weitere technische Entwicklung in der Milchviehhaltung wird bestimmt:

- von den technischen Innovationen. Hier sind, nach dem die mechanisch-technischen Möglichkeiten der Mechanisierung schon weitgehend ausgeschöpft sind, nun deutliche Impulse vom elektronisch-technischen Fortschritt zu erwarten,
- vom Wandel des Wertesystems der Bevölkerung, der dem Tierschutz, dem Umweltschutz und der Nahrungsqualität einen hohen Stellenwert einräumt
- und auch in Zukunft von den ökonomischen Rahmenbedingungen.

Letztere Rahmenbedingungen stecken der weiteren technischen Entwicklung enge Grenzen, wie die von der KTBL-AG "Technik und Bauwesen in der Tierhaltung" durchgeführte Analyse der Stallsysteme in der Milchviehhaltung bei verschiedenen Betriebsgrößen, Stallsystemen und Produktionsdaten zeigt, Tabelle 2.

Bei Unterstellung von üblichen Produktionsdaten kann das Arbeitseinkommen durch den alleinigen Übergang auf moderne Stallsysteme bei gleichzeitiger Ausdehnung der Herden gesteigert werden. Daneben sind innerhalb der einzelnen Stallformen die Produktionsdaten abweichend von den in der Ausgangssituation unterstellten durchschnittlichen Bedingungen variiert. Dabei zeigen sich folgende Zusammenhänge:

Eine Erhöhung der Nutzungsdauer um 1 Jahr, eine Verbesserung der Grundfutterleistung bei gleichzeitiger Minderung des Kraffuttereinsatzes um 10 dt/Kuh und Jahr, eine Steigerung der Milchleistung um 20 %, besonders aber eine Senkung des Kapitalbedarfes bei den Gebäuden und Maschinen, haben einen wesentlich größeren Einfluß auf das ökonomische Ergebnis als der alleinige Übergang zu modernen Stallformen und eine Ausdehnung der Herdengröße bei durchschnittlichen Produktionsbedingungen. Allerdings nimmt der Effekt dieser Maßnahmen bei größeren Herden überproportional zu, d.h. größere Milchviehbetriebe können Einsparungen bei Produktionsmitteln und höhere Leistungen besser nutzen.



Tab. 2: Ökonomische Beurteilung der Milchviehhaltungssysteme mit Hilfe des Gesamtdeckungsbeitrages einschließlich der Investitionskosten (nach DOLUSCHITZ und ZEDDIES (2))

Deckungsbeitrag (DM/AK)	25 ha/1,4 AK		45 ha/2,0 AK		70 ha/2,7 AK
	A.-Stall	L.-Stall 1 x 2	A.-Stall	L.-Stall 1 x 2	L.-Stall 4reihig
Ausgang	1 725	3 391	7 412	12 822	18 804
Nutzung -1 Jahr	306	1 941	5 962	11 084	16 522
+1 Jahr	2 704	4 391	8 412	14 024	20 152
Kraftfutter 14 dt	5 126	7 868	12 585	17 538	23 506
24 dt	-2 236	-409	2 218	9 591	12 887
Milchleistung +10 %	6 704	8 479	12 499	18 929	26 341
+20 %	11 682	13 566	17 587	25 034	33 878
Milchpreis 0,70 DM/kg	8 453	10 266	14 287	21 074	28 989
0,75 DM/kg	15 181	17 141	21 662	29 324	39 174
Kapitalbedarf -15 %	8 283	9 765	13 288	19 285	26 054
-30 %	14 840	16 139	19 164	25 746	33 304
Nutzung +1Jahr Kraftfutter 14 dt Milchleistung +20 % Milchpreis 0,75 DM/kg Kapitalbedarf -30 %	42 633	45 541	49 762	60 378	74 798

Aus diesen Überlegungen ergeben sich für die landtechnische Forschung und Entwicklung drei wesentliche Ansätze.

1. Die kostengünstige Erzeugung hoher Grundfutterqualitäten, wobei die gesamte Grünlandbewirtschaftung einschließlich der verlustarmen Rückführung von Gülle bzw. Festmist aus Kosten- und Umweltgründen zu beachten ist.
2. Eine volle Ausschöpfung des genetischen Leistungspotentials jedes Einzeltieres. Dies bereitet bei der Laufstallhaltung Schwierigkeiten, die Elektronik bietet aber hier gewisse Lösungsansätze.
3. Und schließlich müssen wir alle Anstrengungen unternehmen, um den Kapitalbedarf für Ställe deutlich zu senken. Die Reduzierung des Stallgebäudes auf die tatsächlichen Ansprüche der Tiere bietet Ansätze zur Kostensenkung bei gleichzeitiger Verbesserung der Haltungsbedingungen (naturnahe Haltung).

### 3. Technische Ansätze zur Verbesserung der Milchviehhaltung

#### 3.1 Ansatzpunkt: Grünlandbewirtschaftung im "Stoffkreislauf"

Bis zu 50 % der Erzeugungskosten entfallen bei der Milchviehhaltung auf das Füttern. Eine übermäßige Düngung und Gülleausbringung ist in einigen Fällen Ursache für die N-Belastung von Grundwasser und Luft. Vielfältige sektorale Lösungsansätze bei der Futterwerbung, Futtermittelkonservierung und Güllebehandlung lösen das Problem nicht auf Dauer. Vielmehr gilt es, bei der Grünlandbewirtschaftung - wollen wir den ökonomischen und ökologischen Zwängen gerecht werden - wieder mehr in Stoff-

kreisläufen zu denken, wie es vereinfacht am Beispiel des Stickstoffkreislaufes für die Grünlandbewirtschaftung und die bodengebundene Viehhaltung in Abbildung 2 dargestellt ist.

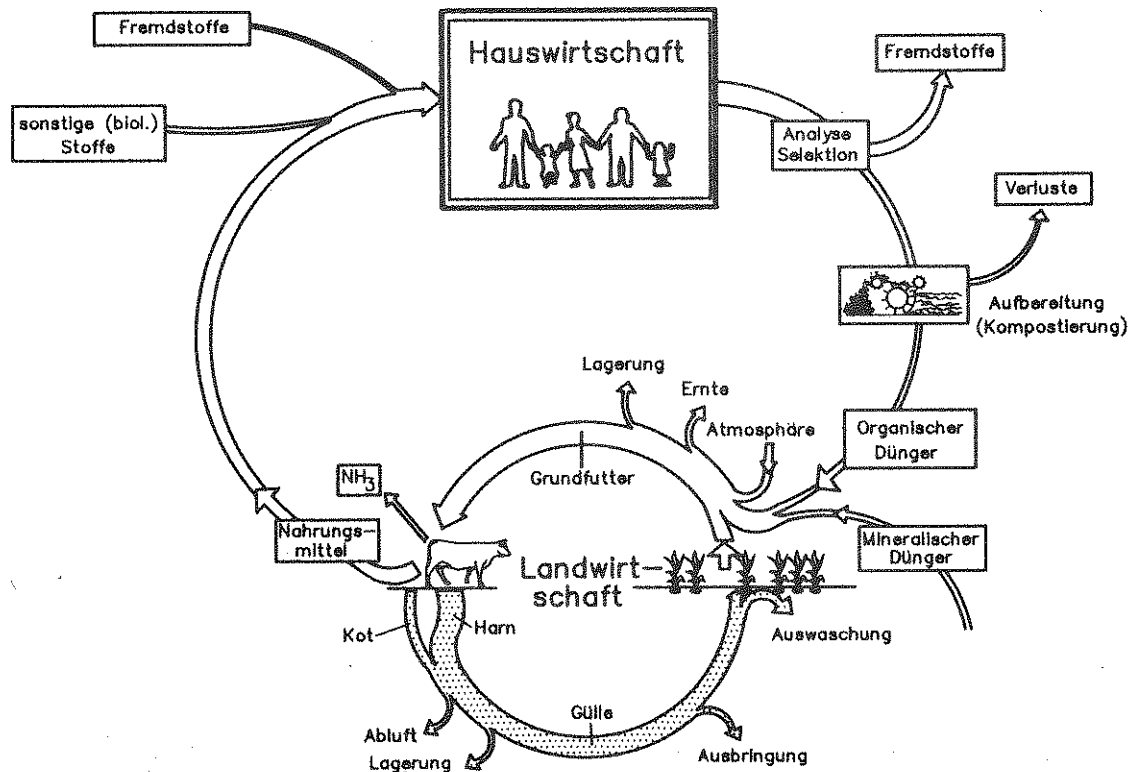


Abb. 2: Stickstoffkreislauf im System "Grünlandbewirtschaftung - Rindviehhaltung" (vereinfacht nach GRONAUER (8)).

Dabei gilt es, den betriebsinternen Stickstoffkreislauf möglichst verlustarm zu gestalten und den "Zukauf" von Stickstoff - sei es in Form von Futtermitteln und Düngermitteln - möglichst nur auf den Entzug durch die verkauften Produkte einzuschränken. Dies erfordert eine Reihe von technischen Maßnahmen. Dazu zählen:

- die verlustarme Ernte des Futters, eine hohe Schlagkraft bei der Ernte und der Versuch, durch die Aufbereitung das Anwelken zu beschleunigen. Von SCHURIG und LEHMANN werden dazu neuere Ergebnisse vorgetragen.
- die verlustarme Futterkonservierung. Hier hat sich bekanntlich die Silagebereitung durchgesetzt, wobei das Flachsilobau - beispielsweise als Traunsteiner Silo (3) - heute im Vordergrund steht. Über bauliche und verfahrenstechnische Verbesserungen berichten ENGLERT und PIRKELMANN. Probleme bereiten Flachsilos aller Bauarten bei der Abwasserableitung. Von RITTEL und JAKOB (Tänikon) werden dazu einige Lösungsansätze vorgestellt.

Bei dieser Betrachtung muß als weiterer technische Ansatz die dem tatsächlichen Bedarf angemessene Kraftfutterzuteilung, z.B. durch die elektronisch gesteuerte KF-Futterzuteilung, einbezogen werden.

Ein weiterer Schwerpunkt einer umweltgerechten Grünlandwirtschaft und Tierhaltung muß schließlich die verlustarme Lagerung und Ausbringung der Gülle sein. In verschiedenen Untersuchungen konnte mehrfach nachgewiesen werden, daß in Bayern durch die Tierhaltung der Stickstoffbedarf der Landwirtschaft gedeckt werden kann. Dazu müssen Festmist und Gülle wieder zum wertvollen Dünger werden, der gezielt nach dem tatsächlichen Nährstoffbedarf ausgebracht werden muß. Dies erfordert in vielen

Fällen eine Trennung der Gülle in eine feste Phase als langwirkender Dünger und in eine flüssige Phase, die als schnellwirkender Stickstoffdünger den wachsenden Beständen verlustarm zugeteilt wird.

Entsprechende Verfahren wurden im letzten Jahr in verschiedenen Maschinengemeinschaften erprobt und stehen der Praxis zur Verfügung (Abb. 3).

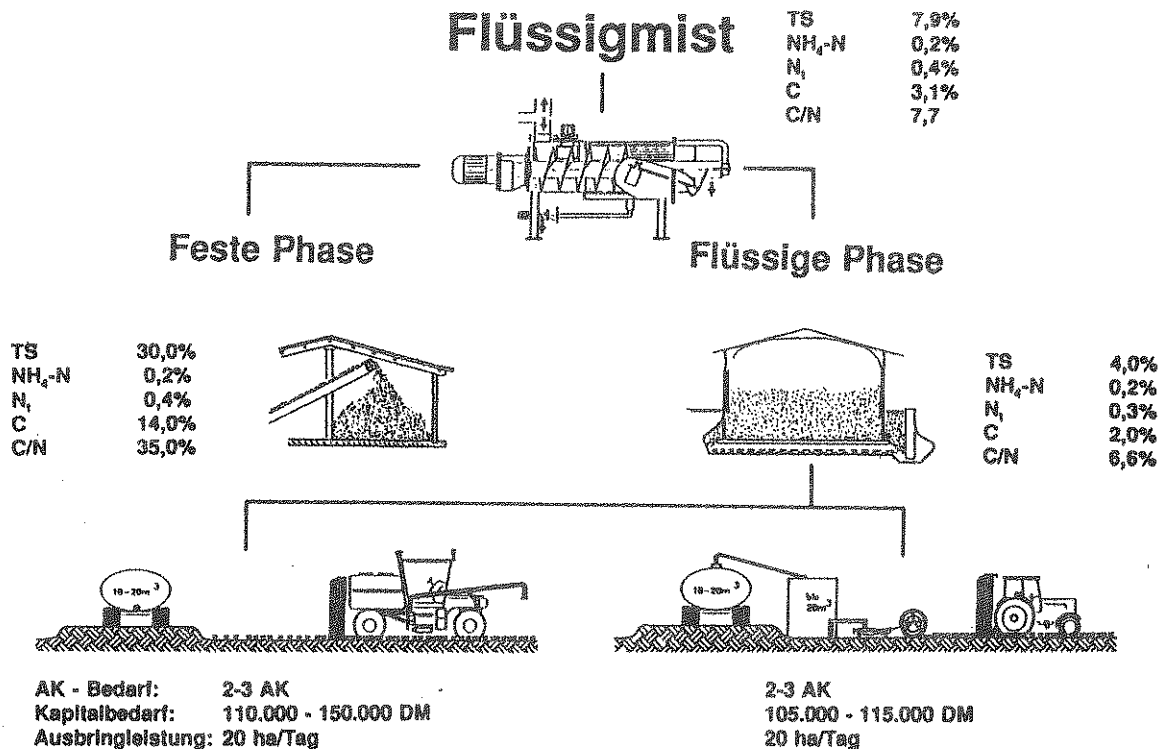


Abb. 3: Umweltgerechte Güllebehandlung und Ausbringung (nach BOXBERGER et al. (4))

### 3.2 Ansatzpunkt: Rechnergestützte Verfahren der Tierhaltung

Die Entwicklung der Haltungstechnik führte in der Vergangenheit zunehmend zur Einzeltierhaltung, um jedes Tier individuell zu füttern und zu betreuen. Dazu kommt, daß die einzelnen Funktionsbereiche auf engstem Raum kombiniert werden mußten, mit vielfältigen Kompromissen hinsichtlich der Tierplatzgestaltung und der Arbeitsdurchführung. Durch die Laufstallhaltung können wir nicht nur die artgerechtere Herdenhaltung verwirklichen, sondern auch die einzelnen Funktionsbereiche optimal gestalten, z.B. den Liegebereich für das Tier und den Melkbereich für die Arbeitskraft (Abb. 4).

Durch den Einsatz rechnergestützter Systeme können die Tiere auch in der Herde intensiv überwacht werden. Dadurch ist auch bei hohem Produktionsniveau eine artgemäße Gruppenhaltung möglich. Dies ist wiederum Voraussetzung für einfache, kostengünstige Gebäude. Eindrucksvoll ist hier die Entwicklung in der Kälberhaltung, wo die bisherige Einzeltierhaltung durch eine naturnahe Gruppenhaltung abgelöst wird, bei gleichzeitiger vollautomatischer, rechnergestützter Tränkezuteilung für jedes Einzeltier. PIRKELMANN wird dazu die neuesten Forschungsergebnisse vortragen.

Dies gilt, wenn auch in mehreren Stufen, ebenso für die Milchviehhaltung (Abb. 5). Stand der Technik sind Insellösungen, wie z.B. der Abrufautomat für die Kraftfutterfütterung. Derzeit wird an vernetzten Systemen gearbeitet, wobei alle Informationen, z.B. über die Milchleistung, das Tiergewicht und in Zukunft auch über die Tiergesundheit in ein betriebliches Informationssystem einbezogen werden. Dies dient dann zur Optimierung der Fütterung, der Tierüberwachung und des gesamten

Herdenmanagements. Über den aktuellen Stand rechnergestützter Produktionshilfen und deren Bewertung wird WENDL berichten.

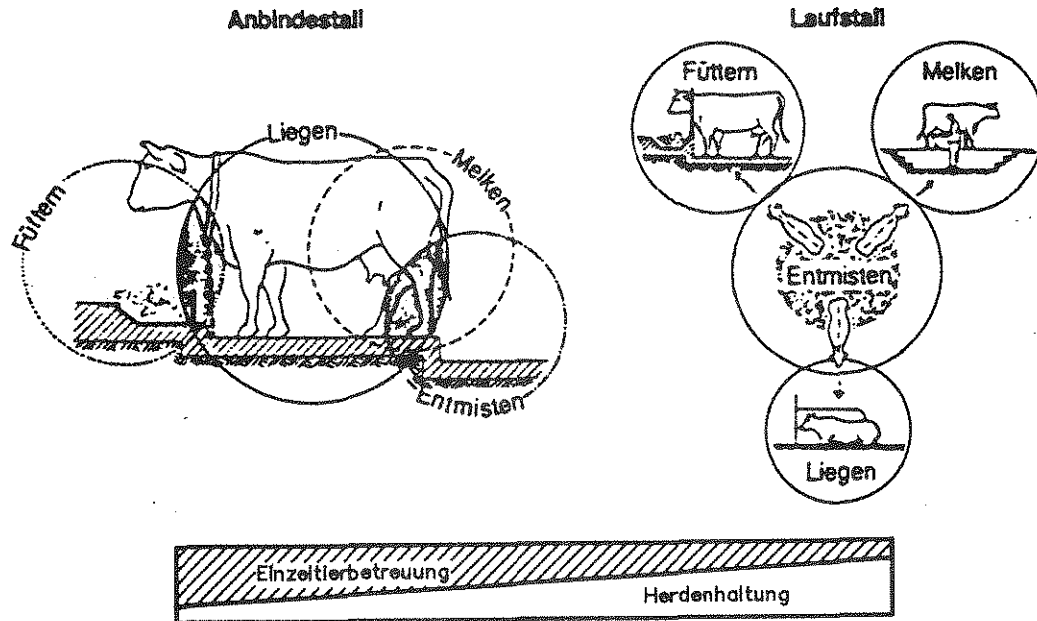


Abb. 4: Funktionsmerkmale von Anbinde- und Laufstall

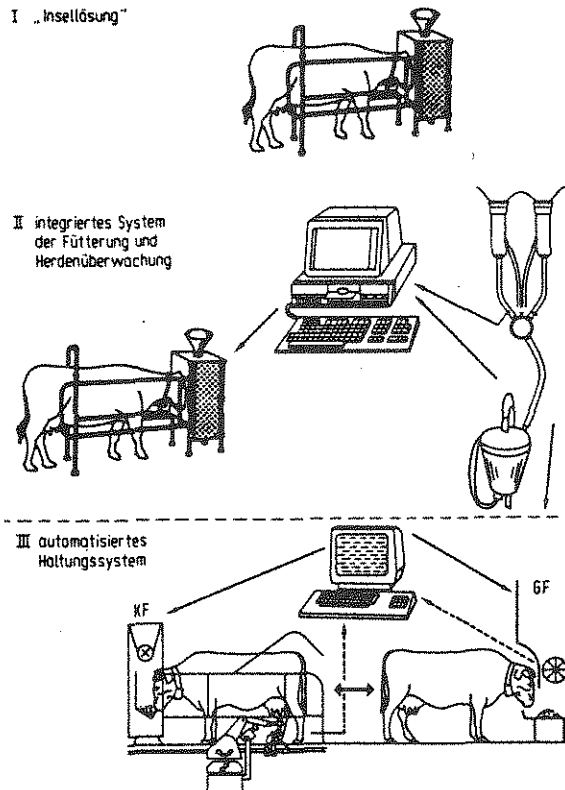


Abb. 5: Stufen des Elektronikeinsatzes in der Milchviehhaltung

Die Endstufe rechnergestützter Systeme ist eine umfassende Automatisierung. Dabei geht es nicht darum den Menschen zu ersetzen, sondern ihn aus der direkten Einbindung in den Produktionsprozeß herauszulösen und damit die Zeitbindung, z.B. an das täglich zweimalige Füttern und Melken zu

lockern. In der Kälberhaltung ist dies mit rechnergestützten Tränkeautomaten, gekoppelt mit der Tier- und Leistungsüberwachung bereits heute der Fall.

In der Milchviehhaltung setzen "automatische" rechnergestützte Systeme technische Lösungen für das automatische Melken voraus. Das Institut für Betriebstechnik der FAL hat mit Unterstützung der DFG ein Versuchsmodell eines Melkroboters gebaut, das die wesentlichen Elemente der heutigen technischen Möglichkeiten vereint (5). Die zentralen Probleme sind das Erkennen der Zitze und das sichere Ansetzen der Melkzeuge.

Inzwischen laufen bereits die ersten Versuche unter Praxisbedingungen, wobei derzeit das Verhalten der Tiere beim Ansetzen im Vordergrund steht. Dabei zeigte es sich, daß mit speziellen Sensoren die Tierbewegungen erfaßt und erst bei einem ruhigen Verhalten die Melkzeuge sicher angesetzt werden. Es sind noch eine Fülle von technischen und ethologischen Untersuchungen erforderlich, um ein solches System praxisreif zu machen. Der Beleg, daß eine Automatisierung des Melkens lösbar ist, wurde mit den Untersuchungen bereits jetzt erbracht. Solche Melkautomaten können in Verbindung mit Kraftfutterabruflstationen zur "Selbstbedienung" durch die Kühe eingesetzt werden. Damit wäre ein grundlegend neuer Ansatz für die Entwicklung von Haltungssystemen in der Milchviehhaltung in mittleren Betrieben mit einer Reihe entscheidender Vorteile möglich, z.B. daß der Lebensrhythmus des Tieres die Futtermittelaufnahme und die Milchabgabe bestimmt und nicht mehr der Arbeitsrhythmus des Menschen.

Noch aber sind dies Forschungsprojekte und der praktische Landwirt muß selbst melken. Umso wichtiger ist die arbeitswirtschaftlich optimale Gestaltung des Melkstandes als wichtigster Bestandteil des Laufstalles. WEBER wird dazu den neuesten Stand des Wissens darstellen.

### 3.3 Forschungsansatz: "Entwicklung naturnaher Haltungssysteme"

Neben der Arbeitstechnik bestimmt in stärkerem Maße der Mensch die Haltungsbedingungen der Tiere. Dies führt zu aufwendigen, wärmegeprägten Gebäuden, wobei versucht wird, deren Kosten durch eine starke Beschränkung der Grundfläche zu begrenzen (6). Bei der Entwicklung naturnaher Haltungssysteme sollte man deshalb auch hier vom Tier ausgehen, wobei dessen Ansprüche sich häufig grundlegend von den Klimabedürfnissen des Menschen unterscheiden, wie eine größere Anzahl von Wahlversuchen zeigen. KOCH (7) hat beispielsweise den Tieren den wahlweisen Aufenthalt im Stall und in einem Waldgehege angeboten (Abb. 6).

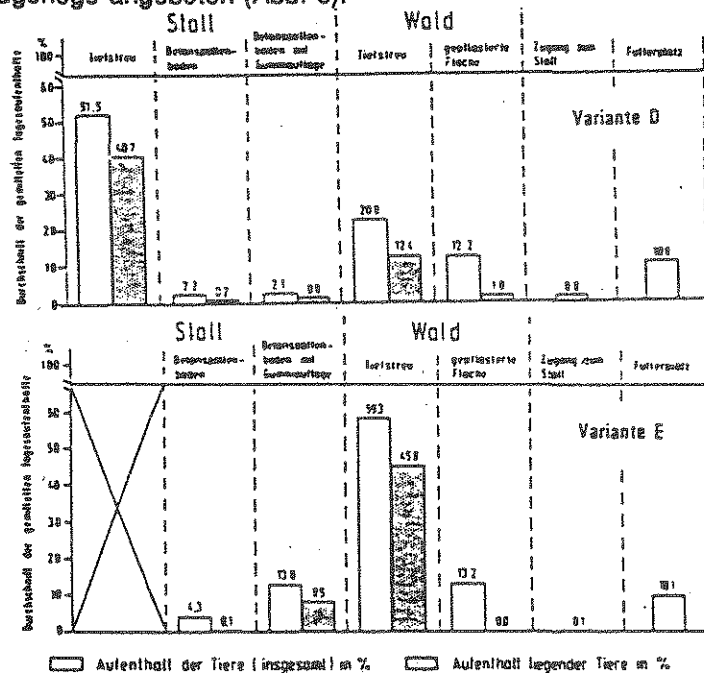


Abb. 6: Mittlere tägl. Verteilung von Jungrindern auf bestimmte frei wählbare Aufenthaltsbereiche (7)

War im Stall ein Tiefstrelager, wurde dieses gegenüber der Tiefstreu im Wald bevorzugt. Dies änderte sich, wenn den Tieren im Stall eine harte, wenig gedämmte Liegefläche zur Verfügung stand. Alle Tiere bevorzugten dann selbst bei extremen Außentemperaturen das eingestreute Lager im Freien. Von seiten der Tiere genügt deshalb ein einfacher Witterungsschutz, wenn für ein weiches, trockenes und zugfreies Lager gesorgt wird. Diese und viele andere Versuche zeigen eindeutig, daß dann auf eine Wärmedämmung der Stallgebäude verzichtet werden kann, daß aber der richtigen Gestaltung der Liegefläche große Bedeutung zukommt.

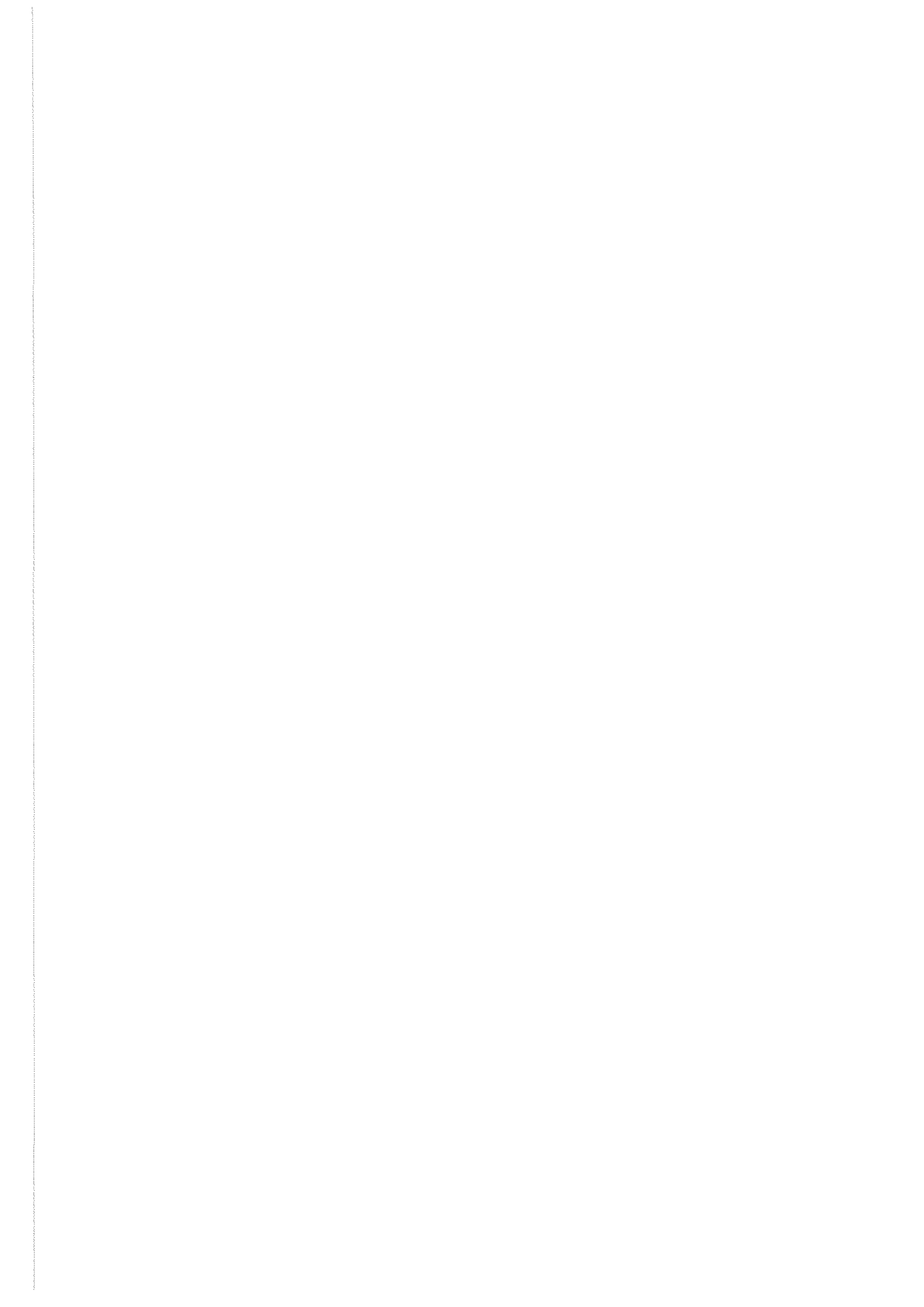
BOXBERGER wird, ausgehend von diesen Überlegungen, Vorschläge für die Entwicklung naturnaher Stallsysteme vortragen. Diese bieten den Ansatz für deutliche Kosteneinsparungen, worüber abschließend von RITTEL berichtet wird.

#### **4. Ausblick**

Neue Wege in der Milchviehhaltung? In diesem Einführungsreferat wurden einige Forschungsansätze zur Verbesserung der Futtergewinnung und zur umweltgerechten Entsorgung der Ställe sowie zur Entwicklung naturnaher und kostengünstiger Haltungssysteme aufgezeigt. Die Übernahme durch die Praxis wird aber nur dann erfolgen, wenn es gelingt, solche Systeme nicht nur umwelt- und tiergerecht zu gestalten, sondern gleichzeitig auch Kosten- und Arbeitszeiteinsparungen erlauben. Dies setzt auch in Zukunft die volle Nutzung des technischen Fortschrittes voraus. Unser Bemühen ist es, diesen scheinbaren Widerspruch zu lösen und speziell der bayerischen Landwirtschaft einen gangbaren Weg aufzuzeigen, wie man auch in Zukunft konkurrenzfähig bleiben kann und gleichzeitig den erhöhten Anforderungen an den Tier- und Umweltschutz gerecht zu werden. Ich sehe darin auch eine Chance für eine flächengebundene Viehhaltung in überschaubaren Herdengrößen. Damit könnte es gelingen, Kostenvorteile gegenüber den großen Milchviehbetrieben zu erwirtschaften.

#### **Literatur:**

1. Schön, H.: Neuorientierung der Landbewirtschaftung und ihre Konsequenzen für die Landtechnik.  
-In: Landtechnik 46 (1991) H. 1/2, S. 8 - 13
2. KTBL-Arge "Technik und Tier": Haltungssysteme Milchvieh - Vergleich, Bewertung, Verbesserungsansätze. -In: KTBL-Schrift 315, Landw. Verlag, Münster-Hiltrup, 1987
3. Perreiter, J.: Traunsteiner Silo, Verlag E. Perreiter, Wörglham, 14. Aufl., 1991
4. Boxberger, J.; Gronauer, A., Popp, L.: Umweltschonende Handhabung von Fest- und Flüssigmist.  
-In: Tagungsband der Jahrestagung Landtechnik Weihenstephan 1990, S. 37 - 52, Weihenstephan 1990
5. Artmann, R.; Schillingmann, D.: Entwicklungsstand von Melkrobotern. -In: Landtechnik 45 (1976) H. 12, S. 437 - 440
6. Schön, H.; Boxberger, J.: Technische Ansätze zur Entwicklung naturnaher Haltungssysteme in der Milchviehhaltung. -In: G. Brem (Hrsg.): Fortschritte in der Tierzucht, Ulmer Verlag Stuttgart 1991, S. 61 - 88
7. Koch, L.: Wahlversuche bei Jungrindern in bezug auf Klimafaktoren und Flächenqualitäten.  
-In: Arbeiten zur artgerechten Tierhaltung, 1984, S. 206 - 220, Landw. Verlag Hiltrup 1985
8. Gronauer, A.: unveröffentlicht.



## Ergebnisse zur Aufbereitung von Anwelkgut

Dr. B. Lehmann und Dr. M. Schurig

### 1. Einleitung

Ökonomische und zukünftig in steigendem Maße auch ökologische Gründe zwingen in der Milchviehhaltung zu hohen Leistungen aus dem wirtschaftseigenen Grundfutter. Die Voraussetzung dafür besteht in der Gewährleistung einer gleichmäßigen und hohen Grundfutterqualität. Für die Konservierung von Grüngut ist in diesem Zusammenhang nach wie vor eine mehr oder weniger lange Trocknungsperiode auf dem Feld unerlässlich. Diese Feldphase stellt aber zugleich den risikoreichsten Teil der Halmfuttengewinnung dar. Der generelle Trend zur Anweklsilagebereitung verringert das Problem witterungsbedingter Verluste im Vergleich zur Heubereitung bereits deutlich. Darüber hinaus werden immer wieder die unterschiedlichsten technischen Möglichkeiten zur Aufbereitung von Grüngut im Zusammenhang mit der Futterkonservierung diskutiert, die nachfolgend dargestellt und in ein gesamtes Verfahren eingeordnet werden sollen.

### 2. Technik der Aufbereitung von Grüngut

Für die Aufbereitung von Grüngut werden die unterschiedlichsten technischen Lösungen angeboten. In der Abb. 1 wird ein systematischer Überblick gegeben.

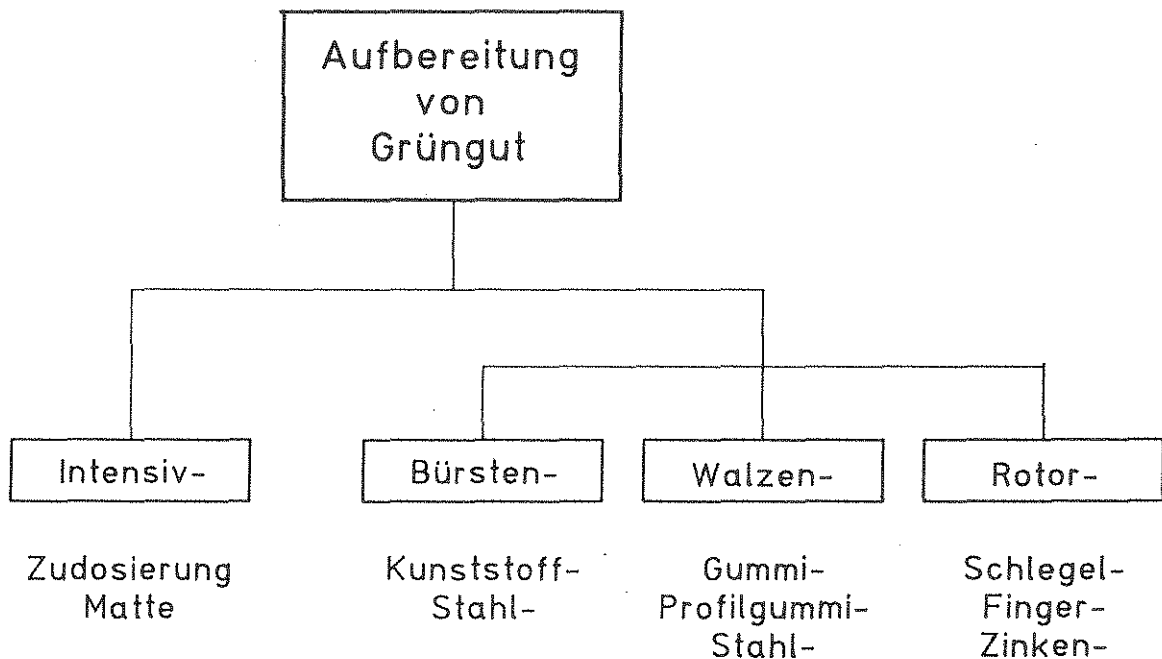


Abb. 1: Überblick über die verschiedenen Techniken für die Aufbereitung von Grüngut.



## 2.1 Intensivaufbereitung von Grüngut

Grundsätzlich muß in eine Intensivaufbereitung und eine Aufbereitung unterschieden werden. Das technische Kriterium für die gegenseitige Abgrenzung besteht in der Gutzuführung zu den Aufbereitungswerkzeugen. Intensivaufbereiter benötigen einen gleichmäßigen und möglichst dünnen Gutstrom, der nur über eine Zwangszuführung hergestellt werden kann. Die starke Zerkleinerung des Pflanzmaterials bei der Intensivaufbereitung macht eine Verpressung des Grün gutes zu einer Matte in der Regel unumgänglich. Die verwendeten Techniken sind entsprechend aufwendig (Abb. 2).

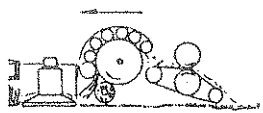
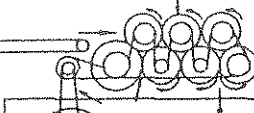
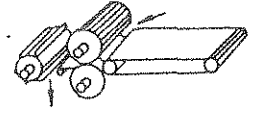
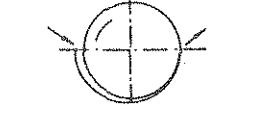
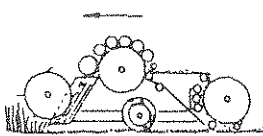
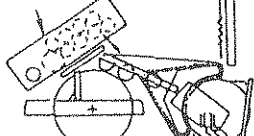
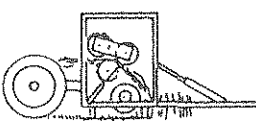
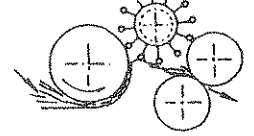
Technik	Planetenzwalzen	Reihenwalzen	Quetsch- Stoßwalzen	Stator u. Rotoren
				
				
Einsatz	Luzerne u. Wiesen aufwuchs		Luzerne	Wiesen aufwuchs
Wirk- prinzip	reiben, zerfasern	reiben, zerfasern	quetschen, stoßen	reiben, zerfasern
Schwad	Matte		Matte	Matte

Abb. 2: Systeme für eine Mähintensivaufbereitung mit anschließender Mattenformung (nach KOEGEL 1988, FRITZ 1986, WANDEL 1991, KRAUS 1990, SCHUSTER 1991).

Aufgrund vieler bislang ungelöster Schwierigkeiten bei der Intensivaufbereitung von Grün gut soll an dieser Stelle auf eine Vertiefung verzichtet werden. Die Probleme mit dieser Technik lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Technik für eine kontrollierte Gutzuführung zu den Aufbereitungswerkzeugen ist sehr aufwendig.
- Durch die intensive mechanische Bearbeitung des Grün gutes kommt es zu einer starken Materialzerkleinerung (Bröckelverluste) und zu einer höheren Futtermverschmutzung (GRUBE 1988).
- Eine Mattenformung ist mit Wiesen aufwuchs unmöglich.
- Bei Schwad- bzw. Mattenablage werden lediglich 50-60 % der verfügbaren Feldfläche für die Trocknung genutzt. (Eine sehr hohe Trocknungsbeschleunigung wird unter Laborbedingungen erzielt).
- Die Ernte der Matte bzw. des Mäh schwades führt zu einer intensiven Feldbefahrung (BOSMA 1991).
- Die Mattenhandhabung ist nur mit einer speziellen Mechanisierung möglich.

- Ein Einregnen kann zum Totalverlust führen.

## 2.2 Grüngutaufbereiter

Alle übrigen Aufbereiter für Grüngut haben in erster Linie in Verbindung mit einem Mähwerk als Mähauflbereiter Verbreitung gefunden. Dabei spielen im süddeutschen Raum Mähauflbereiter mit Finger- bzw. Doppelmessermähwerken und Bürstenaufbereitern keine Rolle.

Die Zusammenführung des Mähgutes auf ein unterschiedlich starkes "Polster" bei Trommel- und Scheibenmähwerken bedingt eine entsprechende Zuordnung der Aufbereitungstechniken (Abb. 3).

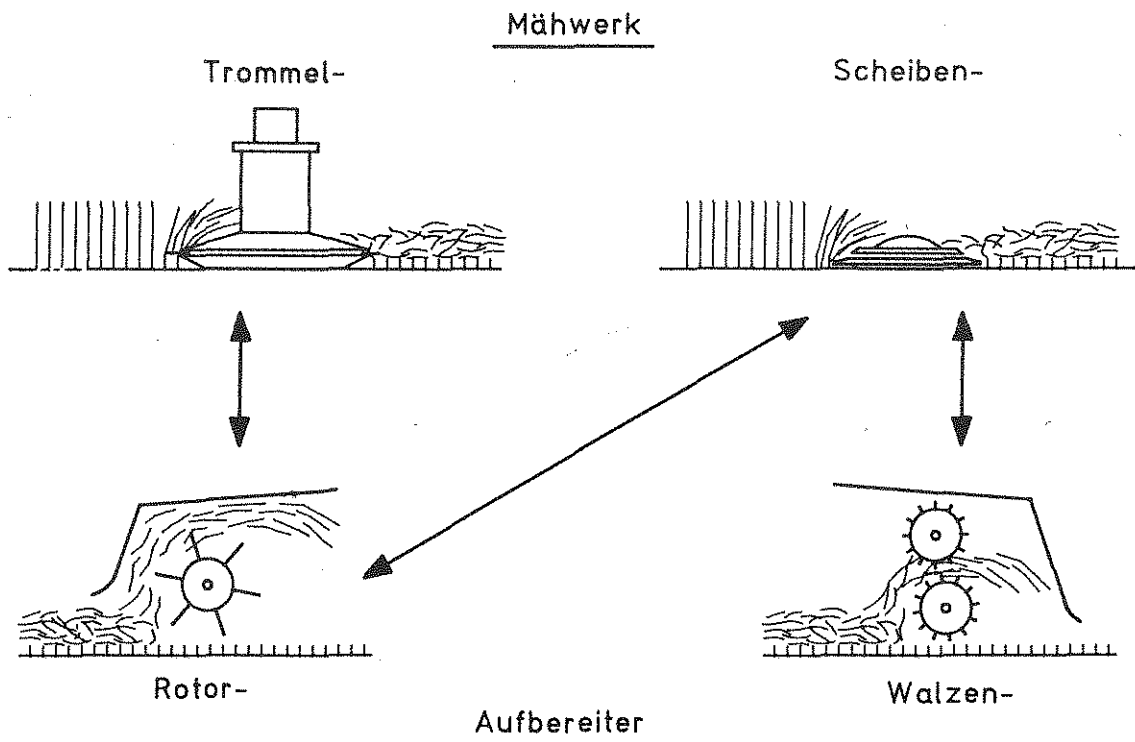


Abb. 3: Mögliche Kombinationen von Mähwerken und Aufbereitern zu Mähauflbereitern nach einer Angebotsanalyse aus dem Jahr 1990.

Während Mähtrommeln das Grüngut sehr kompakt zusammenführen, belassen Scheibenmähwerke eher eine Gutverteilung über die gesamte Mähbreite, was die Voraussetzung für eine Kombination mit Walzenaufbereitern darstellt.

Für den Frontanbau gibt es derzeit, durch die Bauart bedingt, für reine Trommelmähwerke keinen Aufbereiter. Der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik wurde für das laufende Jahr ein Entwicklungsauftrag für solch einen Front-Mähauflbereiter mit einem Trommelmähwerk erteilt. Im Gegensatz zu den Heckgeräten wurde dieser mit zwei stehenden Aufbereitungsrotoren ausgerüstet (Abb. 4).

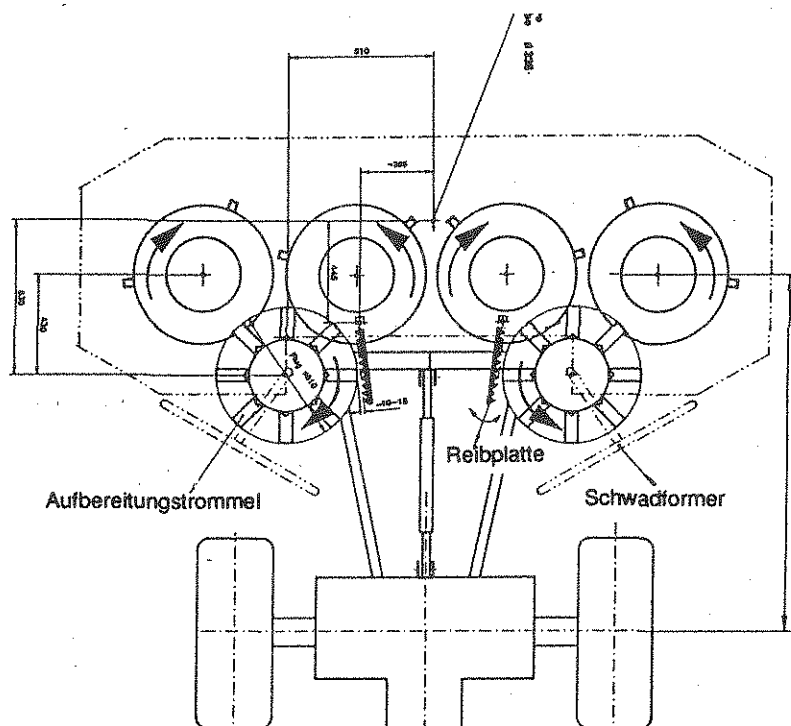


Abb. 4: Front-Mähauflbereiter mit Trommelmähwerk und zwei stehenden Aufbereitungsrotoren.

Die Aufbereitung der Pflanzenoberfläche mit diesem System wurde in zahlreichen Vergleichsuntersuchungen zum Trocknungsverlauf von Grüngrut geprüft und kann als gleichwertig mit dem Effekt von liegenden Rotoren bei Heckgeräten angesehen werden.

### 3. Ergebnisse zur Aufbereitung von Grüngrut

Die Aufbereitung von Grüngrut verfolgt in erster Linie das Ziel, den Trocknungsverlauf auf dem Feld zu beschleunigen, das Wetterisiko bei der Halmfutttergewinnung zu vermindern und die Anzahl an nötigen Arbeitsgängen zu reduzieren. Aus der Literatur liegen zahlreiche Ergebnisse zu den Auswirkungen der Aufbereitung von Grüngrut vor, die für eine Bewertung und Einordnung mit herangezogen werden sollen.

#### 3.1 Trocknungsbeschleunigung

Die Wirkung von Aufbereitern auf die Wasserabgabe von Grüngrut muß in zwei Schritte differenziert werden:

1. Die Aufbereitung der Pflanzenoberfläche (Cuticula), um einen raschen Wasseraustritt zu ermöglichen und
2. die Ablage des aufbereiteten Pflanzenmaterials auf dem Feld, um den natürlichen Trocknungsfaktoren eine gute Angriffsmöglichkeit zu bieten.

Um eine Bewertung der verschiedenen Aufbereitungstechniken in dieser Hinsicht vornehmen zu können, wurden an der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik im vergangenen Jahr mehrere Vergleichsuntersuchungen durchgeführt.

### 3.1.1 Aufbereitung der Pflanzenoberfläche

Bei einem Vergleich unterschiedlich aufbereiteter Grüngutproben, die in gleichen Mengen (2 kg Frischmasse je m<sup>2</sup>) locker und breitgestreut auf Metallgittern aufgelegt und auf dem Feld getrocknet wurden, zeigten sich deutliche Unterschiede im Bezug auf den Trocknungsverlauf (Abb. 5).

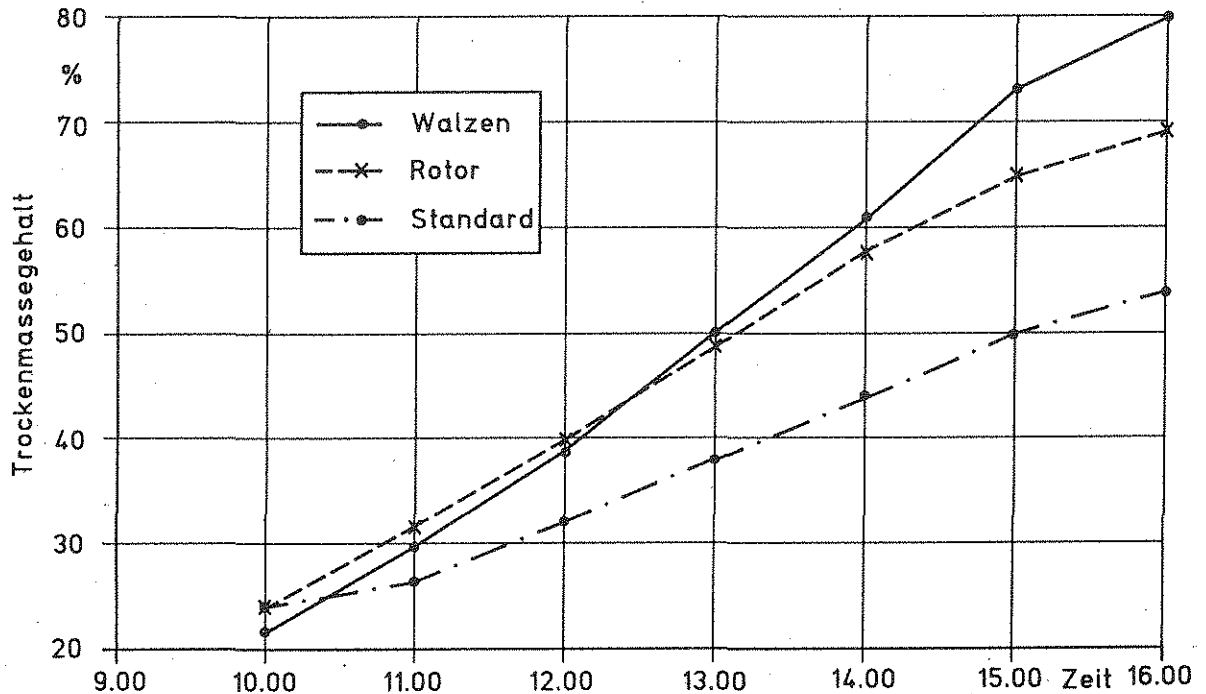


Abb. 5: Trocknungsverlauf von Grüngut beim Einsatz unterschiedlicher Aufbereitungswerkzeuge (12.07.90, 2. Aufwuchs, "Gitter-Methode", 2 kg FM/m<sup>2</sup>).

Nach dem Mähen, das gegen 9<sup>00</sup> Uhr beendet war, verlief die Abtrocknung aller Proben zunächst annähernd parallel bis ca. 11<sup>00</sup> Uhr. Um 13<sup>00</sup> Uhr hatte das aufbereitete Grüngut bereits einen Trocknungsvorsprung von ca. 2 h. Während sich beim unaufbereiteten Standard-Material bis 16<sup>00</sup> Uhr der Trockenmassegehalt nur noch auf 53,8 % steigerte, erreichten die rotoraufbereiteten Proben 71,1 % Trockenmasse (TM) und das von profilierten Gummiwalzen intensiv geknickte Material sogar 79,9 % Trockenmasse.

### 3.1.2 Feldablage der Aufbereiter

Parallel zu den Bestimmungen des Trocknungsverlaufes von Grüngut mit der "Gitter-Methode" wurden am gleichen Tag Proben aus den Mähswaden der einzelnen Mähauflbereiter entnommen, um den Effekt der Feldablage im Schwad zu ermitteln (Abb. 6).

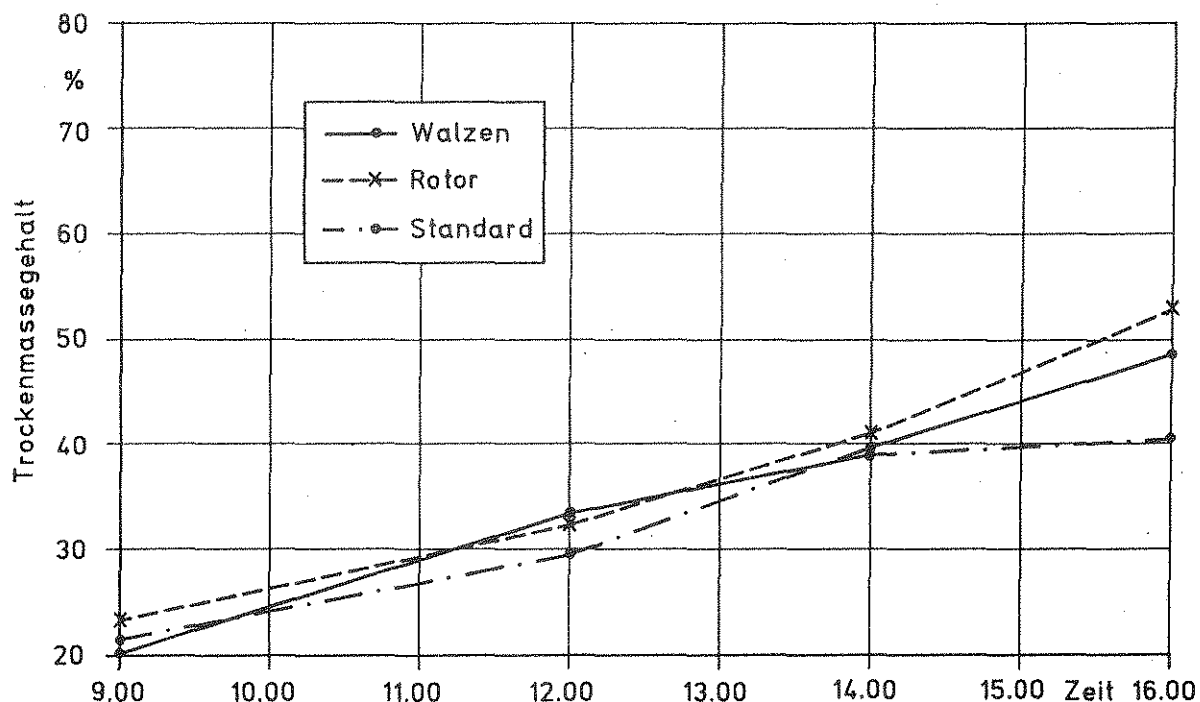


Abb. 6: Trocknungsverlauf von Grüngut beim Einsatz unterschiedlicher Aufbereitungswerkzeuge (12.07.90, 2. Aufwuchs, Schwadablage, keine weitere Bearbeitung).

Der Flächenenertrag beim Feldversuch entsprach mit durchschnittlich 1,97 kg Frischmasse pro m<sup>2</sup> demjenigen auf den Trocknungsgittern ("Gitter-Methode"). "Standard", walzen- und rotoraufbereitetes Grüngut trocknete in den Mähschwaden bis zur Probenahme um 14<sup>00</sup> Uhr gleich stark ab und erreichte 39,0-40,4 % TM). Am Ende des Versuchstages (16<sup>00</sup> Uhr) lagen die durchschnittlichen TM-Gehalte in den unveränderten Schwaden bei allen Varianten deutlich niedriger als auf den Gittern. So erreichte das Standardmaterial bis 16<sup>00</sup> Uhr lediglich 40,4 % TM, das walzenaufbereitete 48,3 % TM und das rotoraufbereitete 53,3 % TM. Der starke Unterschied im TM-Gehalt um 16<sup>00</sup> Uhr beim Walzenaufbereiter (48,3 % im Schwad gegenüber 79,9 % auf dem Gitter) läßt auf eine sehr kompakte Schwadformung schließen, die eine Abtrocknung ungünstig beeinflußt. Durch das intensive Knicken der Pflanzen geht die für einen lockeren Schwadaufbau nötige Eigenstabilität verloren und das Pflanzenmaterial verdichtet sich zunehmend.

Dieser mögliche ungünstige Werkzeugeffekt der Walzen bei der Grüngutaufbereitung tritt allerdings lediglich bei der Trocknung im Schwad auf. HÖHN 1987 und HADDERS 1983 konnten in ähnlichen Vergleichen unterschiedlicher Aufbereitungsprinzipien kaum bzw. keine Unterschiede im Trocknungsverlauf von Grüngut feststellen, wenn das Material breitgestreut und häufig gewendet wird. Die lockere Breitablage, wie sie bei der Trocknung von Grüngut auf den Metallgittern simuliert wurde, erweist sich für eine gute Ausnutzung der Aufbereitungswirkung im Bezug auf die Wasserabgabe als unerlässlich. DONE et al. 1989 sowie LAMOND et al. 1988 kommen in ihren Versuchen ebenfalls zu dem Schluß, daß ab einer Arbeitsbreite des Mähwerkes von 2 m kaum noch eine Wirkung der Aufbereitung von Grüngut auf den Trocknungsverlauf im Schwad festzustellen ist.

Für die Gewinnung von Anweilslage mit einem TM-Gehalt von ca. 40 % kann bei entsprechend lockerer Breitablage durch einen Aufbereiter ein zeitlicher Trocknungsvorsprung von 1,5-2 h (Abb. 5) erreicht werden. Ein ähnlicher Zeitraum wird von AHMELS und ISENSEE 1989 angegeben. Die Aufbereitung verkürzt die Feldphase bis zu 35 % TM-Gehalt um ca. 2 h.

In Abhängigkeit vom angestrebten TM-Gehalt sowie von der Beschaffenheit und gesamten Handhabung des Materials kann der Trocknungsvorsprung durch eine Grüngutaufbereitung aber auch 2,4 - 3,1 h (SCHURIG und ZIRNGIBL 1983) beziehungsweise 2,4-2,9 h (FLUIT 1982) betragen. Die höheren Werte beziehen sich jeweils auf höhere End-TM-Gehalte.

### 3.2 Verluste

Neben einer positiven Beeinflussung der Wasserabgabe durch die Aufbereitung von Grünut kann die intensive mechanische Beanspruchung des Pflanzenmaterials aber auch negative Auswirkungen haben. Gegenüber einem konventionellen Mäherät ermittelte JEPSSON 1981 durch die Aufbereitung eine Zunahme der TM-Verluste um 140 kg/ha bis zu einem TM-Gehalt von 70 %. Bei Niederschlag stieg dieser Wert sogar auf 670 kg TM/ha an. Durch den Übergang zu geringeren TM-Gehalten des Erntegutes (55 %), wie es bei der Anweilsilagebereitung der Fall ist, konnte in den Versuchen von JEPSSON 1981 der zusätzliche Verlust an TM durch einen Aufbereiter auf 50 kg TM/ha verringert werden. Für Luzerne, einem sehr empfindlichen Pflanzenmaterial, wurden von KOEGEL et al. 1985 ohne Wendevorgänge Gesamtverluste von 8,98 % TM für einen Walzenaufbereiter und 10,95 % für einen Rotoraufbereiter ermittelt (Tab. 1).

Tab. 1: Trockenmasseverluste bei der Bereitung von Luzerneheu (nach KOEGEL et al. 1985).

Arbeitsgang	Walzenaufbereiter	Rotoraufbereiter
Mähaufbereiter und Zusammenschwaden	4,70 ± 0,55 <sup>a</sup>	6,43 ± 0,55 <sup>b</sup>
Pick-up	2,05 ± 0,19	2,38 ± 0,36
Presskammer	2,22 ± 1,40	2,13 ± 0,45
Gesamtverluste	8,98 ± 1,89	10,95 ± 1,29

Scheibenmäherwerke, kein Wendevorgang, TM-Gehalt der Ballen bei der Ernte: 76,9 % bzw. 76,4 %, <sup>a,b</sup> sign. Unterschiede der Mittelwerte

Die Aufbereitung und das Zusammenschwaden bilanzierte er bei den Verlusten mit 4,70 % TM beziehungsweise 6,43 % TM, wobei die Bröckelverluste durch den Rotoraufbereiter signifikant höher lagen als beim Walzenaufbereiter. Untersuchungen von HADDERS 1983 in Schweden erbrachten bis zu einem TM-Gehalt von 65 % (Unterdachheu) beim Rotoraufbereiter 200 kg/ha höhere Verluste an TM als beim Walzenaufbereiter. Dies traf unabhängig von der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes zu. Bei der Gewinnung von Bodenheu (80 % TM-Gehalt) spielte das unterschiedliche Aufbereitungsprinzip hinsichtlich der Verluste keine Rolle mehr (HADDERS 1983).

### 3.3 Futterqualität

Die Gewährleistung einer hohen Futterqualität muß bei allen Verfahren der Futtergewinnung im Vordergrund stehen. Der Einfluß der Aufbereiter auf die Futterqualität wird nachfolgend anhand der Futterschmutzung, der Inhaltsstoffe und der gärobiologischen Merkmale beschrieben.

Die Aufbereitung von Grüngut führt nur zu geringfügig höheren Sandgehalten im Futter (durchschnittlich 3,4 % in der TM) gegenüber den einfachen Mähwerken (durchschnittlich 2,8 % in der TM, Tab. 2).

Tab. 2: Sandeintrag von verschiedenen Mähwerkstypen (Angabe der Werte abzüglich 5 % Mineralstoffgehalt, AHMELS et al. 1988).

Gerätetyp	Sand in % T
Scheibenmäher mit Aufbereiter	3,3
Trommelmäher (kl. Trommeln) mit Aufbereiter	3,5
Trommelmäher (gr. Trommeln) mit Aufbereiter	3,3
Durchschnitt	3,4
Scheibenmäher ohne Aufbereiter	3,9
Trommelmäher ohne Aufbereiter	2,5
Messerbalken ohne Aufbereiter	2,1
Durchschnitt	2,8
Gesamtdurchschnitt	3,2

5 % Mineralstoffgehalt

Die geringste Futtermverschmutzung wurde von AHMELS et al. 1988 beim Messerbalkenmähwerk ohne Aufbereiter mit 2,1 % Sand in der TM ermittelt. Den höchsten Wert wies das Scheibenmähwerk ohne Aufbereiter mit 3,9 % Sand in der TM auf. Alle Gehalte bewegten sich im für Silagen üblichen Bereich.

Auch die übrigen Inhaltsstoffe und die Gärqualität werden durch den Einsatz von Mähauflbereitem nicht beeinflusst (AHMELS et al. 1988).

### 3.4 Leistungsbedarf

Durch die Kombination von Mähwerken und Aufbereitern verringert sich die mögliche Flächenleistung der Mähwerke. Die DLG-Prüfungen haben bei einer Fahrgeschwindigkeit von 6-8 km/h und einer Arbeitsbreite von 1,8 m einen zusätzlichen Leistungsbedarf von 10-15 KW für die Aufbereitung ergeben (SCHURIG und ZIRNGIBL 1983). Für einen Mähauflbereiter mit ca. 2 m Arbeitsbreite muß insgesamt mit einem Leistungsbedarf von 40-45 kW gerechnet werden (HÖHN 1987).

Der Zusammenhang von Arbeitsbreite und Leistungsbedarf wurde von KLINNER et al. 1980 nach Herstellerangaben für unterschiedliche Mähwerke- und Mähauflbereiter graphisch dargestellt (Abb. 6).

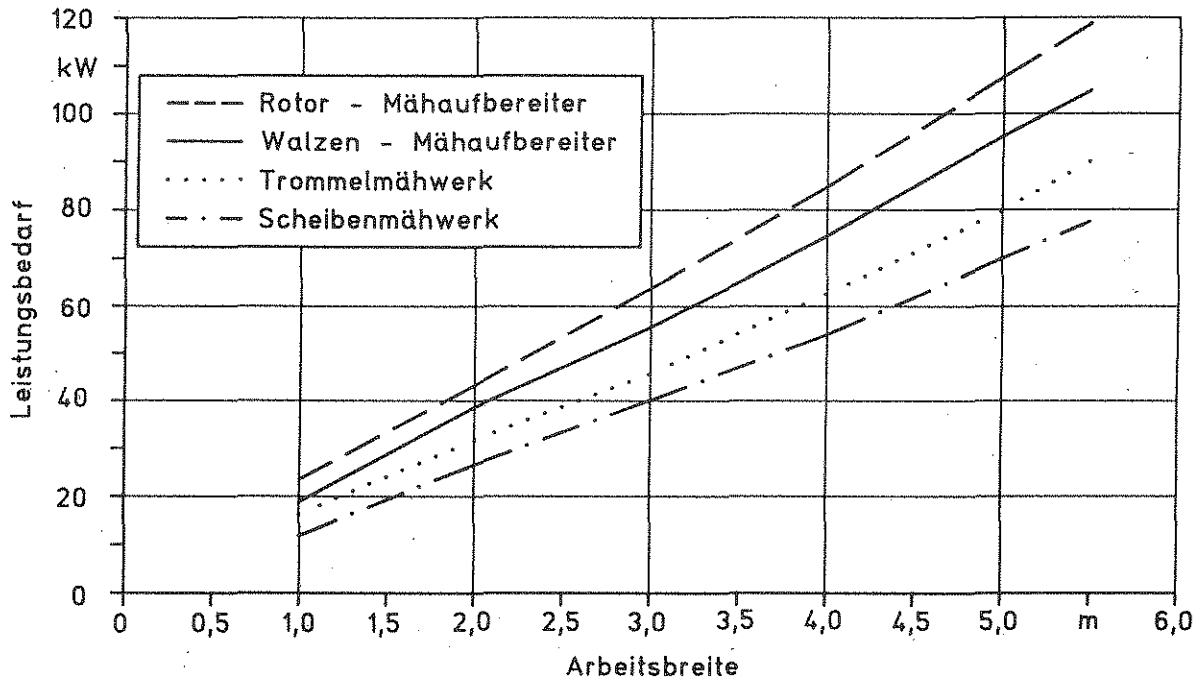


Abb. 6: Mindestleistungsbedarf von Mähwerken und Mähaufbereitern bei unterschiedlichen Arbeitsbreiten (Herstellerangaben, nach KLINNER et al. 1980).

Bei der Kombination von Front- und Heckmähaufbereitern zur Erzielung größerer Arbeitsbreiten wird dabei schnell das Leistungsangebot üblicher Grünlandschlepper (60 kW) überschritten.

#### 4. Bewertung und Einordnung der Aufbereitung von Anwelkgut

Die Aufbereitung von Grüngut hat sowohl positive als auch negative Auswirkungen. Auf der Basis eigener jahrelanger Erfahrungen und Untersuchungen zu diesem Themenbereich und nach Auswertung der umfangreichen Ergebnisse in der Literatur soll abschließend eine Bewertung der unterschiedlichen Aufbereitungstechniken und eine Einordnung in ein Verfahren der Anwelksilagebereitung vorgenommen werden.

##### 4.1 Bewertung unterschiedlicher Aufbereitungssysteme

Für die Aufbereitung von Grüngut kommen derzeit grundsätzlich zwei verschiedene Systeme in Frage, nämlich Walzen- und Rotoraufbereiter. Für einen Mähaufbereiter bieten Scheibenmähwerke die besseren Voraussetzungen für eine gleichmäßige und effektive Grüngutaufbereitung. Diese werden sowohl in Kombination mit Rotor- als auch mit Walzenaufbereitern angeboten. Der Mehrpreis für einen Aufbereiter bewegt sich zwischen 3000,- bis 4500,- DM gegenüber einem einfachen Mähwerk. Walzenaufbereiter kosten etwa 1000,- DM mehr als vergleichbare Rotoraufbereiter.

Im Bezug auf den Trocknungsverlauf bereiten Walzen die Pflanzenoberfläche (Cuticula) besser auf als Rotoren. Allerdings kann sich dieser Effekt erst dann zeigen, wenn die natürlichen Trocknungsfaktoren optimal angreifen können, wozu eine lockere Breitablage und häufiges Wenden gehören. Bis zu einem TM-Gehalt von 40 % (Anwelksilage) treten keine Unterschiede zwischen Walzen- und Rotoraufbereiter



hinsichtlich der Trocknungsbeschleunigung auf (HÖHN 1987, HADDERS 1983). Unter guten Trocknungsbedingungen ist durch eine Aufbereitung mit einem Trocknungsvorsprung bis zur Anwelksilagebereitung von 1,5-2 h zu rechnen.

Die zusätzlichen Bröckelverluste durch eine Aufbereitung von Grüngut bei der Silagebereitung bewegen sich in der Größenordnung von 5-10 % TM. Tendenziell verursachen Rotoraufbereiter dabei höhere Verluste als Walzenaufbereiter. Die richtige Einstellung der Aufbereitungsintensität stellt bis heute ein ungelöstes Problem dar.

Die Gärfutterqualität wird durch den Einsatz von Mähauflerern nicht beeinflusst. Der Schmutzeintrag erfolgt durch die Mähwerke, die Aufbereiter mischen lediglich mehr oder weniger intensiv ein. Der Einfluß der veränderten Pflanzenstruktur auf die Futteraufnahme kann jedoch nur in aufwendigen Fütterungsversuchen überprüft werden.

Der zusätzliche Leistungsbedarf für die Aufbereitung beträgt ca. 10-15 kW bei einer Arbeitsbreite des Mähwerkes von 1,8 m. Das Leistungsangebot der üblichen Grünlandschlepper (60 kW) reicht maximal für eine Arbeitsbreite von 3,5 m. Damit kann eine Flächenleistung von ca. 3,5 ha/h erzielt werden.

#### 4.2 Einordnung der Aufbereitung von Anwelkgut

Die Ernte von Anwelksilage an zwei Tagen kann heute bei überbetrieblicher Arbeitsorganisation als Standard angesehen werden (PERREITER 1991). Angestrebt werden muß eine Reduzierung auf einen Tag, was folgende Vorteile mit sich bringt:

- Die Feldverluste von 9-18 % TM werden auf 2,7-3,5 % TM verringert (Tab. 3).

Tab. 3: Feldverluste bei der Silagebereitung bis 35 % TM (AHMELS 1989).

Verlustursache	Feldliegezeit	
	12 h	48 h
Atmung	0,7 - 1	4 - 10
Auswaschung	0 - 3	0 - 10
Bröckelverluste	2 - 2,5	5 - 8
Gesamt ohne Regen	2,7 - 3,5	9 - 18
Gesamt mit Regen	bis 6,5	bis 28

- Die Anzahl der verfügbaren Erntetage besonders in Gebieten mit ungünstigen Trocknungsbedingungen erhöht sich (AUGTER 1991), d.h. der optimale Schnitzeitpunkt kann leichter eingehalten werden.

Wie eigene Modell- bzw. Praxisversuche zeigten, kann unter günstigen Trocknungsbedingungen im süddeutschen Raum durch die Aufbereitung von Grüngut ein Trocknungsvorsprung von 1,5-2 h erreicht werden. Damit ist die Voraussetzung gegeben, an einem einzigen Tag eine ausreichend große Menge Anwelksilage mit einem TM-Gehalt von 35-40 % ernten zu können.

Die Arbeitsorganisation für die Befüllung eines 200 m<sup>3</sup> großen Flachsilos kann beispielsweise nach dem Muster in Abb. 7 ablaufen.

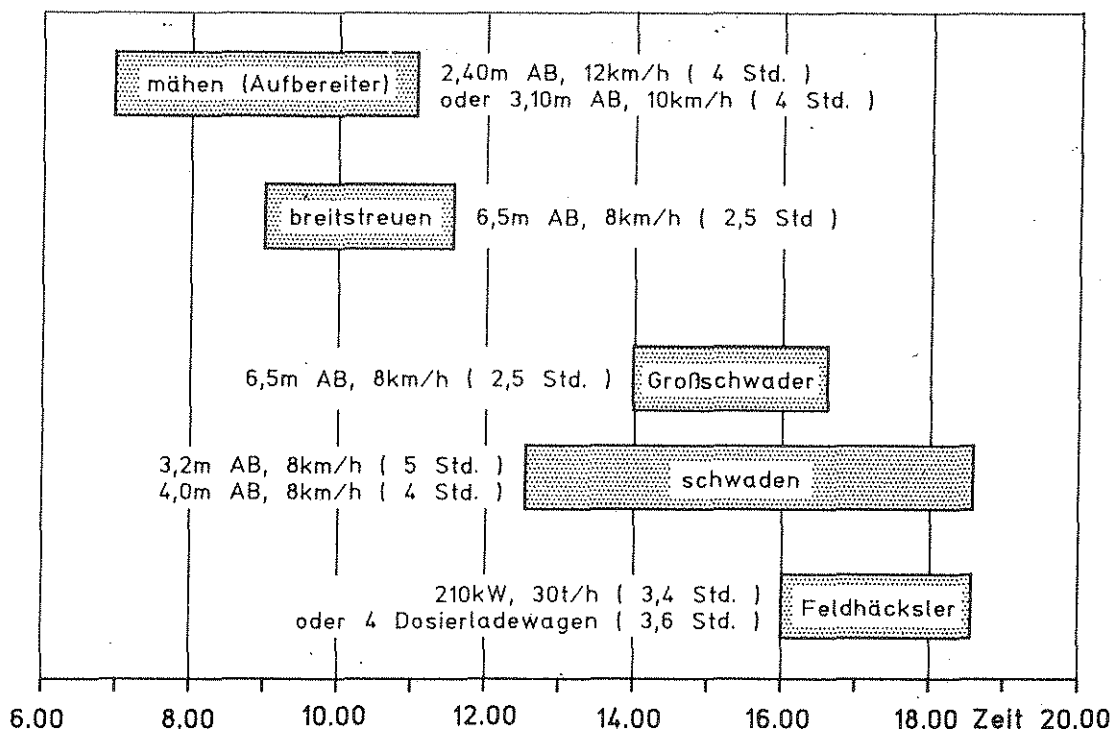


Abb. 7: Beispiel für die Arbeitsorganisation der Ernte von Anweklsilage an einem Tag.

Der Erntebeginn zwischen 14<sup>00</sup> und 15<sup>00</sup> Uhr bedingt eine überbetriebliche Mechanisierung mit einer Bergeleistung von 30 t/h. Diese läßt sich erreichen durch den Einsatz von 4 Ladewagen mit Dosierwalzen oder einem Feldhäcksler und Kipper bzw. Automatikwagen. Einzelbetrieblich und im 1-Mann-Verfahren kann beim Einsatz eines Mähauflereiters je Tag maximal eine Fläche von 3 ha geerntet werden (van GENEIJGEN und BUITINK 1987).

Die Verlustbilanz bei der 1-Tages-Ernte mit Aufbereitung verändert sich nicht gegenüber dem 2-tägigen Verfahren bei günstigen Witterungsbedingungen. Die zusätzlichen Bröckelverluste durch die Aufbereitung entsprechen in etwa den Atmungsverlusten während der Nacht (Tab. 3).

Der derzeitige Mehrpreis für einen Aufbereiter in der Größenordnung von 3000,- bis 4500,- DM kann gerechtfertigt werden durch das Einsparen des Zett-Arbeitsganges und die Kraffuttereinsparung durch eine höhere Grundfutterqualität. Unterstellt man als jährliche Kosten für den Aufbereiter 20 % des Anschaffungspreises und für einen eingesparten Zettvorgang 15,- DM/ha, dann werden jährlich mindestens Ernteflächen von 13-60 ha je nach Häufigkeit der Nutzung für einen wirtschaftlich sinnvollen Einsatz eines Aufbereiters benötigt (Tab. 4).

Tab. 4: Mindestgrünfütterflächen (ha) für einen wirtschaftlich sinnvollen Einsatz eines Mähauflbereiters.

Mehrpriis für den Aufbereiter (DM) <sup>a</sup> das Zetten wird eingespart: 15,- DM/ha	3 000	3 500	4 000	4 500
1 Schnitt	40	47	53	60
2 Schnitte	20	23	27	30
3 Schnitte	13	16	18	20

<sup>a</sup> jährliche Kosten: 20 % des Anschaffungspreises

Umgekehrt kann für einen Aufbereiter ein Mehrpreis hingenommen werden, wenn bei seinem Einsatz die Anweilsilagebereitung an einem einzigen Tag durchgeführt wird und damit u.U. ein Einregnen des Futters verhindert werden kann. Je nach Anteil der eingeregneten Fläche und der kalkulierten Verluste durch den Niederschlag ergibt sich ein vertretbares Investitionsvolumen in der Höhe von 1 254 DM bis 7 032 DM für einen Aufbereiter (Tab. 5).

Tab. 5: Wirtschaftlich vertretbares Investitionsvolumen (DM) für die Anschaffung eines Aufbereiters zur Verminderung des Wetterrisikos bei der Futterernte.

TM-Verluste durch Niederschlag (%)	eingeregnete Erntefläche (ha/Jahr)			
	5	10	15	20
5	1 254	2 508	3 762	5 016
10	1 758	3 516	5 274	7 032

Zetten und Wenden nach dem Regen: 30 DM/ha, jährliche Kosten des Aufbereiters: 20 % des Anschaffungspreises, Flächenertrag: 30 dt TM/ha, 0,7 l Milch/kg TM (KIRCHGESSNER 1982), Kraftfutterpreis: 38,40 DM/dt

Die Anschaffung eines Aufbereiters wird ökonomisch sinnvoll ab einer Erntefläche von 10 ha, die einem erhöhten Wetterrisiko ausgesetzt ist. Für einen zukünftigen Familienbetrieb mit einem Kuhbestand von 40-80 Tieren und einer Futterfläche von 20-40 ha steht der Aufbereiter zur Qualitätssicherung des Grundfutters außer Frage.

## 5. Literatur

AHMELS, P.: Grassilage in 12 Stunden unter die Plane bringen? In: top agrar (1989) H. 4, S. 114-115

AHMELS, P., ISENSEE, E.: Vergleich von Mähauflbereitern. Landtechnik 44 (1989) S. 130-132

AHMELS, P., THAYSEN, H., TRAUlsen, H.: Mähgeräte im Vergleichstest. Bauernblatt Schleswig-Holstein (1988), S. 5602-5605

AUGTER, G.: Verfügbare Rohfuttererntetage. Landtechnik 46 (1991) H. 6, S. 293-298

BOSMA, A. H.: Auf der Matte bleiben? Informationszentrale der Deutz-Fahr Landmaschinen-Vertriebs GmbH (Hrsg.): IZF Spezial (1990) H. 1, S. 5-6

- DONE, D. L., CLENCH, S. F., GRUNDY, H., KANE, R., KAY, R.: The effect of conditioning on the wilting rate of grass for silage. *Research and Development in Agriculture* 6 (1989) No1, S.41-46
- FLUIT, J.: Verkorting van de veldperiode bij de voederwinning met een maaischudder. In: Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen: Jaarsverlag 1982, Wageningen, Publicatie 183, Juli 1983, S. 41-43
- FRITZ, W.: Redesign of the Macerator of an Experimental Mat Harvesting Machine. M.S. thesis (Mechanical Engineering), University of Wisconsin-Madison, 1986
- GENEIJGEN, van J., BUITINK, W. J.: Voordroogkuil in een Dag. Publicatie, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapehouderij en Paardenhouderij, Netherlands, Nr. 46 (1987) S. 39-44.
- GRUBE, G.: Entwicklung und Erprobung eines neuartigen Verfahrens zur Aufbereitung von Gras zu Futterzwecken. *Forschungsbericht, Brake* (1988)
- HADDERS, G.: Mekanisk strabehandling vid höberedning. *JIT-rapport* 44, Ultuna-Uppsala, 1983
- HÖHN, E.: Vergleichsprüfung Mähauflbereiter. *FAT-Berichte: CH-Tänikon*, April 1987, Nr. 306, S.1-8
- JEPSSON, R.: Förtorkning vid höberedning. *Jordbrukstekniska Institutet Meddelande nr* 389 (1981)
- KIRCHGESSNER, M.: Tierernährung. 5. Aufl., Frankfurt, DLG-Verlag, 1982
- KLINNER, W., HALE, O., TUCK, C.: At the side, ahead and behind. *Power Farming* (1980) H. 5, S. 24-26
- KOEGEL, R. G.: Prototype for Production of Fastdrying Forage Mats. *Applied Eng. in Agric.* 2 (1988) H. 4, S. 126-129
- KOEGEL, R. G., STRAUB, R. J., WALGENBACH, R. P.: Quantification of Mechanical Losses in Forage Harvesting. *Transactions of the ASAE* 28 (1985) No. 4, S. 1047-1051
- KRAUS, T. J.: Development of Crushing-Impact Forage Maceration Device. M.S. thesis (Agricultural Engineering), University of Wisconsin-Madison, 1990
- LAMOND, W. J., SPENCER, H. B., GLASBEY, C. A., HAUGHEY, D. P.: Field wilting and drying of grass in a cool moist climate. *Research and Development in Agriculture* 5 (1988) No 1, S. 23-28
- PERREITER, G.: Traunsteiner Silo. 14. Aufl., Wörglham, Verlag Erna Perreiter, 1991
- SCHURIG, M., ZIRNGIBL, O.: Mähwerke mit Auflbereiter. *DLG-Merkblatt Nr.* 203 (1983)
- SCHUSTER, S.: Europäische Patentanmeldung, *Patentblatt* 91/10, 6.3.91
- WANDEL, H.: Mattensystem: Futterernte in einem Tag? *Lohnunternehmer Jahrbuch* 1991, S. 120-125



## Schutzanstriche und Beschichtungen für Betonflachsilos

Dr. habil. G. Englert und J. Neuhauser

Die Herstellung und Lagerung von Gärfutter in Betonflachsilo ist heute Standardverfahren der Futtergewinnung. Die Erklärung gibt ein Kostenvergleich: Für einen Betrieb mit 40 Milchkühen errechnen sich bei einem Zinssatz von 6 % pro Jahr und für einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren mittlere Jahreskosten in Höhe von etwa 250 DM je Kuh für den Bau und die Abdeckung des Silos sowie für die Ernte des Futters. Die Futtergewinnung in Hochsilos und Rundballen kostet dagegen um die 300 DM, wie die 3 linken Säulen in Abb. 1 zeigen.

Zusätzliche Kosten entstehen durch Betonschutzmaßnahmen, auf die hier eingegangen werden soll, und durch Auflagen des Umweltschutzes (für ein Leckerkennungssystem). Diese Kostenanteile werden üblicherweise nicht erfaßt oder vernachlässigt. Beim Betonschutz wird meistens nicht beachtet, daß er im Laufe eines längeren Betrachtungszeitraumes mehrfach zu erneuern ist. Damit erreicht der Kostenanteil für den Betonschutz Werte von 10 - 15 % der Gesamtkosten, wie an den rechten Säulen in Abb. 1 zu ersehen ist.

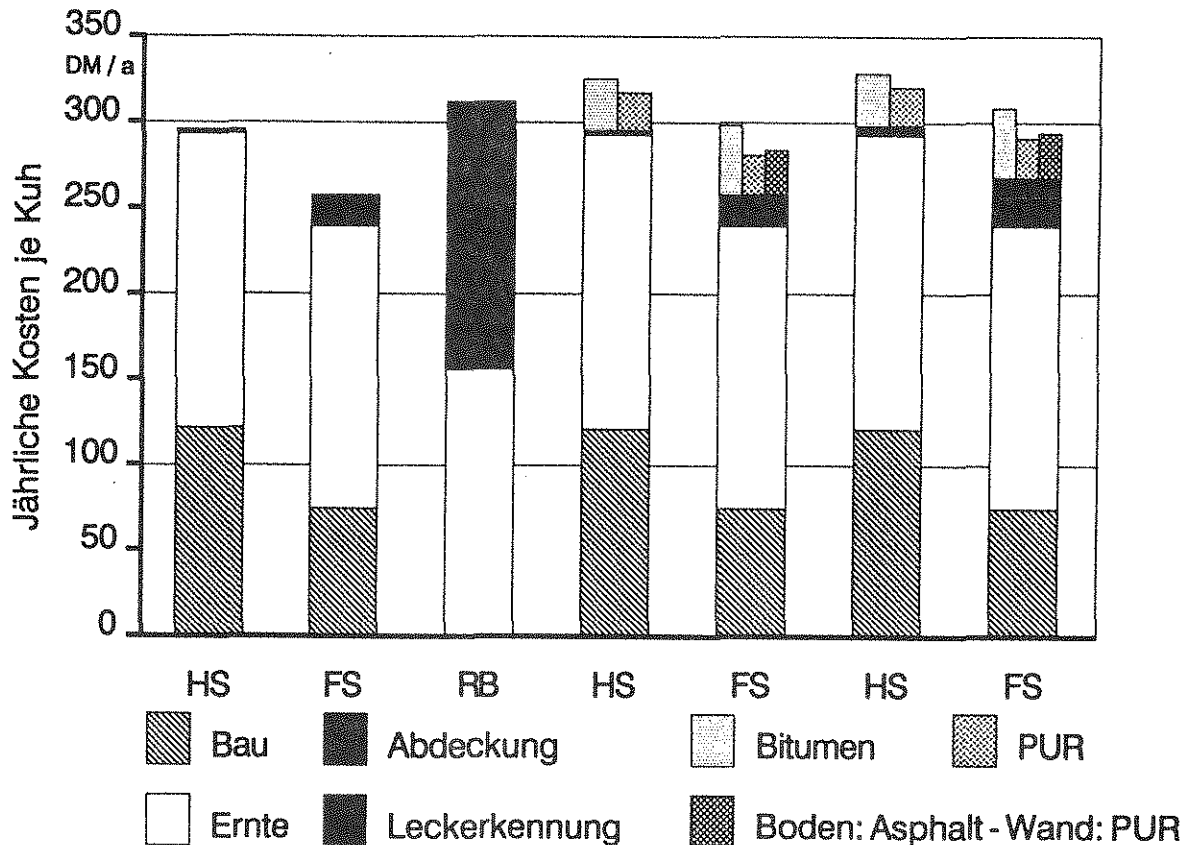


Abb. 1: Jährliche Gesamtkosten je Kuh für die Herstellung von Gärfutter in einem Hochsilo (HS), Flachsilo (FS) und in Rundballen (RB).

Linke 3 Säulen: Kosten für Bau, Ernte und Abdeckung; mittlere 2 Säulen: zusätzlich Kosten für Beschichtung (Kapitalaufwand für Material und Arbeit); rechte 2 Säulen: zusätzlich Kosten für Leckerkennung. Betrieb mit 40 Kühen; Preise und Kosten nach Praxiserhebungen, Kosten für Beschichtung nach (1), für Leckerkennung nach (2); Betrachtungszeitraum: 20 Jahre, Zinssatz: 6 % pro Jahr.

Schutzmaßnahmen für den Beton in Gärfutterbehältern sind notwendig, da die sich in der Silage entwickelnden Gärsäuren oder die Silierhilfen bei schwer vergärbaren Grünfutterarten den Beton bei pH-Werten unter 4,5 (z.B. bei Maissilage) chemisch angreifen und zersetzen. Indirekte Folge kann dann Korrosion der Bewehrung sein, weil deren Betonüberdeckung verringert und die Karbonatisierung begünstigt wird. Durch die vom Kohlendioxid in der Luft verursachte Umwandlung von Calciumhydroxid zu Calciumcarbonat erniedrigt sich der pH-Wert des die Bewehrung umgebenden Betons auf Werte unter 9. Der passive Korrosionsschutz geht damit verloren.

### Aktuelle Marktangebote an Anstrichen und Beschichtungen

Als Betonschutz in Form von Versiegelungen/Anstrichen (Dicken bis zu 0,3 mm) bzw. Beschichtungen (Dicken bis 5 mm) werden Produkte aus folgenden Grundstoffen angeboten:

- ◆ Bitumen
- ◆ Dispersionen verschiedener Kunststoffe, z.B. PVC
- ◆ Chlorkautschuk
- ◆ Polyurethan
- ◆ Epoxid, z.T. in Kombination mit Bitumen

Die früher vielfach verwendeten Anstriche aus Wasserglas-Talkum sind porös, lassen die Säuren bzw. Silierzusätze hindurchdiffundieren und sind deshalb nicht geeignet. Die Bitumenanstriche sind schwarz, alle anderen Anstrichmittel gibt es in verschiedenen Farben. Bis auf die Dispersionslacke und neueren Epoxid-Lacke sind alle Lacke lösungsmittelhaltig.

### Praxiserfahrungen mit Anstrichen und dünnen Beschichtungen

Anhaltspreise und Praxiserfahrungen zur Haltbarkeit enthält die Tab. 1. Bei den Angaben zur Haltbarkeit wird dabei unterschieden zwischen dem Wand- und Bodenbereich sowie zwischen Flachsilos mit und ohne Dach. Die Haltbarkeit im Bodenbereich ist geringer, da die Anstriche bzw. Beschichtungen dort hohen mechanischen Belastungen (z.B. durch die schweren Entnahmegерäte) ausgesetzt sind. Bei nicht überdachten, insbesondere bei voll der Sonne ausgesetzten Silos altern die Kunststoffanstriche zudem unter dem Einfluß der UV- und Wärmestrahlung der Sonne schneller und sind dementsprechend weniger haltbar.

Die Angaben in Tab. 1 zeigen für alle Arten von Anstrichen bzw. Beschichtungen große Preisspannen und eine unzureichende Haltbarkeit. Insbesondere für den Bodenbereich lassen sich die vorliegenden Erfahrungen dahingehend zusammenfassen, daß dickere Beschichtungen, die auch als Verschleißschicht wirken, unumgänglich sind.

Tab. 1: Flächenbezogener Kapitalaufwand für Material und Arbeitsaufwand für den Betonschutz von Silos. Haltbarkeit der Betonschutzmittel im Boden- bzw. Wandbereich von Silos mit und ohne Dach bei Lagerung von Silomais (nach WISSMÜLLER sowie ergänzenden Praxiserhebungen).

Betonschutzmittel aus	Flächenbez. Kapitalaufw. Material (DM/m <sup>2</sup> )	Flächenbez. Arbeitsaufwand (h/m <sup>2</sup> )	Haltbarkeit (Jahre) bei einem Silo			
			ohne Dach		mit Dach	
			Boden	Wand	Boden	Wand
Bitumen	0,80 - 1,30	0,15	1	1 - 2	1 - 2	2
Kunststoffdispersion	2,50 - 4,60	0,125	1 - 2	3	2	3 - 4
Chlorkautschuk	4,10 - 7,70	0,167	2	3 - 4	2 - 3	4
Polyurethan (PUR)	2,50 - 7,20	0,075	3 - 4	5	5	6
Epoxid	3,80 - 7,50	0,15	4	5	5	6

## Alternative Maßnahmen des Betonschutzes

Bereits in Erprobung, z. T. auch schon in der Praxis eingeführt ist die Beschichtung des Silobodens mit Asphaltbeton. Kunststoffmörtel dagegen hat sich als Verschleißschicht bis jetzt nicht durchsetzen können. Neuere Möglichkeiten, z.B. mit Kunststoff modifizierter Zementmörtel bieten sich hier jedoch an und sollten verstärkt erprobt werden. Dies vor allem auch deshalb, weil der Asphaltbeton nur von Fachfirmen verarbeitet werden kann, während es zumindest vorstellbar ist, daß sich der Kunststoffmörtel auch für Selbsthilfe eignet und damit keinen zu hohen Kapitalaufwand erfordert.

Für die Herstellung des Asphaltbetons gelten die Empfehlungen in Tab. 2. Asphaltbeton enthält im übrigen nach den bisher vorliegenden Untersuchungen keine schädlichen Stoffe, die in das Futter übergehen könnten. Asphaltbeton wird deshalb z. B. auch zur Abdichtung von Trinkwasserbecken eingesetzt.

Tab. 2: Empfehlungen zur Herstellung von Asphaltbeton für die Beschichtung des Bodens von Gär-futtersilos aus Beton. Quelle: Bayerische Asphalt-Mischwerke, Taufkirchen

- säurebeständiger, also kalkfreier Zuschlag, z.B. Granit  
Größtkorn: 8 mm
- Bitumen 80 als Bindemittel mit haftverbessernden Zusätzen
- Splittgehalt: 45 - 50 Masse-%  
Füllergehalt: 8 - 12 Masse-%  
Bitumengehalt: 6,5 - 8 Masse-%
- Hohlraumgehalt
  - am Marshallkörper: kleiner 3 Volumen-%
  - der eingebauten Schicht: kleiner 4 Volumen-%
- Schichtdicke: 35 - 50 mm.

Ausreichend sichere Daten zur Haltbarkeit von Asphaltbeton liegen noch nicht vor. Einige Landwirte haben jedoch schon über 1 Jahrzehnt Asphaltbeton-Böden in ihrem Gär-futtersilo, ohne daß bisher Probleme aufgetreten sind.

## Wirtschaftlichkeitsvergleich

Ob sich alternative Maßnahmen gegenüber den konventionellen Anstrichen bzw. Beschichtungen durchsetzen werden, hängt letztendlich davon ab, ob sie wirtschaftlicher sind. Mit den Daten der Tab. 1 für die konventionellen Anstriche bzw. Beschichtungen lassen sich die aktuellen Möglichkeiten des Betonschutzes auf der Basis des flächenbezogenen Kapitalaufwandes für Material bzw. Material und Arbeit über den Gesamtaufwand im Zeitraum von 20 Jahren miteinander vergleichen. Dabei wurde für Asphaltbeton mit einem mittleren Kapitalaufwand von 24,00 DM/m<sup>2</sup> (für Material + Arbeit bei 40 mm Dicke) sowie einer als realistisch einzustufenden Haltbarkeit von 20 Jahren gerechnet.

Es zeigt sich in Tab. 3 für die Mittelwerte der Preisspannen in Tab. 1, daß der Bitumenanstrich in allen Anwendungsgebieten (Wand/Boden, mit/ohne Dach) am wirtschaftlichsten wäre, wenn allein der Kapitalaufwand für Material in Rechnung zu stellen ist. Wird zusätzlich der Kapitalaufwand für Arbeit berücksichtigt (bei einem Stundenlohn von 15 DM), erweist sich der Polyurethananstrich am günstigsten, auch im Bodenbereich. Asphaltbeton ist hier eine wirtschaftlich interessante Alternative, vor allem in nicht überdachten Silos, zusätzlich auch deshalb, weil eine Schichtdicke von 40 mm eine echte Verschleißschicht darstellt.

## Anforderungen an die Betonqualität

Die unzureichende Haltbarkeit kann nicht allein den Anstrichen bzw. Beschichtungen angelastet werden, sie wird auch in hohem Maße von der Qualität des Betonuntergrundes bestimmt. Gefordert ist Qualitätsbeton, bei Gär-futtersilos Beton mit hohem Widerstand gegen sehr starken chemischen Angriff.



Qualitätsbeton erfordert aber auch die Beachtung der in Tab. 4 zusammengestellten Verarbeitungsregeln. Die meisten Betonschäden in Flachsilos - und nicht nur dort - lassen sich damit erklären, daß die eine oder andere Regel nicht befolgt wurde.

### Konstruktive Maßnahmen des Betonschutzes

Betonschutz ist auch durch einige konstruktive Maßnahmen möglich:

- Die chemische Einwirkung der Gärsäuren oder Sulfierzusätze im Bodenbereich und unteren Wandbereich läßt sich verringern, wenn die Bodenplatte mit einem ausreichenden Gefälle vom Rand zur Längsachse hin (mindestens 0,5 %) sowie zur Sammelrinne hin (0,5 -1 %) versehen ist. Die Säuren können dann abfließen.

Tab. 3: Flächenbezogener Gesamt-Kapitalaufwand in einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren für Material bzw. Material und Arbeit für den Betonschutz im Boden- bzw. Wandbereich von Silos mit bzw. ohne Dach.

Kapitalaufwand für Material: Mittelwerte nach Tab. 1; Arbeitsaufwand nach Tab. 1; Stundenlohn: 15 DM/h; Haltbarkeit der Anstriche bzw. Beschichtungen: Höchstwerte nach Tab. 1, von Asphaltbeton: 20 Jahre.

Betonschutzmittel aus	Flächenbezogener Gesamt-Kapitalaufwand (DM/m <sup>2</sup> ) bei Silo			
	ohne Dach		mit Dach	
	Boden	Wand	Boden	Wand
<b>MATERIAL</b>				
Bitumen	12,80	6,60	6,60	6,60
Kunststoffdispersion	22,25	15,65	22,25	11,80
Chlorkautschuk	36,95	19,55	26,00	19,55
Polyurethan (PUR)	16,10	13,20	13,20	24,75
Epoxid	18,75	15,40	15,40	14,45
<b>MATERIAL UND ARBEIT</b>				
Bitumen	40,15	20,65	20,65	20,65
Kunststoffdispersion	34,15	24,00	34,15	18,05
Chlorkautschuk	52,60	27,80	37,00	27,80
Polyurethan (PUR)	19,90	16,35	16,35	15,30
Epoxid	26,15	21,50	21,50	20,15
Asphaltbeton	24,00	-	24,00	-

Tab. 4: Regeln für die Verarbeitung von Beton

- Einbringen und Verdichten sofort nach dem Mischen (bei Baustellenbeton) bzw. nach der Anlieferung (bei Transportbeton).  
Wasserzugabe zum Erhalten oder Verbessern der Fließfähigkeit erhöht den w/z-Wert und bewirkt eine höhere Porosität und geringere Festigkeiten mit allen nachteiligen Konsequenzen.
- ausreichende Verdichtung, besonders im Bereich der Bewehrung.
- Ausschalen erst nach ausreichender Erhärtung.
- Nachbehandlung zum Schutz vor dem Austrocknen.  
etwa 7 Tage, z.B. durch Besprühen mit Wasser oder durch Abdecken mit Kunststoff-Folien oder -Planen. Der Beton benötigt Wasser für den Erhärtungsprozeß! Folgen unzureichender Nachbehandlung können sein: Risse, Absanden, geringere Festigkeit.

■ Oftmals wird übersehen, daß die Wand und der Boden eines Silos auch vor außenseitigen Feuchtebelastungen (Schlagregen bzw. Bodenfeuchte) geschützt sein müssen. Es entsteht sonst im Beton ein hoher Wasserdampfdruck, durch den auch der beste Anstrich absprenge werden kann. Ein wasserdichter Außenanstrich (z.B. mit Dispersionslack) bietet Schutz vor Schlagregen. Eine Rollierung mit Dränagen und eine Dampfbremse (PE-Folie) zwischen Rollierung und Bodenplatte dienen als Feuchteschutz gegenüber aufsteigender Bodenfeuchte.

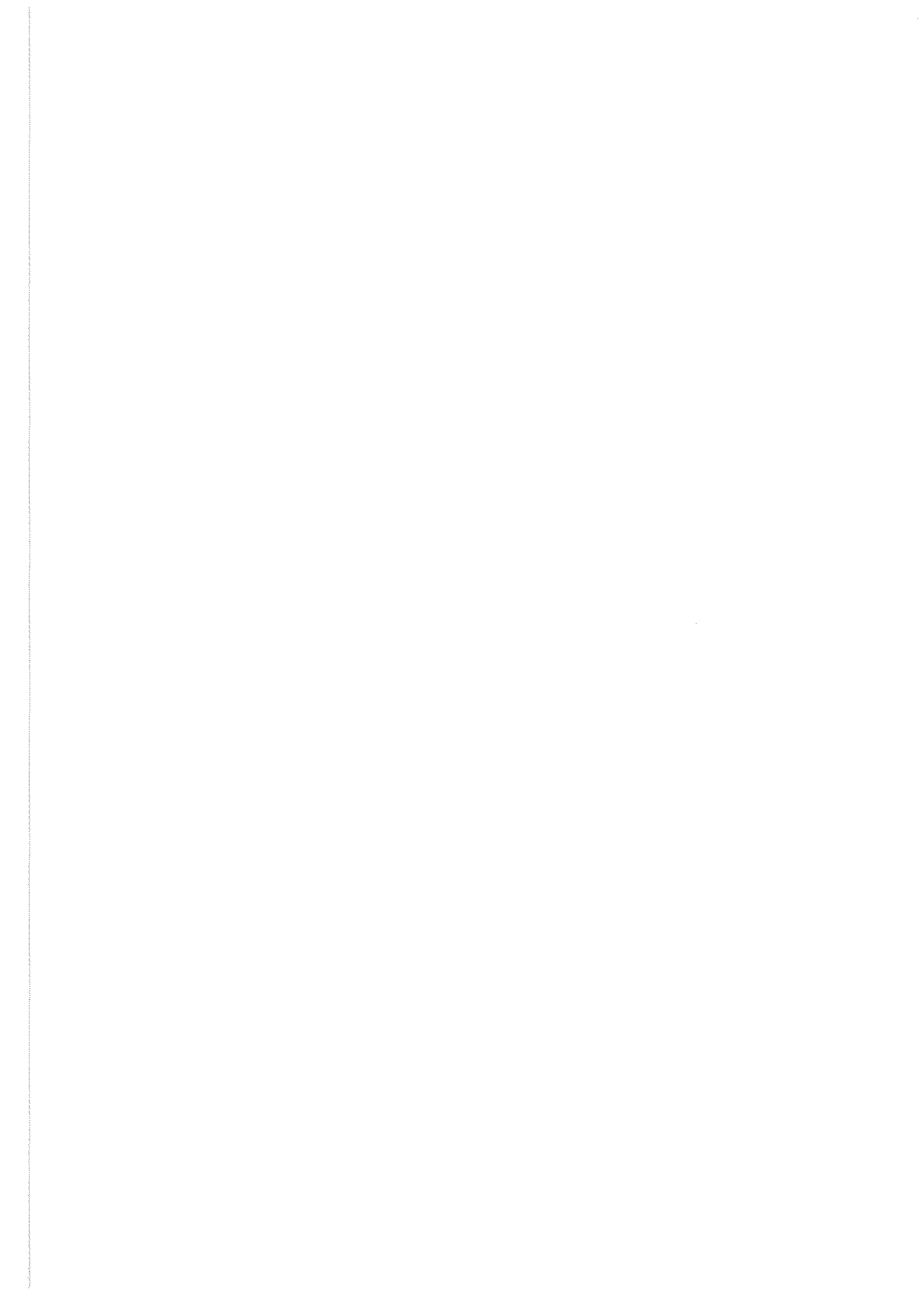
### Zusammenfassung

Zusammenfassend läßt sich aussagen, daß für den Betonschutz im Bodenbereich von Gärfuttersilos Verschleißschichten erforderlich sind. Asphaltbeton mit einer speziellen Zusammensetzung bietet sich dazu an. Mit Kunststoff modifizierter Zementmörtel oder Kunststoffmörtel könnten zukünftige Alternativen sein. Im Wandbereich ist eine Polyurethanbeschichtung mit Quarzsand am wirtschaftlichsten.

Nicht übersehen werden darf, daß auch das beste Betonschutzmittel hochwertigen Betonuntergrund und die Beachtung einiger Grundregeln bei der Beton-Verarbeitung erfordert. Die konstruktive Maßnahmen Ausbildung von Gefälle in der Bodenplatte sowie Schutz vor außenseitigen Feuchtebelastungen ermöglichen einen vorbeugenden Betonschutz.

### Literatur

1. ENGLERT, G.: Wirtschaftlichkeit von Siloanstrichen.  
Bauen für die Landwirtschaft 27 (1990)  
Nr. 2, S. 23-25.
2. RITTEL, L.: Persönl. Mitteilung (1991)



## Verdichtung und Abdeckung von Silagen

Dr. H. Pirkelmann, Dipl.Ing.(FH) J. Mitterleitner  
und J. Neuhauser

Die Schaffung anaerober Verhältnisse ist eine der wichtigsten Forderungen für eine verlustarme Silagebereitung, um eine schnelle und stabile Säuerung durch Milchsäurebakterien zu fördern. Aus sillertechnischer Sicht sind dazu vor allem zwei Maßnahmen zu beachten:

- die sofortige und intensive Verdichtung des Sillergutes, um den darin eingeschlossenen Sauerstoff auszupressen und Gasströme im Sillergut zu verhindern,
- ein möglichst dichter Abschluß des Silos, um während der Gär- und Lagerphase das schützende  $\text{CO}_2$  im Silo zu erhalten und aerobe Umsetzungen durch Sauerstoffzutritt zu vermeiden.

Da das Gasströmungsverhalten von futterspezifischen Eigenschaften beeinflusst wird, sind aus gärbio- logischer Sicht als Zielgrößen für die Verdichtung in Abhängigkeit von der Trockenmasse nach HÖNIG zu fordern:  $200 \text{ kg T/m}^3$  bei 30 % T,  $230 \text{ kg T/m}^3$  bei 40 % T und  $250 \text{ kg T/m}^3$  bei 50 % T. Da grob strukturiertes Futter den Gasstrom begünstigt, sind bei sehr halmreichen Materialien noch höhere Verdichtungen zu fordern.

Aufgabe der Sillertechnik ist es, diesen bekannten, bislang aber oft zu wenig berücksichtigten Forde- rungen mehr gerecht zu werden. Je nach Sillerverfahren sind dazu unterschiedliche, verfahrens- technische Maßnahmen zu ergreifen.

### 1. Verdichtung im Fahrsilo

Die Pressung des Sillergutes in Fahrsilos erfolgt ausschließlich durch Walzgeräte. Zur Walzleistung im Fahrsilo besteht die allgemeine Empfehlung, daß pro 3 t und Stunde eingelagertes Anwelkgut bei kontinuierlicher Überfahrt 1 t Schleppermasse zur Verfügung stehen soll. Auch ist der starke Einfluß des Rohfasergehaltes, der damit in Zusammenhang stehenden Futterstruktur und des Vorwelkgrades bekannt. In eigenen Laboruntersuchungen und Feldversuchen am Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel sollten dazu ergänzende Hinweise zur Analyse und einer verbesserten Effizienz der Walzarbeit in Anwelkgut erarbeitet werden.

Eigene Laborversuche zeigen, daß in Preßdöpfen von 0,2 m Durchmesser und einer Futterstockhöhe von ca. 0,60 m bei allen Anwelkstufen der Preßdruck den entscheidenden Faktor für die erzielbare Verdichtung darstellt (Abb. 1). Mehrmalige Wiederholungen bewirken nur eine begrenzte Erhöhung der Raumdichten, lassen aber eine stärkere Auswirkung auf die Verminderung des Rückstellungsvermögens (unteres Säulenende) erkennen. Die Rückdehnung nimmt in allen Materialien mit steigendem Druck zu. Bei gleichen Drücken ergibt sich erwartungsgemäß mit zunehmender Trockenmasse eine reduzierte Enddichte in der Frischmasse. Eine Ausnahme stellt nur das tetraploide Weidelgras dar. Hier kommt der Einfluß der Futterstruktur zum Ausdruck, da diese Grassorte nur aus Blattmasse ohne Stengelanteile besteht.

Wird aus diesen Meßwerten eine Regressionskurve der Raumgewichte über unterschiedlichen Drücken aufgetragen, so erscheint in Abhängigkeit vom T-Gehalt für die gärbio- logisch angestrebte Dichte zunächst ein Druck von etwa 1,5 bar ausreichend (Abb. 2). Um die unvermeidbare Rückstellung aus- zugleichen, ist jedoch eine Druckerhöhung auf ca. 2 bar anzustreben (Abb. 3). Dies trifft zumindest für die obere Schicht zu, die sich je nach Futterstockhöhe auf das mittlere Raumgewicht deutlich auswirken kann. Die Mindestsilohöhen sollten daher 1,0 - 1,2 m nicht unterschreiten.

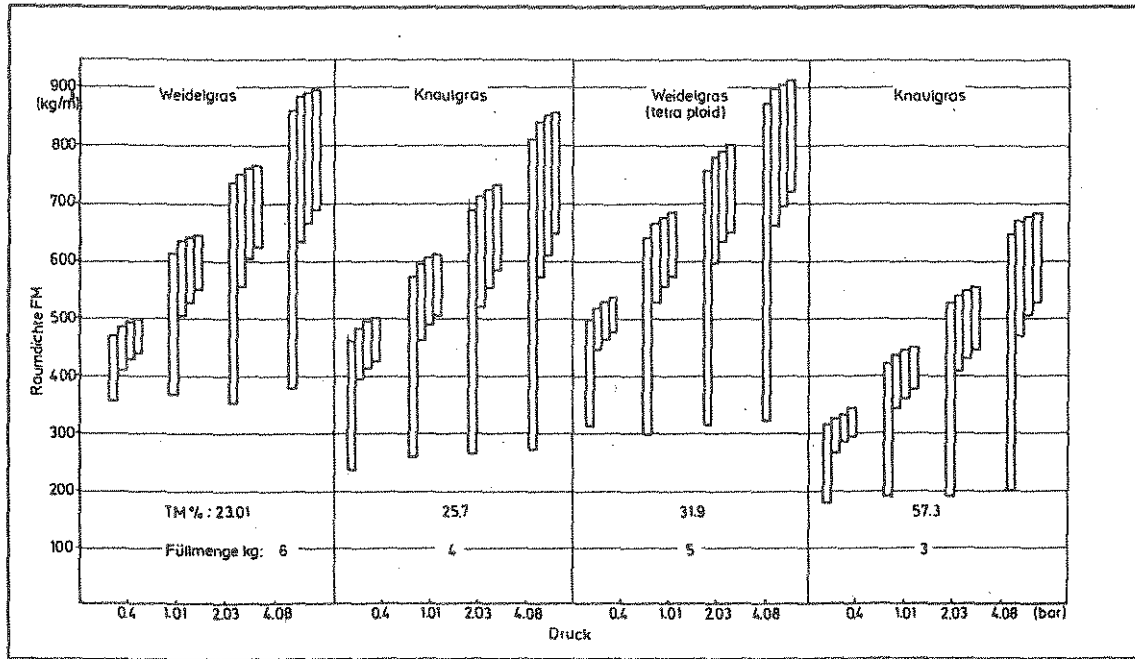


Abb. 1: Einfluß von Preßdruck und T-Gehalt auf die Raumdichte von Anwelkgut (Pressung durch Instron 10mm/s, Differenzzeit 1min, Stempelfläche 314 cm<sup>2</sup> Häckselgut)

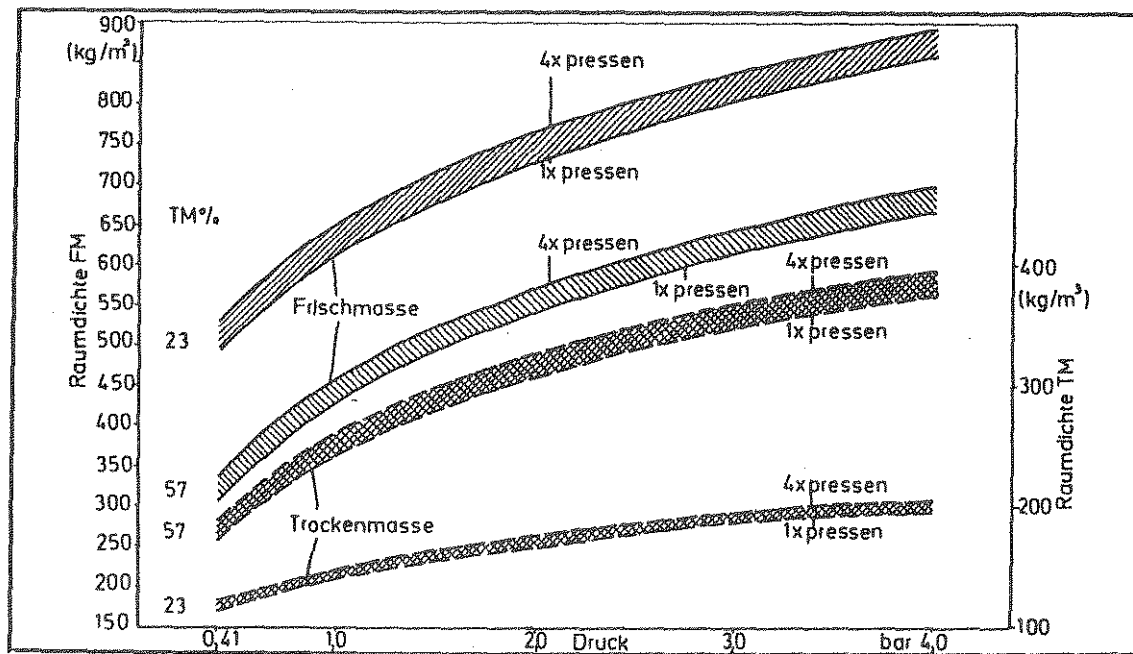


Abb. 2: Erzielte Raumgewichte unmittelbar nach der Pressung bei verschiedenem Druck und T-Gehalt

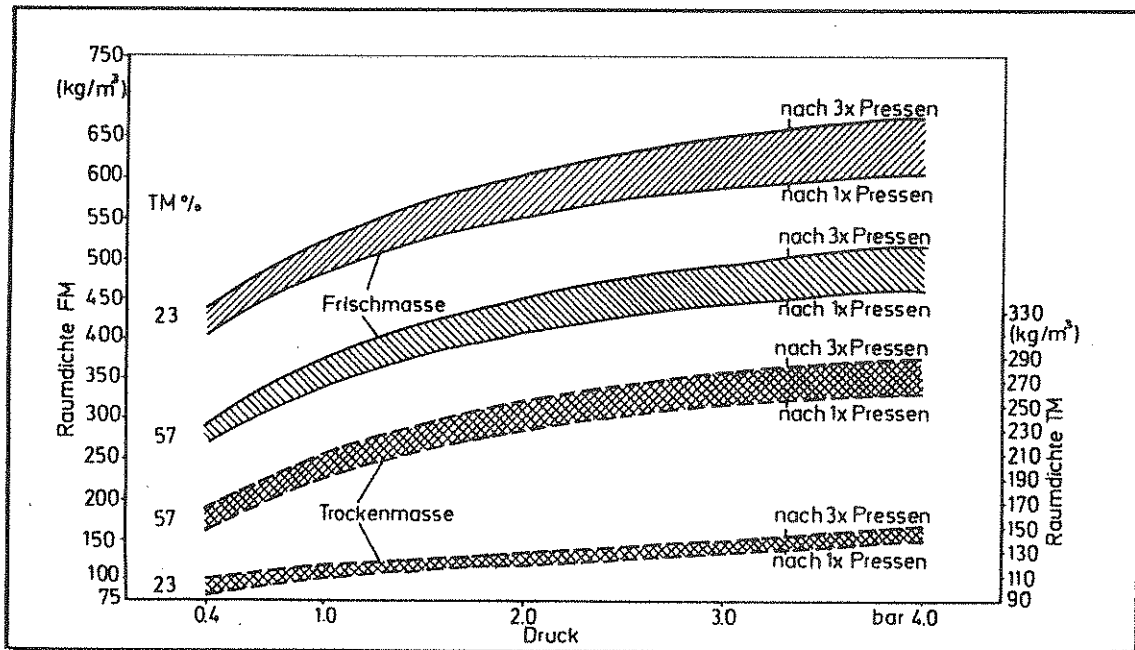


Abb. 3: Erzielte Raumdichte nach Rückstellung (1min) bei verschiedenem Druck und T-Gehalt

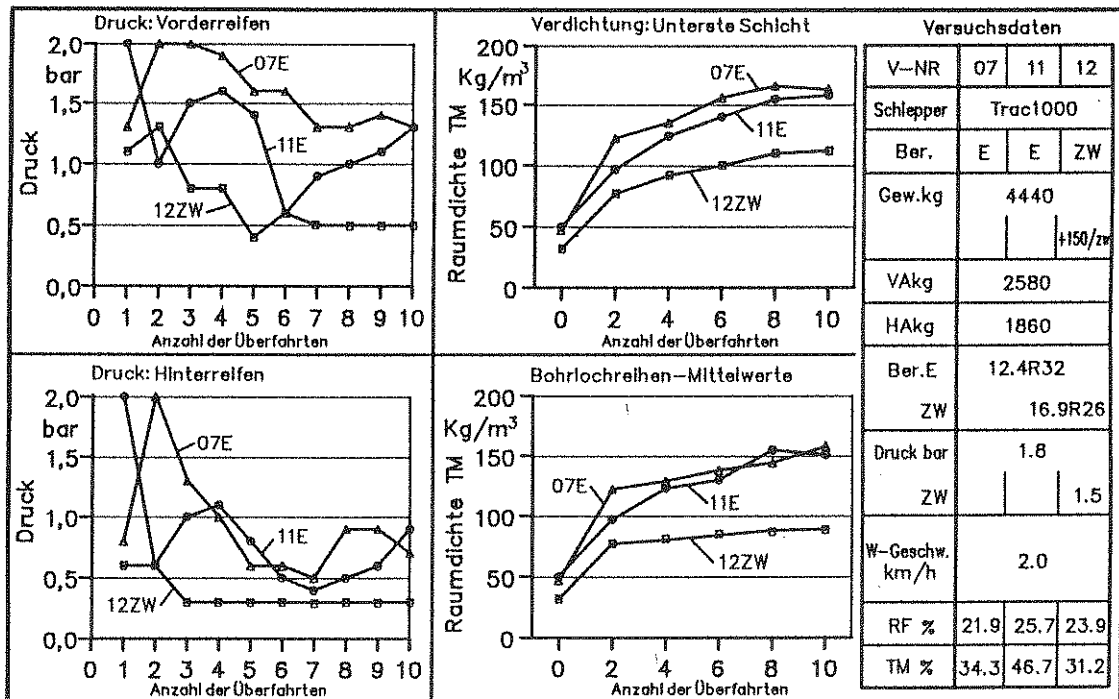


Abb. 4: Einfluß von Schleppergewicht und Bereifung auf den Verlauf von Druck und Raumdichte in Anwelkgut (nach LAUE)

Es erhebt sich nunmehr die Frage, ob und in wieweit sich Ergebnisse aus Laborversuchen auf die praktischen Sillierbedingungen übertragen lassen. Eine Aussage dazu können Ergebnisse aus einem Feldversuch in einem Modellfahrsilo (6 x 3 x 0,8 m) an der Universität Kiel beisteuern. In dem in 4 Schichten eingefüllten und insgesamt zehnmal überfahrenen Anwelkgut zeigen die eingelegten Meßsonden einen vom Walzgerät deutlich beeinflussten Druckverlauf (Abb. 4).

Bei der stärker belasteten Vorderachse ist ein Druckabbau und damit eine Auswirkung auf die Verdichtung bis zur 6. - 7. Überfahrt zu erkennen. Die nur zu 40 % belastete Hinterachse bewirkt demgegenüber generell einen geringeren Druck und einen deutlich schnelleren Druckabbau, so daß ab dem 4. Walzvorgang keine nennenswerte Verdichtung mehr erfolgt. Die Zwillingsbereifung liegt trotz des etwas höheren Eigengewichtes wegen der geringeren Aufstandsbelastung in beiden Varianten mit großem Abstand unter den vorausgegangenen Werten. Auch hier erfolgt der Druckabbau bei der Hinterachse schneller als bei der Vorderachse.

Dem Druck entsprechend entwickelt sich die Raumdichte. In der untersten Schicht ist bis zum 7. Überfahren, bedingt durch den zusätzlichen statischen Druck der überlagerten Fattersäule eine zunehmende Verdichtung gegeben. Im Mittel der Bohrsäule über den gesamten Futterstock wird dagegen bereits ab dem 4. Walzvorgang nur noch eine unbedeutende Zunahme der Raumgewichte erreicht, da sich die oberen, kaum mehr verdichtbaren Schichten stärker auswirken. Die Zwillingsbereifung kann in beiden Fällen mit Raumdichten um 100 kg T/m<sup>3</sup> bei weitem keine befriedigende Verdichtung erreichen. Insbesondere zeigt sich hier, daß eine ungenügende Pressung nicht durch die Zahl der Überfahrten kompensiert werden kann.

Dieser Effekt kommt eindrucksvoll im Druckverlauf beim Überfahren eines bereits vorverdichteten Futterstockes zum Ausdruck (Abb. 5).

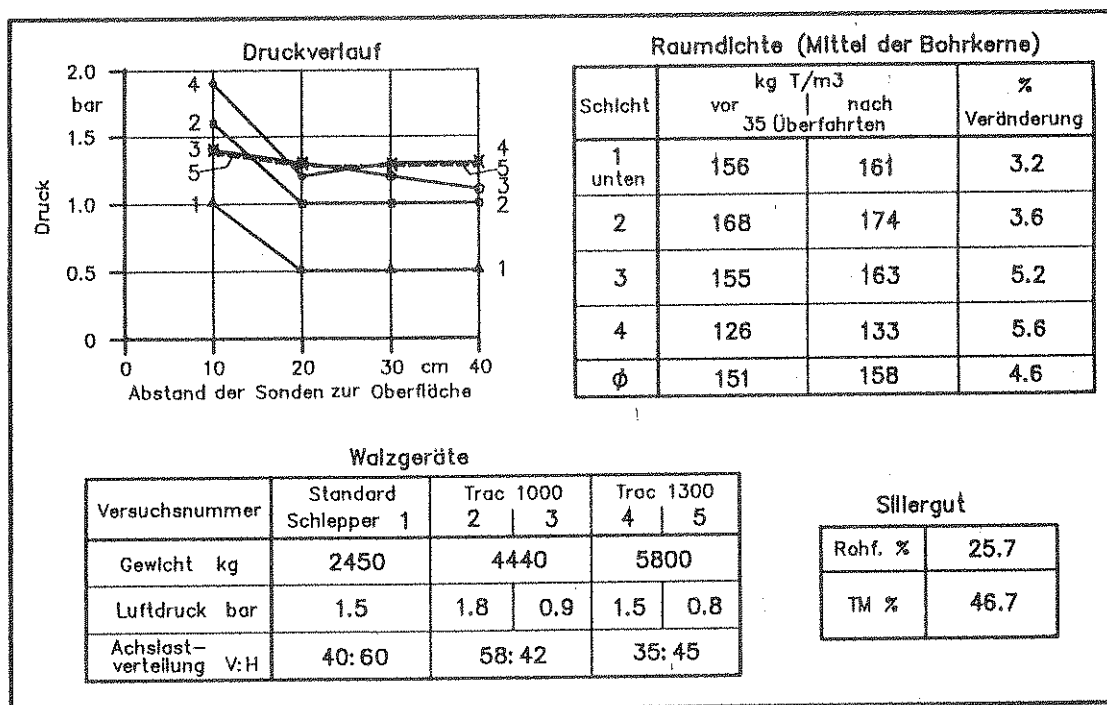


Abb. 5: Druckverlauf und Raumgewichte nach zusätzlichen Überfahrten in vorverdichtetem Anwelkgut (nach LAUE)

Der Druckabbau und damit eine zusätzliche Verdichtung ist bereits bei 20 cm Druckeindringtiefe beendet. Ausschlaggebender Faktor ist auch hier das Walzgewicht. Dagegen wirkt sich der unterschiedliche, bei der Bodenverdichtung bedeutsame Reifenluftdruck nur unwesentlich aus, da die

Verformbarkeit des Reifens in der lockeren Gutoberfläche offenbar nicht ausreichend zum Tragen kommt. Ohne Auswirkung auf die Raumdichte blieb auch die Veränderung der Walzgeschwindigkeit von 2 auf 4 km/h.

Als Folgerung aus diesen umfangreichen Messungen, die zwar wegen der Inhomogenität des Futters zum Teil hohe Streuungen aufweisen, sind neben den Futtereigenschaften (TM nicht über 40 %, Rohfaser nicht über 25 %, Verhältnis Blatt : Stengel) insbesondere folgende Maßnahmen für den Walzerfolg zu beachten:

- Die größte Auswirkung hat der flächenspezifische Flächendruck; er kann durch die Häufigkeit der Überfahrten nicht ersetzt werden.
- Die Tiefenwirkung ist im Futter begrenzt; deshalb wird die Verdichtung durch das Einbringen dünner Schichten und kontinuierliches Befahren begünstigt.
- Eine Erhöhung der Walzleistung ist bei gleicher Qualität durch größere Reifen und höhere Ballastgewichte ohne Verminderung des Kontaktflächendrucks möglich; unter diesen Voraussetzungen wird bei gleicher Tiefenwirkung auch eine bessere seitliche Druckverteilung erreicht.

## 2. Verdichtung in Großballenpressen

Neben der Silagebereitung in Fahrsilos nimmt in jüngster Zeit die Silierung in Großballen zu. Pressen mit kubischen Ballen erreichen durch die hohe Pressung eine für die Silierung ausreichende Dichte pro Einheit. Der Siliererfolg wird hier insbesondere durch das gewissenhafte Setzen der Stapel und die auf die Herdengröße bezogene Siloeinheit beeinflusst, um zu große Zwischenräume und Nachgärungen bei zu langen Öffnungszeiten zu vermeiden.

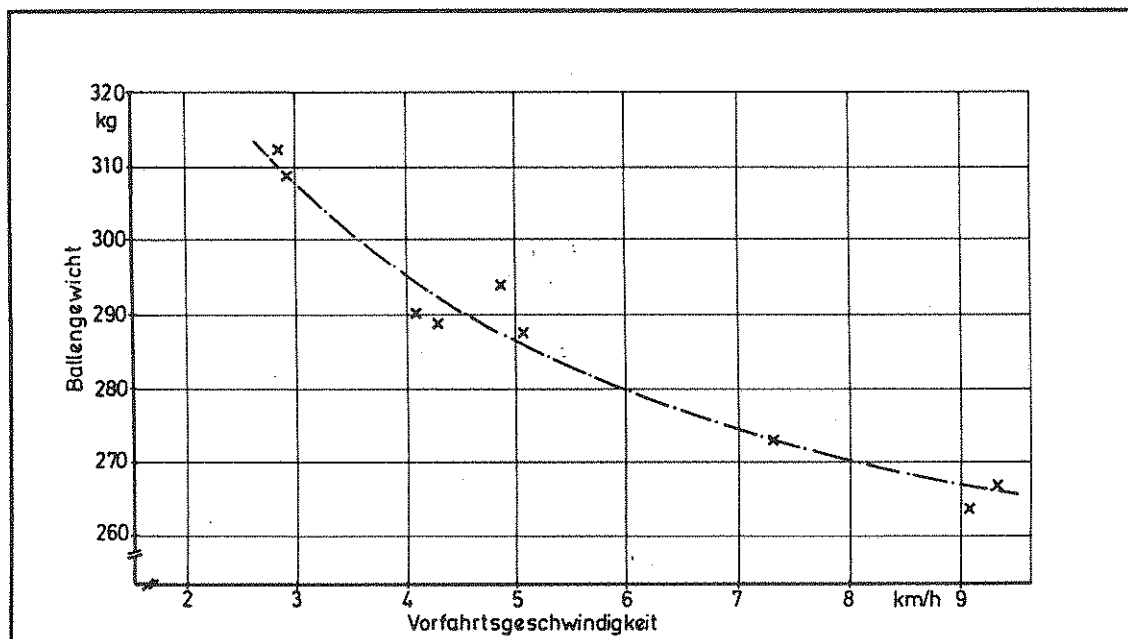


Abb. 6: Rundballengewichte bei unterschiedlicher Vorfahrtsgeschwindigkeit (Balleninhalte 1,93 m<sup>3</sup>, Haferstroh 89,1 % T)



Hinsichtlich der Pressung nicht immer befriedigen konnten dagegen die häufiger eingesetzten Rundballenpressen bei der Sillierung von Anwelkgut. Da der Druck der Preßwerkzeuge nur an der Oberfläche des Ballens ansetzen kann, kommt zur Erzielung höherer Dichten neben technischen Verbesserungen der Gerätebedienung ein verstärkter Einfluß zu. Nach MITTERLEITNER ergibt sich eine deutliche Abhängigkeit der Preßdichte von der Vorfahrt und damit der Zufuhrgeschwindigkeit bzw. der Materialstärke pro Wicklung (Abb. 6).

Eine Steigerung der Vorfahrt von 3 auf 9 km/h erbrachte in Stroh eine Abnahme der Raumdichte um 17 %. Ähnliche Auswirkungen wurden bei Anwelkgut von 47,7 % T und einer Schwadstärke von 4,9 kg/lfm erzielt (Tab. 1). Eine Erhöhung der Vorfahrt um 3 km/h reduzierte die Verdichtung sogar um etwa 25 %. Positiv wirkt sich neben der geringeren Schichtstärke auch ein über die gesamte Arbeitsbreite gleichmäßiger Materialeinzug aus.

Tab. 1: Rauminhalte (kg T/m<sup>3</sup>) in Rundballen aus Anwelkgut (47,7 % T) bei unterschiedlicher Vorfahrtgeschwindigkeit

Fortlaufende Nummer	Vorfahrts- geschwindigkeit km/h	Ø Ballen- durchmesser cm	Ballenbreite cm	Ballenvolumen m <sup>3</sup>	Ballengewicht		
					kg	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup> T*
I	5,3	115,5	117	1,23	553	450	214,5
II	5,3	115,0	117	1,21	576	476	227,0
III	5,3	117,0	117	1,26	572	454	216,5
VI	5,3	114,0	117	1,19	608	511	243,7
VII	5,3	117,0	117	1,26	517	410	195,7
Ø I, II, III, VI, VII	5,3	115,7	117	1,23	565	460	219,2
IV	6,3	117,5	117	1,27	570	449	214,1
V	8,3	118,0	117	1,28	444	347	165,5

Uneinheitlich sind dagegen die Aussagen über die Auswirkung des Vorschneidens. Zum Teil werden durch die dem Ladewagen vergleichbaren Schneideinsätze in der Presse um 10 % höhere Raumdichten angegeben. In eigenen Versuchen konnte dieser Effekt nicht bestätigt werden. Zu prüfen wäre in diesem Zusammenhang, ob nicht Quetschen, insbesondere bei stengeligen Materialien die bessere Wirkung gegenüber dem Vorschneiden erbringen kann. Unabhängig von der Verdichtung wird das Vorschneiden die Weiterverarbeitung der Ballen erleichtern.

### 3. Siloabdeckung

Die Abdeckung der Silagen erfolgt heute nahezu ausschließlich mit Kunststoff-Folien, vorrangig aus PE. Bei den Rundballen ist der Foliensack der Stretchfolie gewichen, die durch die Wickelmaschinen nicht nur arbeitswirtschaftlich, sondern auch gärtechnisch großen Fortschritt zu besseren Silagequalitäten brachte. Durch das Vorstrecken um 50 - 80 % liegt die Folie mit Selbstklebeeffect dicht an und bewirkt insbesondere bei gleichmäßig geformten Ballen einen ausreichend dichten Luftabschluß. Die Wicklung in 2 x 2 Lagen ist wirkungsvoller als die 1 x 4-lagige Umhüllung. Um den bisher zum Teil aufgetretenen

großen Qualitätsschwankungen entgegenzuwirken, besteht nunmehr auch für diesen Silofolientyp die Möglichkeit der DLG-Prüfung.

Beim Fahrsilo ist die Abdeckung mit der 0,15 - 0,20 mm starken PE-Folie nach wie vor das Standardverfahren. In starke Diskussion geraten ist in jüngster Zeit die Einfärbung. Nachdem die weiße Folie wegen der besseren Wärmeabstrahlung inzwischen große Verbreitung gefunden hat, wird in Verbindung mit den zunehmend eingesetzten Silonetzen dieser Effekt mehr und mehr in Frage gestellt. In der Tat ist nach ENGLERT die Erwärmung von weiß und schwarz eingefärbten Folien unter Silonetzen nahezu gleich (Tab. 2). Damit ist der Einsatz der teureren weißen Folien in Verbindung mit Silonetzen, die gegenüber den Autoreifen aus Sicht des Arbeitsaufwandes und des Landschaftsschutzes den Vorzug verdienen, langfristig nicht mehr zu rechtfertigen.

Tab. 2: Temperatur unter einem feinmaschigen schwarzem Silo-Schutznetz im Vergleich mit der Oberflächentemperatur von schwarzer bzw. weißer PE-Silofolie. Strahlungsintensität: 800 W/m<sup>2</sup>.

Art der Abdeckung	Temperatur (°C)
weiße PE-Folie	47
schwarze PE-Folie	70
weiße PE-Folie mit Netz	71
schwarze PE-Folie mit Netz	74

Dazu kommt, daß die nachgewiesene höhere Erwärmung unter schwarzen Folien im Futter sehr schnell abgebaut wird und bei ca. 5 cm Tiefe weitgehend Temperaturgleichgewicht zwischen schwarz und weiß herrscht (Tab. 3). Holländische Versuche ergaben zudem keine Unterschiede in gärspezifischen Kriterien wie pH-Wert, Gärsäuren oder Gärverlusten. Nachteilig könnte sich bei starker Erwärmung der Folie und feuchtem Siliergut die Kondensatbildung auswirken. Konkrete Ergebnisse liegen hierzu aber nicht vor.

Tab. 3: Temperaturverlauf in Silomais unter weißer bzw. schwarzer Silofolie. Strahlungsintensität: 700 W/m<sup>2</sup>.

Abstand zur Oberfläche (cm)	Temperatur (°C) unter	
	weißer Folie	schwarzer Folie
0	43.0	54.0
5	32.0	35.0
10	26.0	26.5

Bei den Silonetzen selbst haben sich die Materialien mit Flächengewichten um 200 g/m<sup>2</sup> durchgesetzt. Deutlich leichtere Qualitäten können die gewünschte mechanische Schutzfunktion nicht erfüllen. Hinsichtlich der Einfärbungen ergeben sich nur marginale Unterschiede. Als Alternative zu den Silonetzen werden zwischenzeitlich auch Gummimatten als vollflächige Abdeckung erprobt. Hinsichtlich der erforderlichen Stärke und Struktur sind jedoch noch zusätzliche Einsatzerfahrungen für eine generelle Empfehlung erforderlich.

Neu in der Silofolienentwicklung ist eine PE-Multi-Silofolie, die Abdichtung, Festlegung und mechanischen Schutz in einem übernehmen soll. Als geeignet hat sich eine Stärke von 0,5 mm herausgestellt, nachdem sich 0,8 mm als zu steif und 0,35 mm als zu wenig widerstandsfähig erwiesen haben. Um die

Handhabung dieser mehrfach verwendbaren Folie zu erleichtern, ist die Verwendung von Teilfolien mit 6 m Breite (derzeitiges Angebot) zu empfehlen. An den Stößen erfolgt eine Überlappung von 0,5 m, wobei zunächst über den Futterstock durchgehend eine dünne (0,04 mm) Zweitfolie gebreitet wird. Nach Abnahme der Folie ist eine Reinigung und sorgfältige Aufbewahrung erforderlich. Bei einem Anschaffungspreis von 4,- DM/m<sup>2</sup> ist eine mindestens 4 - 5 jährige Nutzung erforderlich um Preisgleichstand mit den konventionellen Folien zu erzielen, wobei zusätzliche Schutznetze entfallen. In den bisherigen Versuchseinsätzen liegen positive Erfahrungen mit dieser neuen Abdeckmethode vor. Auch könnte durch die mehrmalige Verwendung ein Beitrag zur Verminderung der Entsorgung von Altfolien geleistet werden.

#### 4. Zusammenfassung

Für die verlustarme Bereitung hochwertiger Silagequalitäten ist die Schaffung anaerober Gärbedingungen eine unentbehrliche Voraussetzung. Für die dazu erforderliche Verdichtung sind im Fahrsilo Walzgewichte mit einem Kontaktflächendruck von etwa 2 bar erforderlich um die notwendigen Materialdichten ab 200 kg T/m<sup>3</sup> zu erreichen. Zu leichte Walzgewichte sind durch vermehrte Überfahrten nicht zu ersetzen. In Rundballenpressen wird die Dichte durch gleichmäßige Beschickung über die Ballenbreite und langsame Vorfahrt mit dünnen Materialschichten begünstigt.

In der Abdeckung der Silos ist durch die verstärkt eingesetzten Silonetze die Verwendung von weißen wärmeabstrahlenden Silofolien nicht mehr gerechtfertigt. Ein neuer Lösungsansatz bahnt sich durch eine stärkere multifunktionale Folie an, die jedoch noch im breiten Praxiseinsatz zu erproben ist.

#### 5. Literatur

- Bolling, I.: Bodenverdichtungen beim Schlepper und Maschineneinsatz und Möglichkeiten zu ihrer Verminderung. KTBL-Schrift 308, 1986, S. 32 - 71
- Busse, W.: Quaderballenpressen - Entwicklung und Stand der Technik. Landtechnik 46, 1991, H. 4, S. 146 - 149
- Dernedde, W.: Der Einfluß verschiedener Faktoren auf die Verdichtung von Gras in Lagerbehältern bei statischer Verdichtung. Landbauforschung Völkenrode, 33. Jg., H. 4, 1983, S. 259 - 263
- Englert, G.: Neuere Ergebnisse zur Farbgestaltung und Haltbarkeit von Silofolien. Referatband der BML-Arbeitstagung '90 am 13.-15.03.1990 in Kiel. Darmstadt: KTBL 1990, S. 30.1-5
- Honig, H.: Gärbiologische Voraussetzungen zur Gewinnung qualitätsreicher Anweilsilage. KTBL-Schrift 318, 1987, S. 47 - 58
- Laue, M.: Zur Problematik der dynamischen Verdichtung von Anweilgras im Fahrsilo. Diplomarbeit, Universität Kiel, 1990
- Mitterleitner, H.: Neue Modelle und Verbesserungen im Detail-Rundballen und Großpacken. Agrar-Übersicht 42, 1991, H. 5, S. 26 - 30 u. 84 - 85
- Pirkelmann, H.: Siliertechnische Maßnahmen zur Verbesserung der Silagequalität im Fahrsilo. Tagungsband der Landtechnik Weihenstephan, 1988, S. 64 - 72
- Pirkelmann, H. u. H. Mitterleitner: Großballen: Hohe Leistung kostet viel. DLG-Mitteilungen, 5. Ausgabe 1991, 106. Jg., S. 46 - 48
- Schulz, H. u. H. Mitterleitner: Großballentechnik II, RKL-Schrift 4.1.4.1.2, 1989, S. 309-409
- Wieneke, F.: Verfahrenstechnik der Halmfutterproduktion. Selbstverlag, Göttingen, 1972, S. 50 - 61

## Lösungsansätze zur Abwasserableitung bei Flachsilos

Dipl.-Ing.agr. u. Architekt Dr. L. Rittel

**Der Fall:** Ein niedersächsischer Landwirt legte zwei Rübenblattmieten an - 30 m von einem wasserführenden Graben entfernt. Er unterlegte die Miete mit Folien und leitete den Sickersaft in eine ebenfalls mit Folien ausgekleidete Sickergrube. Die Folien verschoben sich jedoch, so daß Sickersaft in den Boden und von da aus in den nahegelegenen Graben gelangte.

**Das Urteil:** Feldmieten und ungedichtete Foliensilos sind wegen der Gefährdung von Gewässern durch Silosickersaft nur in Ausnahmefällen zulässig. Gerade in der Nähe von Gewässern und Gräben ist größte Vorsicht geboten.

Der Landwirt hätte sich notfalls durch Probebohrungen überzeugen müssen, ob der Boden absolut undurchlässig ist. Oder er hätte, wenn ihm dies zu aufwendig war, die Rübenblattmiete mit der üblichen Basisdichtung fehlerfrei anlegen müssen. So jedoch hat er sich wegen fahrlässiger Verunreinigung eines Gewässers und wegen Verstoßes gegen das Abfallbeseitigungsgesetz strafbar gemacht. (Urteil des Oberlandesgerichts Celle vom 14.11.1990 - Az.: 3 Ss 239/90.)

Dieses Urteil verdeutlicht ohne weiteren Kommentar den Ernst der Lage: Silagegärsaft und Silagesickersaft sind zu handhaben wie wassergefährdende Stoffe: Paragraph 19, Abs. 2 des Wasserhaushaltgesetzes sagt dazu "Anlagen zum Umschlagen wassergefährdender Stoffe und Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesickersäften müssen so beschaffen sein, und so eingebaut, aufgestellt unterhalten und betrieben werden, daß der bestmögliche Schutz der Gewässer vor Verunreinigung oder sonstiger nachteiliger Veränderung ihrer Eigenschaften erreicht wird."

Über die praktische Umsetzung des Paragraph 19 und die bautechnischen Ausführungsformen erfolgt zur Zeit hinter den Kulissen ein heftiges Tauziehen. Grundlage dazu ist der Katalog wasserwirtschaftlicher Anforderungen an Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesickersäften (ISG-Anlagen) des LAWA ad hoc AK (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser). Von diesem Katalog gibt es auch eine bayerische Version.

Unter anderem ist darin vorgesehen, daß Fahrsiloplanlagen bis 2,50 m Höhe weiterhin baurechtlich genehmigungsfrei sind, aber nach Art. 37 Bayer. Wassergesetz der Kreisverwaltungsbehörde mit entsprechenden Plänen und Unterlagen anzuzeigen sind. Defakto dürfte dies einer Baugenehmigung sehr nahe kommen.

Niederschlagswasser darf nur von leeren und besenrein gereinigten Siloflächen direkt nach außen abgeleitet und über die belegte Bodenzone großflächig versickert werden. Verunreinigtes Niederschlagswasser ist dem Gärsaftsammelraum oder Jauche-/Güllebehälter zuzuführen.

Gärfuttersilos müssen, wenn die Ableitung in eine Güllegrube nicht möglich ist, mit einem Gärsaftsammelbehälter versehen sein und dies ist fast immer ein Tiefbehälter.

Tiefbehälter sind, oberhalb des höchsten Grundwasserstandes angeordnet, mit einer Leckerkennung und unterhalb dem höchsten Grundwasserstand doppelwandig auszuführen.

Die Zufallsauswahl einiger Passagen aus diesem Papier läßt bereits erkennen, was hier auf die Landwirtschaft zukommen kann. Das Einhalten dieser Vorschriften wird Geld kosten und das eventuelle Nichteinhalten ebenso.

Zum besseren Verständnis der Situation soll ein kurzer Überblick über die gängigen Flachsiloformen dienen.

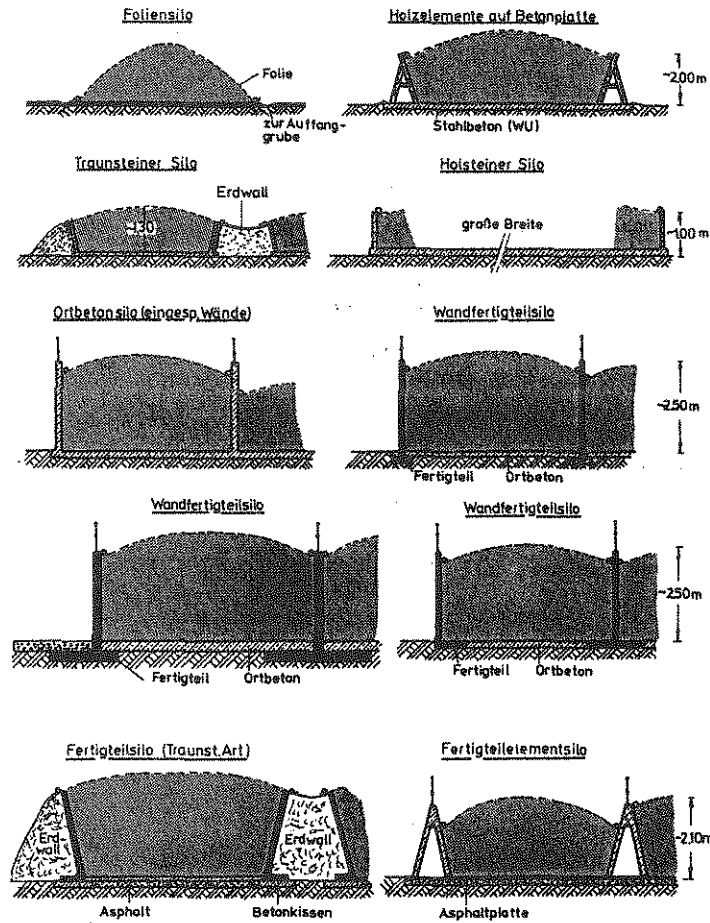


Abb. 1: Bauarten von Flachsiloanlagen

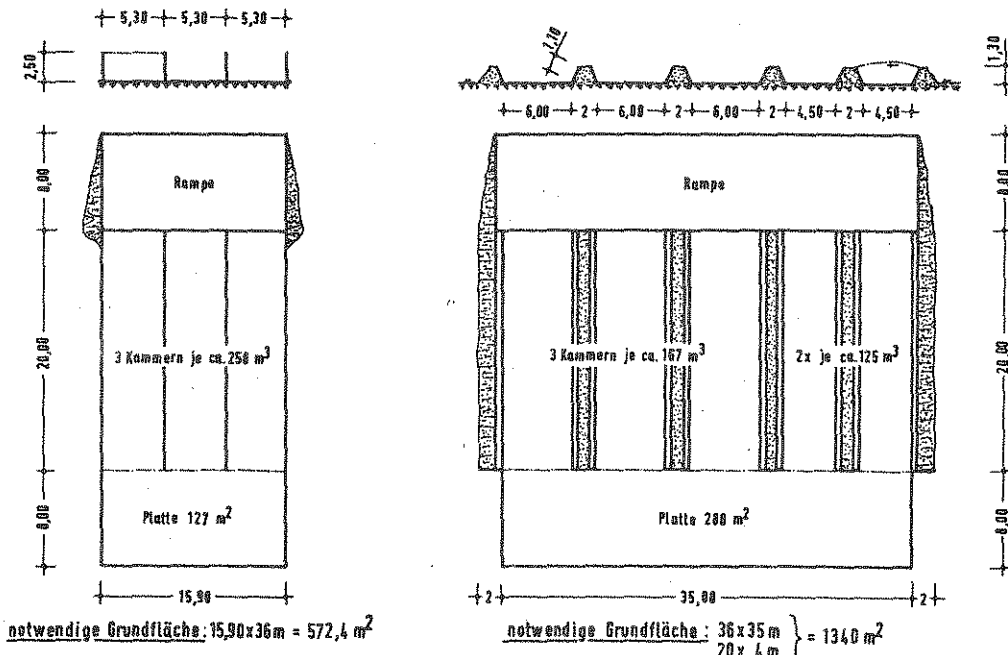
Bei der Betrachtung obenstehender Abbildung fällt besonders das Traunsteiner Silo mit seiner relativ geringen Höhe auf. Es wirkt auch sehr oberflächenangepaßt. Aber das Fassungsvermögen eines Flachsilos wird in  $m^3$  angegeben und was die dritte Dimension nicht bringt, muß der erste und zweite ausgleichen. Dazu die nächste Abbildung, die für die gleiche Siliermenge einen Vergleich zwischen Flachsilo mit eingespannten Seitenwänden und einem Traunsteiner Silo bringt, das auf Grund der niedrigen Bauhöhe einen größeren Flächenbedarf hat.

Die Entsorgung des während des Gärprozesses anfallenden Gärstoffes ist nicht das zentrale Problem. Die in relativ kurzem Zeitraum anfallenden Mengen sind bei ordnungsgemäßer Bauausführung zu bewältigen, zumal wenn in nächster Nähe eine Güllegrube vorhanden ist. Mehr Arbeit fällt an, wenn ein feuchteres Jahr einen großen Gärstoffanfall bringt und die vorhandene Auffanggrube mehrmals geleert werden muß. Mindestauffangkapazitäten sollten vorhanden sein. Dazu liefern die nächsten Abbildungen weitere Informationen.

( 500 m<sup>3</sup> Grassilage und 250 m<sup>3</sup> Maissilage )

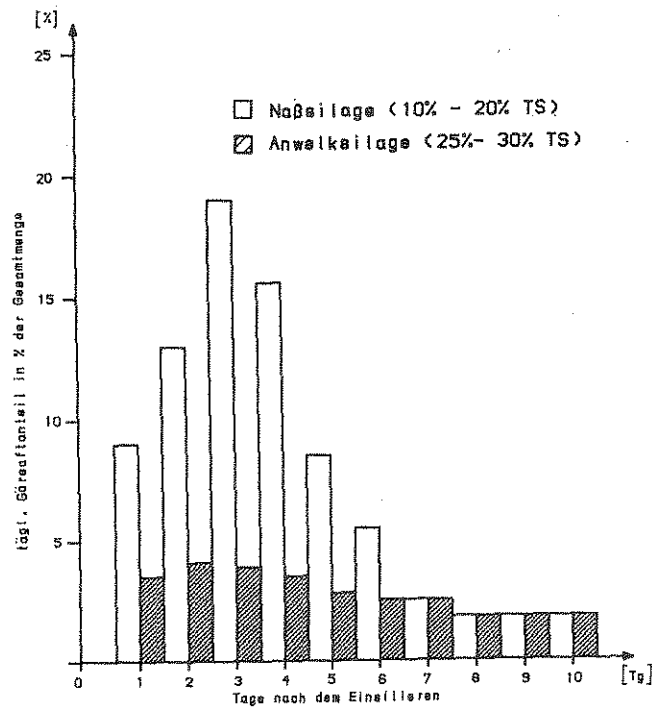
1. Kammersilo

2. Traunsteiner Silo



Flächenverhältnis 1 : 2,34

Abb. 2: Fahrsiloanlagenvergleich



Siloklasse I	> 35% TS	} Gärstoffhaltergröße in % der Silogröße
Siloklasse II	35-23% TS	
Siloklasse III	< 25% TS	

0.5% }  
3.0% }

Abb. 3: Zeitlicher Verlauf der Gärstoffbildung (nach GROSS)

Viel problematischer ist das Auffangen und Entsorgen des Regenwassers, das im Randbereich in das gefüllte oder teilgefüllte Silo eindringt und am Boden wieder heraussickert. Dazu gehört auch das Regenwasser, das während der Entleerungszeit über die bereits freien Flächen der Bodenplatte läuft und von dort liegenden Silageresten eventuell kontaminiert wird. Die hier anfallenden Wassermengen stehen bei Niederschlägen von 700, ja 1000 mm in keinem Verhältnis zu den vorher genannten Gärstoffmengen. Eine Trennung ist deshalb auch sinnvoll und geschieht nach bisherigem Modus in einem Trennschacht oder über die Flächentrennung. In Abbildung 4 und 5 ist dies zeichnerisch näher erläutert:

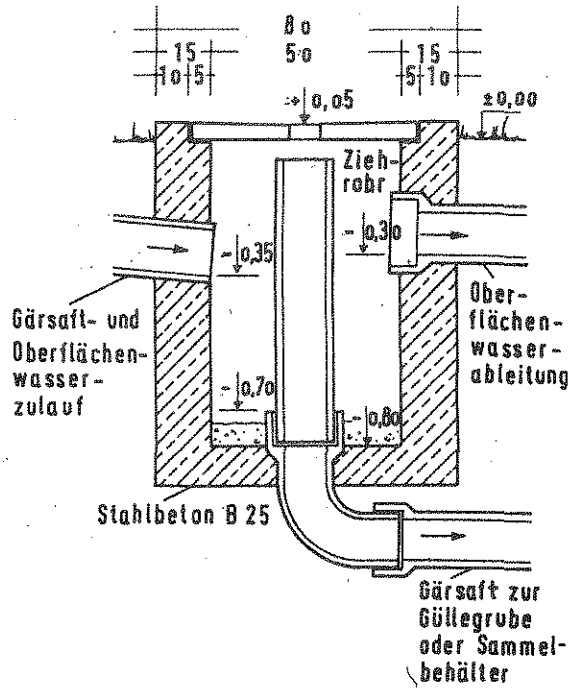


Abb. 4: Trennschacht

- ① Sickersaftentsorgung mit Sickersaftabscheider
- ② Sickersaftentsorgung über getrennte Einläufe

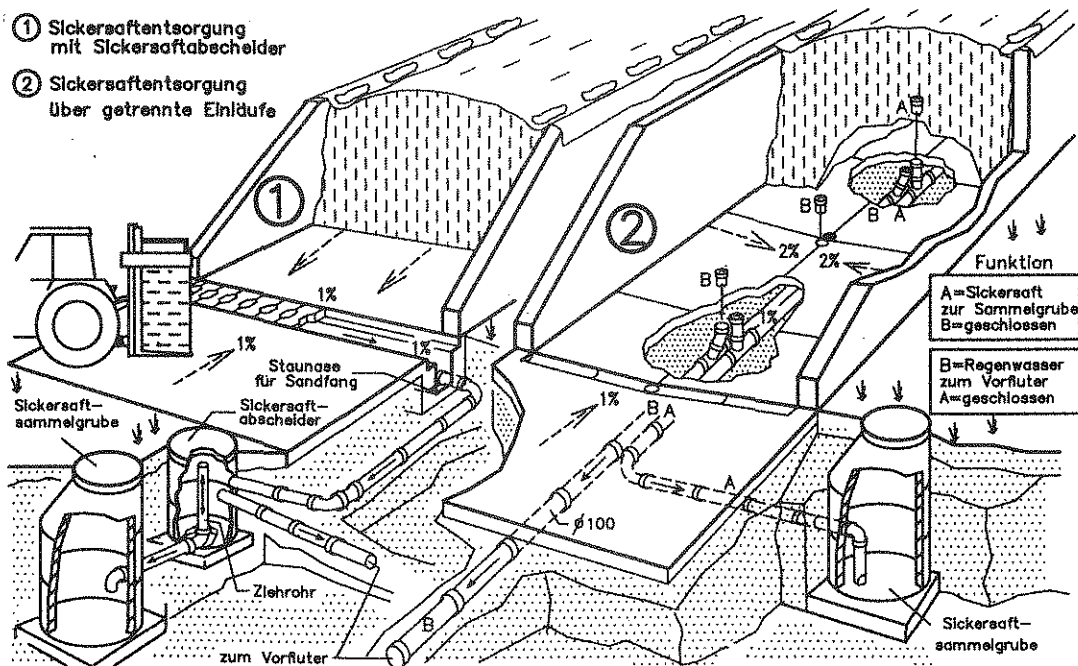


Abb. 5: Flächentrennung

Bei sauberer Handhabung der Silageentnahme ermöglicht die Flächentrennung eine mengenmäßige Abgrenzung des Regenwassers. Durch eine partielle und verschiebbare Überdachung der Entnahmestelle kann dieser Effekt noch unterstützt werden.

Eine viel elegantere, aber auch teurere Lösung stellt das überdachte Fahrsilo dar. Je nach Anforderungskatalog muß über diese teurere Bauausführung neu nachgedacht werden, wenn das Flachsilo langfristig in Gebrauch ist. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß eine Überdachung die Baufrei- zügigkeit einschränkt, da es sich dann um ein genehmigungspflichtiges Bauvorhaben handelt, das auf das materielle Recht wie z.B. Grenzabstände usw. Rücksicht nehmen muß. Auf die statischen und bautechnischen Unterschiede (Bewehrung) weisen Abbildung 6 und 7 hin.

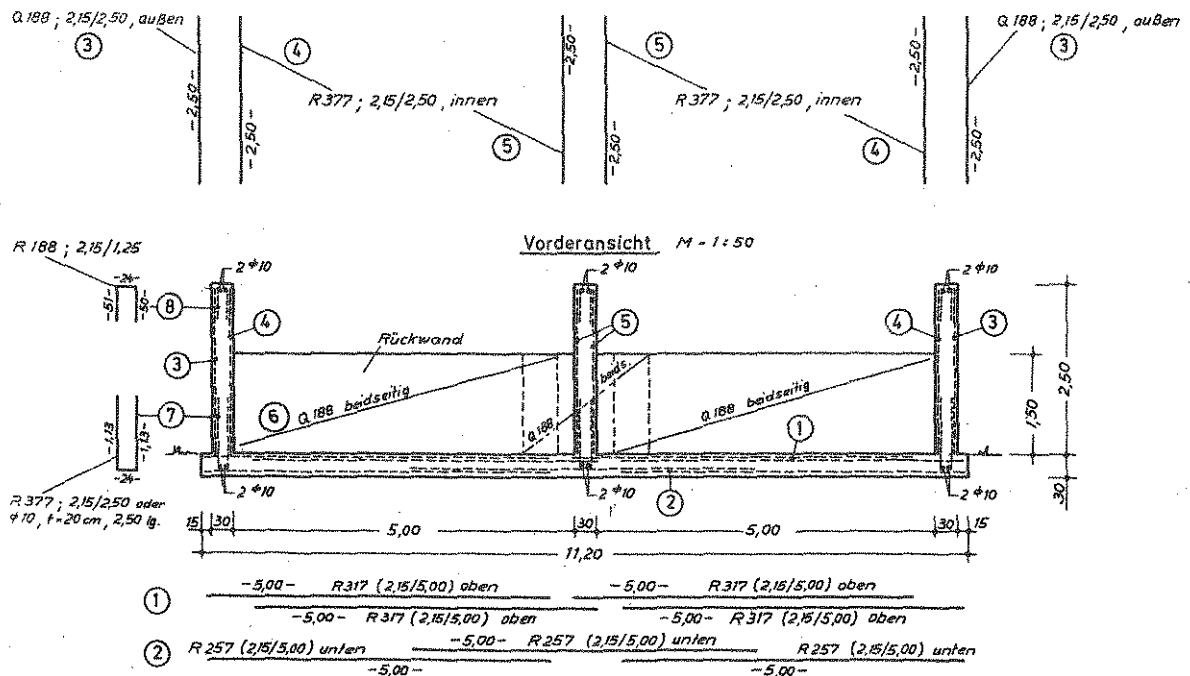


Abb. 6: Bewehrung eines Fahrsilo ohne Dach

Es gibt nur drei Möglichkeiten mit dem Regenwasser fertigzuwerden.

1. Das Wasser durchsickern lassen und auffangen: Dies ist nicht silagequalitätsfördernd und die Entsorgung ist arbeitsaufwendig.
2. Das Wasser durch eine Überdachung vom Silo abhalten. Dieser Weg ist mit einmaligen, aber teureren Baukosten verbunden.
3. Das Wasser durch eine haufenangepaßte Bauform sicher ableiten.

Diese modifizierten Bauformen sind notwendig, um die Abdeckfolien windsicher über die Seitenwände führen zu können und dies auch im Bereich der Siloenden. In Abbildung 8 soll dies näher erläutert werden.



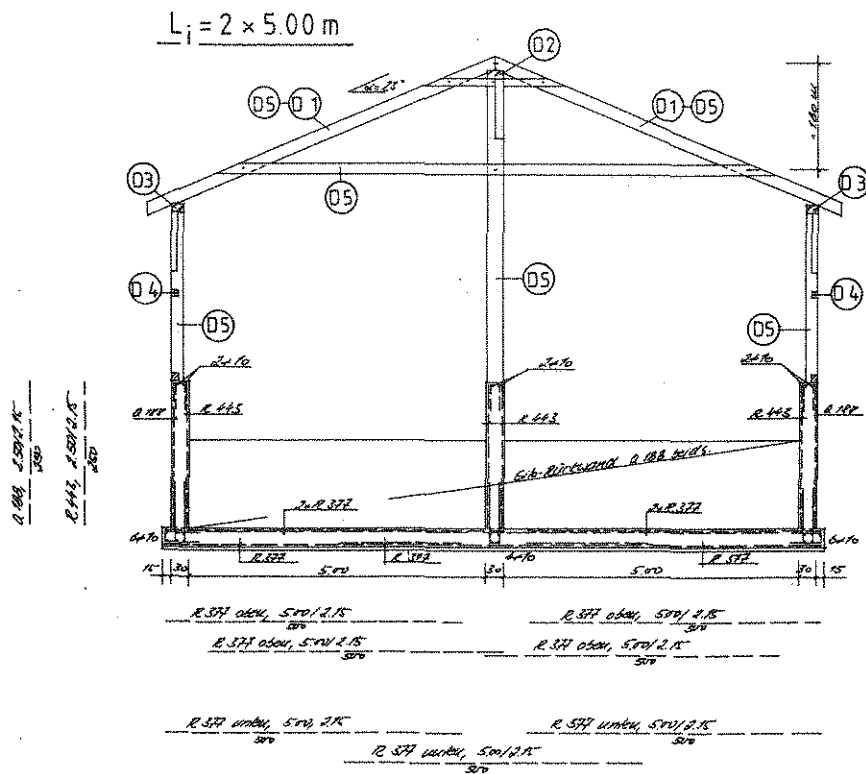


Abb. 7: Bewehrung eines Fahrsilo mit Dach

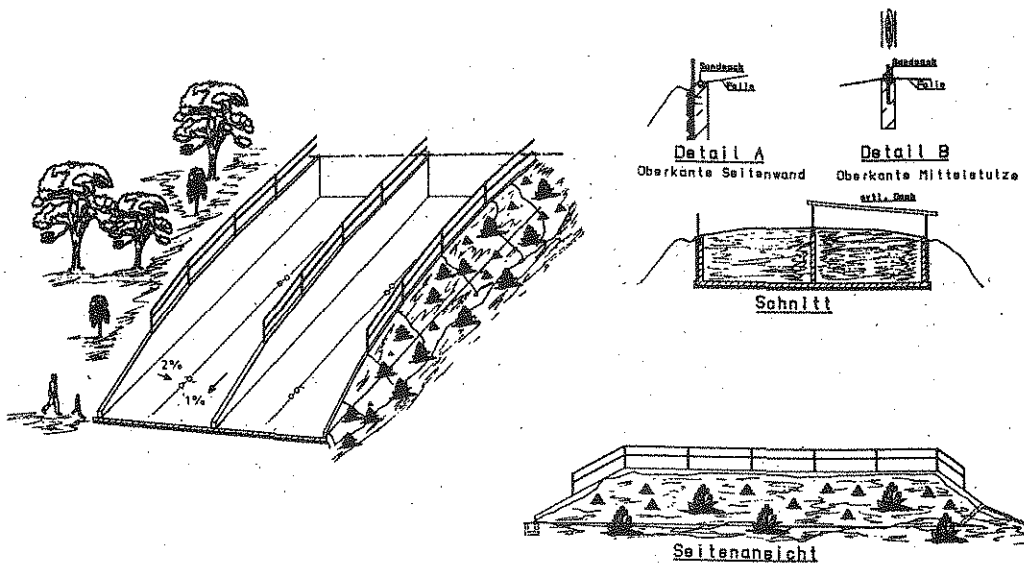


Abb. 8: Neue Siloform, haufenangepaßt

Es ist richtig über diese Problematik, die für die Landwirtschaft schwere Folgen haben kann, nachzudenken und Lösungsmöglichkeiten auszumalen. Aber zunächst müssen die hoffentlich zuendegedachten Forderungen mit ihren Konsequenzen auf den Tisch und dann erst können technische Konzepte entwickelt werden.

## Entwicklungstendenzen im Melkstandbau

Dr. W. Weber, dlz-Redaktion, München

Die Milchviehhaltung ist heute von gegenläufigen Entwicklungen geprägt. Einerseits werden kostengünstige Produktionsbedingungen verlangt, andererseits stehen Milchkontingentierung, Flächenstilllegung und verschärfte Umweltauflagen einer weiteren Entwicklung entgegen. Unter diesen Gesichtspunkten ist es für den Milchviehhalter schwierig, sich für die Zukunft zu orientieren.

Die Entwicklung der Zahl von Milchviehhaltern und Milchkühen in den einzelnen Bestandsgrößenklassen stellt sich derzeit wie folgt dar (Übersicht 1 und 2): Es ist eine starke Abnahme der Milchviehbetriebe mit weniger als 20 Kühen zu verzeichnen. Dieser Trend hält seit Jahren an. Es besteht eine eindeutige Tendenz zum größeren Milchviehbestand. Im Jahre 1989 hielten in diesen Bestandsgrößen 67,7 % der Milchviehbetriebe 37,3 % der Milchkühe, oder anders ausgedrückt: 32,3 % der Milchviehbetriebe hielten 62,7 % der Milchkühe. Damit besteht die eindeutige Tendenz zum größeren spezialisierten Milchviehbetrieb und zum Melkstand. Mangelnde Flächen-, Kapital- und Milchkontingentausstattung der Betriebe verhindern eine schnellere Entwicklung zum größeren Milchviehbestand. Für den bäuerlichen Familienbetrieb ist es heute kein Problem unter Inanspruchnahme der verfügbaren Technik für die Außen- und Innenwirtschaft 100 bis 120 Kühe ausreichend zu betreuen. Dementsprechend stellt sich heute dem einzelnen Milchviehhalter die Aufgabe, bei Um- oder Neubau einen Melkstand auszuwählen, der zugleich eine hohe Arbeitsleistung, ein tiergerechtes Melken und eine niedrige Kostenbelastung gewährleistet. Dabei steht für den größeren Milchviehbetrieb die möglichst niedrige Kostenbelastung pro Liter Milch im Vordergrund, der kleinere Milchviehbetrieb achtet in erster Linie auf eine möglichst geringe Arbeitsbelastung und besseren Arbeitskomfort.

In Milchviehbetrieben mit weniger als 40 Kühen werden aus arbeitswirtschaftlichen Gründen zunehmend Melkstände eingesetzt. Diese verringern die Arbeitsbelastung durch kurze Wege für die Arbeitskraft sowie durch aufrechte Körperhaltung und gute Übersicht beim Melken. Zudem erhöhen sie die Arbeitssicherheit, da die Arbeitskraft nicht mehr zwischen die Kühe gehen und in gebückter Haltung arbeiten muß.

Bei der einzelbetrieblichen Entscheidung für einen Melkstand sind arbeitswirtschaftliche Fragen, die Möglichkeit einer Bestandsaufstockung sowie Alternativen beim Aufstellungs- und Haltungssystem gleichermaßen in einer betriebswirtschaftlichen Beurteilung zu berücksichtigen.

Melkstand und Laufstallsystem sind so zu gestalten, daß sie auch bei kleineren Herden mit geringem Arbeits- und Kapitalaufwand erstellt und betrieben werden können. Melkstand und Melktechnik sollten bei einer möglichen Aufstockung erweiterbar sein und einer höheren Arbeitsleistung gerecht werden können. Für die umstellenden Betriebe ist der Einbau eines Melkstandes gleichzeitig Anlaß zum Übergang auf Laufstallhaltung, die den Kühen freie Bewegung ermöglicht.

### Grundsätzliche Anforderungen

In größeren Milchviehbeständen beanspruchen die Melkarbeiten rund die Hälfte der gesamten Stallarbeiten, so daß der Schwerpunkt der Mechanisierung im verringerten Arbeitszeitbedarf beim Melken liegt. Gleichzeitig müssen jedoch auch verbesserte Tiergesundheit und Nutzungsdauer durch eine tiergerechte Aufstallung und Fütterung sowie ein geringer Kapitalbedarf durch einfache Stall- und Lagergebäude angestrebt werden. Da die Milchleistung und die Eutergesundheit vom sorgfältigen Melken abhängen und die Milchqualität wesentlich bestimmt wird durch den fachgerechten Einsatz und die richtige Pflege der Melk- und Milchkühanlage bedarf es bei der Mechanisierung der Melkarbeit einer optimalen Abstimmung von Kuh, Maschine und Arbeitskraft. Diese Grundsätze gelten für alle Melkstandbauarten.

Übersicht 1: Zahl der Betriebe mit Milchkühhaltung (in 1000) nach Bestandsgrößenklassen (Bundesrepublik Deutschland)

Jahr	Bestand von .... bis .... Milchkühen				gesamt			
	1-10	11-20	>20					
1960	1133,4	72,1	11,8		1217,3			
in %	93,2	5,9	1,0		100			
	1-10	11-20	21-50	>51				
1963	986,4	89,1	14,0	0,8	1090,3			
in %	90,4	8,2	1,3	0,1	100			
1965	879,3	102,8	17,4	0,9	1000,5			
in %	87,9	10,3	1,7	0,1	100			
1967	794,1	114,2	20,3	0,9	929,4			
in %	85,4	12,3	2,2	0,1	100			
1969	679,6	130,0	26,0	0,9	836,6			
in %	81,3	15,5	3,1	0,1	100			
	1-10	11-19	20-29	30-39	40-49	>50		
1971	545,1	127,8	29,6	5,9	1,6	1,1	711,1	
in %	76,7	18,0	4,2	0,8	0,2	0,1	100	
1973	401,2	160,7	39,2	9,9	2,7	1,6	615,3	
in %	65,2	26,1	6,4	1,6	0,4	0,3	100	
	1-10	11-19	20-29	30-39	40-49	50-99	>100	
1975	353,9	152,5	43,8	12,2	3,5	2,0	(116)	559,0
in %	61,7	27,3	7,8	2,2	0,6	0,4		100
1977	292,1	145,8	48,0	15,1	4,9	2,9	(172)	509,0
in %	57,4	28,6	9,4	3,0	1,0	0,6		100
1979	231,5	134,3	53,1	18,4	7,0	4,7	(228)	449,1
in %	51,5	29,9	11,8	4,1	1,6	1,0		100
1981	227,6	106,5	54,6	20,0	8,0	5,8	0,3	422,8
in %	53,8	25,2	12,9	4,7	1,9	1,4	0,1	100
1983	200,4	98,3	55,8	22,1	9,4	8,2	0,4	394,6
in %	50,8	24,9	14,1	5,6	2,4	2,1	0,1	100
1985	171,4	89,0	55,6	24,2	11,1	10,7	0,4	362,6
in %	47,3	24,5	15,3	6,7	3,1	3,0	0,1	100
1987	145,1	83,0	55,6	25,0	11,6	10,7	0,4	331,4
in %	43,8	25,1	16,8	7,5	3,5	3,2	0,1	100
1989	125,9	78,6	53,6	23,8	11,0	9,0	0,3	302,2
in %	41,7	26,0	17,7	7,9	3,6	3,0	0,1	100

Quelle: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Werte in Klammern: Absolute Zahl der Betriebe

Übersicht 2: Zahl der Milchkühe (in 1000) nach Bestandsgrößenklassen (Bundesrepublik Deutschland)

Jahr	Bestand von .... bis .... Milchkühen				gesamt			
	1-10	11-20	>20					
1960	4165,9	995,4	365,5		5805,7			
in %	76,7	17,2	6,1		100			
	1-10	11-20	21-50	>51				
1963	4165,9	1229,8	376,6	63,0	5835,3			
in %	71,3	21,1	6,5	1,1	100			
1965	3874,0	1436,7	471,8	71,0	5853,6			
in %	66,2	24,5	8,1	1,2	100			
1967	3643,9	1605,1	549,7	66,4	5865,1			
in %	62,2	27,3	9,4	1,1	100			
1969	3233,2	1036,1	701,4	74,9	5864,1			
in %	55,4	31,4	12,0	1,2	100			
	1-10	11-19	20-29	30-39	40-49	>50		
1971	2686,5	1775,3	679,5	193,5	66,8	72,6	5474,3	
in %	49,1	32,5	12,4	3,5	1,2	1,3	100	
1973	1844,6	2132,4	908,2	326,6	115,8	105,2	5432,8	
in %	48,0	38,7	16,7	6,0	2,1	1,9	100	
	1-10	11-19	20-29	30-39	40-49	50-99	>100	
1975	1602,7	2044,7	1015,9	402,2	151,6	119,5	16,4	5353,0
in %	30,0	38,2	19,0	7,5	2,8	2,2	0,3	100
1977	1381,0	1972,2	1116,9	500,2	213,3	177,6	21,6	5382,8
in %	25,7	36,6	20,7	9,3	4,0	3,3	0,4	100
1979	1112,3	1837,4	1241,3	612,0	300,7	287,4	29,5	5420,5
in %	20,5	33,9	22,9	11,3	5,6	5,3	0,5	100
1981	1212,3	1544,6	1278,9	666,2	348,4	355,2	36,2	5441,8
in %	22,3	28,4	23,5	12,2	6,4	6,5	0,7	100
1983	1069,1	1432,8	1313,3	739,5	408,6	502,0	51,2	5516,5
in %	19,5	25,9	23,8	13,4	7,4	9,1	0,9	100
1985	925,0	1301,4	1316,6	810,6	484,9	657,2	50,9	5559,7
in %	16,7	23,5	23,7	14,6	8,7	11,9	0,9	100
1987	793,0	1219,4	1317,4	838,2	506,0	648,9	45,8	5368,7
in %	14,8	22,7	24,5	15,6	9,4	12,1	0,9	100
1989	704,4	1157,9	1269,8	796,8	481,3	547,0	40,2	4997,5
in %	14,1	23,2	25,4	15,9	9,6	11,0	0,8	100

Quelle: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Voraussetzungen für tiergerechtes Melken und hohe Arbeitsleistungen in Melkständen sind:

- Optimale Haltungsbedingungen,
- ruhiger Umgang mit den Tieren,
- optimale Melktechnik und Arbeitsroutine,
- selbständiges Betreten und Verlassen des Melkstandes durch die Tiere,
- zügiges, vollständiges und euterschonendes Melken,
- regelmäßige Euterkontrolle.

Melkstände sollten grundsätzlich mit Einzelmelkzeugen ausgestattet werden (1 Melkzeug pro Melkplatz), da beim Einsatz von Wechselmelkzeugen (1 Melkzeug für gegenüberliegende Melkplätze) eine langmelkende Kuh in einer Gruppe den gesamten Arbeitsablauf auch bei der gegenüberstehenden Gruppe verzögert. Zudem entstehen teilweise lange Zeitabstände zwischen dem Ansetzen der Melkzeuge. Installationen der Anlage und Arbeitserledigung werden schwieriger, da die Rohrleitungen und Pulsatoren mittig über dem Melkflur angeordnet sind und die Arbeitskraft um die im Melkstand hängenden Schläuche herumgehen muß.

Bei der Gestaltung des Melkflures ist es heute üblich, das Gefälle entweder zur Mitte fallen zu lassen und das Abwasser in vorgefertigten Rinnen abzuleiten oder das Gefälle nach außen fallen zu lassen und das Abwasser nach außen in eine umlaufende Rinne abzuleiten. Dadurch bleibt die Tiefe der Melkgrube auf der gesamten Länge gleich.

Kälberkühe lassen sich an das Melken im Melkstand gewöhnen, indem man sie als Kalbinnen bereits in der Herde mitlaufen läßt und sie mit dem Betrieb im Melkstand vertraut macht. Neu in die Herde kommende Tiere gewöhnen sich bei ruhigem Umgang schnell an die neuen Verhältnisse.

In Gruppenmelkständen ist die letzte Gruppe sehr oft nicht vollständig. Die Tiere lassen sich dadurch fixieren, indem der letzte besetzte Stand mit einer Stange abgetrennt wird. Sind die Tiere an den Arbeitsablauf im Melkstand gewöhnt, sind meist keine Maßnahmen erforderlich.

Im Melkstand kann der Melker in aufrechter Haltung und in Sichthöhe die Euter der über dem Melkflur stehenden Tiere bequem reinigen und kontrollieren sowie die Melkzeuge bedienen. Da die körperliche Beanspruchung unter der Dauerleistungsgrenze liegt, kann über einen längeren Zeitraum auch ohne große Ermüdung gemolken werden. Der rasche Wechsel von Einzeltieren bzw. Tiergruppen führt zu einer hohen Beanspruchung der Melkarbeitskraft.

### Reihenmelkstand

Im Reihenmelkstand (Durchtreibe- oder Längsmelkstand) stehen die Kühe hintereinander, seitlich zum Arbeitsplatz des Melkers. Die für den Melkstand erforderliche Raumbreite ist mit 3,00 bis 3,50 m gering. Dieser Melkstand kommt meist als 2x2-Ausführung, selten als 2x3- oder 2x4-Ausführung zum Einsatz. Damit die Wege von Kuh zu Kuh nicht zu lang werden, sollte ein Reihenmelkstand maximal 2x3 Buchten aufweisen. Der Materialaufwand für die Melkstandeinrichtung ist gering, der Bau ist für den Praktiker eigenleistungsfreundlich. Die Arbeitsleistung in diesen Melkständen ist jedoch begrenzt.

### Tandemmelkstand

Beim Tandemmelkstand betreten die Kühe den Melkstand einzeln, und zwar immer erst dann, wenn zuvor eine Melkbucht von einer anderen Kuh geräumt worden ist. So kann die einzelne Kuh vom Betreten des Melkstandes bis zum Verlassen von keinem anderen Tier der Herde beunruhigt oder bedrängt werden. Jede Kuh hat ihre individuelle Aufenthaltszeit im Melkstand. Der Melker hat jede Kuh in ihrer ganzen Länge vor Augen.

In der einfachsten Form der Tandemmelkstände steuert die Arbeitskraft den Tierwechsel, indem sie die Zu- und Abtriebstore von Hand bedient. Dadurch sind jedoch nur niedrige Arbeitsleistungen möglich. In der halbautomatischen Version kann der Melker durch Knopfdruck über Vakuumzylinder die Ein- und

Ausgangstore steuern. Dadurch erhöht sich zwar der Arbeitskomfort, die Arbeitsleistung ist jedoch begrenzt. In der vollautomatischen Version sind Zu- und Abgang der Tiere sowie das Anrüsten der Euter und die Melkzeugabnahme über Lichtschranken und Sensoren gesteuert. Ausweissbügel an jeder Melkbucht können die Zeit des Einzeltierwechsels reduzieren.

Technisch ist es möglich, einen Tandemmelkstand zu einem Autotandemmelkstand aufzurüsten. In diesen Melkständen wird dann eine hohe Arbeitsleistung erreicht, wenn sie automatisiert sind, die Milchabgabe vollständig, also ohne Nachmelken, erfolgt, die Melkzeugabnahme konsequent genutzt wird sowie die Kühe den Melkstand selbständig und zügig betreten und verlassen.

Tandemmelkstände mit 2x2-Buchten als kleinste Bauform werden in der Regel von Hand bedient. Autotandemmelkstände sind mit 2x2-Buchten ab 40 Kühen und mit 2x4-Buchten ab 100 Kühen ökonomisch und arbeitswirtschaftlich vertretbar. Dabei entspricht in der Arbeitsleistung der 2x3-Autotandemmelkstand dem 2x4-Fischgrätenmelkstand und der 2x4-Autotandemmelkstand dem 2x6-Fischgrätenmelkstand.

Nachteilig bei diesem Melkstandtyp sind die längeren Wege für die Arbeitskraft sowie der höhere Raum- und Kapitalbedarf gegenüber dem Fischgrätenmelkstand.

### Fischgrätenmelkstand

Im Fischgrätenmelkstand stehen die Kühe beidseits des Melkflures entweder in einem Winkel von 37 bis 40 Grad oder von 30 bis 34 Grad schräg versetzt zur Längsachse des Standes. Die Tendenz geht vermehrt zum Winkel von 30 bis 34 Grad, da so eine bessere Übersicht über die Tiere und ein besserer Zugang zu den Eutern erreicht wird. Die Breite jeder Melkstandseite beträgt dann je nach Bauform 1,40 bis 1,50 m.

Bei konsequenter Nutzung der Vorteile des Fischgrätenmelkstandes und der Verbesserungen in der Melktechnik führt erst der 2x5-Fischgrätenmelkstand gegenüber der Rohrmelkanlage im Anbindestall zu Arbeitszeiteinsparungen. Bei langfristiger Planung mit einer Ausweitung des Bestandes über 50 bis 60 Kühe hinaus ist aus arbeitswirtschaftlicher Sicht der 2x6-Fischgrätenmelkstand für den Familienarbeitsbetrieb anzustreben. Betriebe mit mehr als 80 bis 120 Kühen setzen vermehrt Fischgrätenmelkstände mit 2x8 bis 2x12 Buchten ein.

Bei Side-by-Side-Melkständen, als Sonderform des Fischgrätenmelkstandes, stehen die Kühe im rechten Winkel zur Melkergrube und werden von hinten durch die Beine gemolken. Durch den verlängerten Abstand zwischen Euter und Melkstandflur ergeben sich schwierigere Anrüst- und Kontrollmöglichkeiten für die Arbeitskraft. Gegenüber dem Fischgrätenmelkstand benötigt der Side-by-Side-Melkstand zwar eine geringere Raumlänge, dafür aber eine größere Raumbreite. Er ist deshalb für Umbauten geeignet, wenn die Raummaße den Einbau eines Fischgrätenmelkstandes nicht zulassen.

Um die Arbeitsleistung in Fischgräten- und Side-by-Side-Melkständen, vor allem bei großen Anlagen, weiter steigern zu können, bietet sich eine schwenkbare vordere Abgrenzung an, die es den Tieren erlaubt, nach Melkende den Melkstand als Gruppe nach vorne zu verlassen.

Trigon- und Polygonmelkstände sind im Grunde aufgelöste und erweiterte Fischgrätenmelkstände, oftmals mit unterschiedlicher Buchtenzahl pro Standgruppe. Diese Melkstände gewährleisten eine gute Übersicht über die Tiere und bei konsequenter Nutzung der Technik hohe Arbeitsleistungen. Im Einzelfall läßt sich eine Melkarbeitskraft einsparen. Nachteilig sind der große Raumbedarf, der hohe Kapitalaufwand, das schwierige Treiben der einzelnen Tiergruppen und der meist erforderliche Mehrmannbetrieb.

### Rotationsmelkstand

Rotations- oder Karussellmelkstände sollten auf Grund ihrer aufwendigen Technik und ihres hohen Kapitalbedarfs auf höchste Arbeitsleistungen ausgelegt werden. Die Arbeit des Melkers beschränkt sich im wesentlichen auf das Reinigen der Euter und das Ansetzen der Melkzeuge. Da für diesen Arbeitsgang nur kurze Wege zurückzulegen sind, können hier zwei Arbeitskräfte nebeneinander arbeiten. Die Größe des Melkstandes wird zweckmäßigerweise so ausgelegt, daß die Kühe ohne Melkstandstop ausgemolken werden können. Deshalb sollten Rotationsmelkstände ca. 36 Buchten aufweisen. Bei konsequenter Nutzung der zur Verfügung stehenden Technik und bei möglichst kurzen Routinearbeitszeiten sind außerordentlich hohe Arbeitsleistungen erreichbar. Rotationsmelkstände sind letztlich nur für sehr große Milchviehbestände und Lohnarbeitsbetriebe interessant.

### Zuordnung zum Stall

Damit die Kühe den Melkstand möglichst selbständig und zügig betreten, sind bei der baulichen Zuordnung des Melkstandes zum Stall folgende Grundsätze zu beachten:

- Umtrieb vom Liegebereich über den Melkstand zum Freßplatz. Bei Freßboxenställen ist ein eigener Warteplatz notwendig, oder es darf erst nach dem Melken gefüttert werden.
- Direkter Zugang zum Melkstand, keine zu schmalen Gänge, ausreichende Beleuchtung der einzelnen Funktionsbereiche (vom Dunklen ins Helle).
- Möglichst keine Richtungsänderung beim Zugang und für jede Buchtenseite ein eigener Eingang. Eine schmale Tür für die Arbeitskraft in der Stirnseite des Melkstandes erleichtert das Eintreiben und erlaubt den Sichtkontakt mit den Tieren.
- Bei Warteplätzen kann eine Nachtreibhilfe nützlich sein.
- Keine Tränken und Kraftfutterabruflstationen in der Nähe des Melkstandes, damit der Austrieb der Tiere nicht gestört wird.
- Keine Tierbehandlung im Melkstand.

Die für den Umtrieb zum oder vom Melkstand notwendigen Ein- und Ausgänge sollten eine lichte Weite von 0,90 m aufweisen. In breiteren Öffnungen oder Gängen bedrängen sich die Tiere zu stark. Die Türen müssen als Schiebetüren vom Melkflur aus über Seilzug oder pneumatisch zu betätigen sein.

### Einrichtungen

Bei sauberen Eutern reicht das Abwischen mit Einwegtüchern. Wird mit Euterduschen gereinigt, ist für je 2x2 Melkbuchten eine Dusche vorzusehen. Die Wassertemperatur (30 Grad) sollte über eine thermische Mischbatterie regelbar sein.

Da heute in größeren Milchviehbeständen durchweg Kraftfutterabruffütterungen üblich sind, kann auf Futterschalen im Melkstand verzichtet werden. Viele Betriebe verwenden einfache Freßschalen mit Lecksteinen, um die Tiere in den Melkstand zu locken und beim Melken zu beschäftigen. Dabei spielt sicher auch die Gewöhnung von Mensch und Tier an das Verfahren eine wesentliche Rolle.

Als Melkstandgerüst empfehlen sich einfache, gerade Abtrennungen, dadurch wird der Melkstand übersichtlicher und die Bedienung der Melkzeuge einfacher. Die integrierte Melkstandkante schützt die darunterliegenden Milch-, Vakuum- und Spüleleitungen vor Beschädigungen sowie die Hüfte des Melkers vor Auskühlung.

Um Routinezeiten beim Melken zu verringern und hohe Arbeitsleistungen zu erreichen, lassen sich die automatische Vorstimulation und teilautomatisierte Melkzeuge zur Vermeidung von Blindmelkzeiten und zur besseren Kontrolle des Milchflusses einsetzen. Nachmelkautomaten verhindern Blindmelken und gewährleisten das Ausmelken. Automatische Melkzeugabnahmen als Ergänzung dazu verringern weiter die Routinearbeiten, indem sie Bedienungshandgriffe und Wegezeiten einsparen. Voraussetzung für ihren Einsatz ist jedoch das sichere Ausmelken jeder einzelnen Kuh.

Die elektronische Milchmengenmessung ist durchweg von der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderrüchler für die offizielle Milchleistungsprüfung anerkannt und steht im Rahmen von Managementsystemen für die Optimierung von Einzeltierleistungen zur Verfügung. Die sichere Einzeltieridentifizierung im Melkstand ist Voraussetzung für die sichere Zuordnung von Tier und Leistung sowie zur Nutzung von Informationen aus dem Managementsystem.

Melkroboter befinden sich derzeit noch in der Entwicklung und dürften auf breiter Basis voraussichtlich erst zur Jahrtausendwende zur Verfügung stehen. Ungelöst sind u.a. noch die sichere Reinigung des Euters, die vollständige Milchabgabe der Kuh sowie verbesserte Melkzeuge. Vom Einsatz des Melkroboters werden eine etwa 30 %ige Verringerung des Arbeitszeitbedarfes je Kuh und Jahr, eine Steigerung der Milchleistung um mindestens 10 % durch mehrmaliges Melken und der Wegfall der strikten Arbeitszeitbindung des Melkens erwartet.

Die Milch fließt vom Melkzeug unter Vakuum über Milchschiläuche und Milchleitungen zur Milchförderpumpe und wird von hier aus zur Kühlung und Lagerung in den Sammelbehälter gepumpt. Tiefliegende Milchleitungen und Milchförderpumpe entlasten das Melkvakuum weitgehend vom Transport der Milch und vermeiden so Vakuumschwankungen am Euter. Die Milchförderpumpe wird im Melkflur auf der Austriebseite neben der Treppe angeordnet, wo sie die Melkarbeiten nicht behindert.

Melkbuchten und Bedienungsflur sollten einen griffigen, säurebeständigen und abnutzungsfesten Belag auf Betonunterlage erhalten. Steinkohiefreier Hartgußasphalt und flachgekuppelte, schräggeriffelte oder kleingezackte Bodenplatten sind gut geeignet. Für die Stufen zum Melkflur haben sich feuerverzinkte Riffelstahlblechtreppen als einfache und kostengünstige Lösung bewährt. Melkflurroste sind nicht erforderlich, da sie schnell verschmutzen und einen erhöhten Reinigungsaufwand verursachen.

Das Abwasser von den Melkstandbuchten und vom Melkflur muß über Rinnen oder Einlaufroste in säurebeständigen Rohren zur Güllegrube abgeleitet werden. In der Abwasserleitung ist ein Geruchsverschluß erforderlich.

Melkräume werden in der Mehrzahl täglich nur zweimal, bei sehr großen Milchviehbeständen auch kontinuierlich, genutzt. Geschlossene Melkstände kühlen während der kalten Jahreszeit zwischen den Melkzeiten aus. Zur Melkzeit wird eine große Zahl von Tieren mit einer durch die Belastung des Melkens gesteigerten Wasserdampfabgabe durch den Melkstand geschleust. Hinzu kommen die aus dem Reinigungswasser durch Verdunstung entstehende Feuchtigkeit sowie das anfallende Spritzwasser. Aufgrund der hohen Luftfeuchte bildet sich auf den Oberflächen der Bauteile leicht Kondenswasser, das im Laufe der Zeit Bauschäden verursachen kann. Deshalb muß in einem abgetrennten Melkraum eine entsprechende Lüftungsanlage mit Heizmöglichkeit eingebaut werden. Bei in den Laufstall integrierten Melkständen puffert das große Luftvolumen des Stalles die anfallende Feuchtigkeit ab. Zu niedrige Temperaturen im Melkstand, die eventuell die Funktion elektrischer oder elektronischer Bauteile beeinträchtigen, lassen sich durch den Einsatz von elektrisch beheizten Röhrenradiatorn bzw. Gas- oder Elektrostrahlern vermeiden.

Zur Beleuchtung dienen Leuchtstofflampen, die über dem Melkflur angebracht werden (240 lx, ca. 12 bis 16 Watt/m<sup>2</sup>, Feuchtrauminstallation).



### Zuordnung der Melkstände

Bei kleineren Milchviehbeständen sind einfache Lösungen vollständig ausreichend. Da eine Arbeitskraft im Melkstand bis zu acht Melkzeuge bedienen kann, ohne daß erhebliche Blindmelkzeiten auftreten, sind milchflußgesteuerte Melkzeuge oder eine Abnahmeautomatik nicht erforderlich. Eine sinnvolle Zusatzausstattung sind einfache Milchflußanzeiger, die die Übersicht beim Melken erleichtern. Aus melkphysiologischer Sicht ist auch das automatische Anrücken positiv zu beurteilen, da dann konsequent stimuliert wird und hohe Arbeitsleistungen erreichbar sind.

Bei größeren Milchviehbeständen wird auf hohe Arbeitsleistung Wert gelegt, hier kommen sehr schnell höher technisierte Lösungen zum Einsatz. Dabei darf aber keinesfalls das tiergerechte Melken mit ausreichendem Anrücken und Ausmelken vernachlässigt werden. Der Melkroboter befindet sich derzeit in der Entwicklung und steht in den nächsten Jahren sicherlich nicht allgemein zur Verfügung.

Der Standardmelkstand für die meisten Milchviehbetriebe wird sicherlich nach wie vor der Fischgrätenmelkstand sein. Er ist in der Bauweise einfach, gut mit der notwendigen Technik auszustatten und gewährleistet bei richtiger Arbeitserledigung hohe Arbeitsleistungen. Zudem ist er bei vorausschauender Planung leicht erweiterbar und läßt sich bei Betriebsaufstockung ausbauen. Die Spannweite dieses Melkstandstyps reicht vom 2x2- bis zum 2x12-Fischgrätenmelkstand. Damit steht für die meisten Milchviehbestände eine befriedigende Melkstandform zur Verfügung.

Für Milchviehbetriebe, die sehr hohe Arbeitsleistungen benötigen, bieten sich Rotationsmelkstände an. Hier können bei konsequenter Nutzung der zur Verfügung stehenden Technik die meisten Arbeitsroutinen der Maschine übertragen werden. Der hohe Kapitalbedarf für diese Anlagen erfordert zwangsläufig eine hohe Auslastung, damit sich die Kostenbelastung in Grenzen hält.

Der Einbau eines Melkstandes erfordert in jedem Fall zusätzlichen Platz und eine passende Zuordnung zum Stall. Maschinenraum, Milchkühlanlage und Melkstand sowie Sozialraum sollten grundsätzlich eine Einheit bilden. Der Zu- und Abgang der Tiere muß problemlos und ohne großen Treibaufwand möglich sein. Die wesentlichen Daten hinsichtlich Platz- und Kapitalbedarf sowie Arbeitsleistung gehen aus Übersicht 3 hervor.

Übersicht 3: Daten verschiedener Melkstandformen

Melkstandgröße	Flächenbedarf je nach Umtrieb m <sup>2</sup>	Kapitalbedarf für Melktechnik in 1000 DM	Kapitalbedarf für baul. Anlagen in 1000 DM	Melkleistung Kühe/Std.
<b>Fischgrätenmelkstand</b>				
2x2	24 bis 30	15 bis 20	12 bis 24	25 bis 30
2x3	30 bis 36	20 bis 25	16 bis 32	30 bis 35
2x4	36 bis 42	25 bis 40	19 bis 38	35 bis 45
2x5	42 bis 48	35 bis 50	22 bis 44	45 bis 55
2x6	48 bis 54	45 bis 60	25 bis 50	55 bis 65
2x8	60 bis 68	55 bis 80	30 bis 60	65 bis 80
<b>Rotationsmelkstand</b>				
1x36	ca. 160	ca. 350	ca. 200	bis 250
<b>Reihenmelkstand</b>				
2x2	22 bis 24	18 bis 20	12 bis 24	20 bis 25
2x3	30 bis 32	22 bis 28	16 bis 32	30 bis 35
<b>Tandemmelkstand</b>				
2x2	32 bis 34	20 bis 25	17 bis 34	25 bis 30
2x3	44 bis 48	30 bis 60	22 bis 44	35 bis 50
2x4	48 bis 54	70 bis 85	30 bis 54	50 bis 80

# Rechnergesteuerte Produktionshilfen in der Milchviehhaltung - Möglichkeiten und Nutzen

Dr. G. Wendl

## 1. Einleitung

Die Milchproduktion ist für die Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland der wichtigste Betriebszweig. Knapp 50 % aller landwirtschaftlichen Betriebe über 1 ha halten Milchkühe. Aus dem Verkauf von Milch stammen etwa 28 % aller Verkaufserlöse der Landwirtschaft; diese sind damit höher als die Erlöse aus dem Verkauf aller landwirtschaftlichen Feldfrüchte (3).

Die Steuerung des Produktionsprozesses "Milcherzeugung" wird jedoch nicht immer optimal ausgeführt. Diese Tatsache äußert sich in der wirtschaftlichen Effizienz des einzelnen Milchviehbetriebes. Aus Buchführungsauswertungen wird ersichtlich, daß der Gewinn pro Kuh bei sehr gut geführten Betrieben um bis zu 100 % höher liegt als bei schlecht geführten (2).

Erhebliche Einkommensreserven lassen sich mobilisieren, wenn es gelingt, die Produktionsmittel effektiver einzusetzen. Deshalb muß für den Milchviehhalter das vorrangigste Ziel in der Senkung der Produktionskosten liegen, da bei den gegenwärtigen Rahmenbedingungen in der EG einer Steigerung des Einkommens durch eine Ausdehnung der Produktion oder durch steigende Erzeugerpreise sehr enge Grenzen gesetzt sind, bzw. sogar von fallenden Erzeugerpreisen auszugehen ist. Eine Senkung der Produktionskosten kann erreicht werden durch

- eine bessere Fütterung (bis zu 60 % der Milcherzeugungskosten sind Futterkosten, meist nur grobe Leistungsfütterung (6))
- eine Verbesserung der Gesundheit und der Fruchtbarkeit der Kühe (Nutzungsdauer ca. 3,5 Jahre, 27 % der Abgänge wegen Unfruchtbarkeit, 10 % wegen Euterkrankheiten (6)).

## 2. Rechnergestützte Systeme in der Milchviehhaltung

Um die vorhandenen Einkommensreserven besser erschließen zu können, bietet sich der Einsatz der Mikroelektronik an. Die Möglichkeiten, die durch den elektronisch-technischen Fortschritt geschaffen wurden bzw. noch werden, sind dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor mit Hilfe geeigneter Sensoren und Aktoren dem Menschen bestimmte, immer wiederkehrende Arbeiten abnehmen und so den Produktionsprozeß z. T. selbständig steuern, regeln und überwachen kann.

Die Mikroelektronik kann in der Milchviehhaltung für folgende Bereiche eingesetzt werden:

- Fütterung
- Tierüberwachung
- Automatisierung des Gesamtsystems.

Der Entwicklungsstand und der Verbreitungsgrad der jeweiligen Techniken in der Praxis ist sehr unterschiedlich (Tab. 1). In der Milchviehhaltung diente die Mikroelektronik zunächst vor allem der automatischen Kraftfutterzuteilung im Laufstall, einer reinen Steuerungsaufgabe. Weitere Aufgaben wie die tierindividuelle Erfassung von Leistungsparametern oder physiologischen Parametern kamen hinzu, bzw. sind in Ansätzen vorhanden. Eine rechnergestützte Tierüberwachung hat zwar in praktischen Betrieben schon Eingang gefunden, allerdings nur in einfacheren Formen. Die Automatisierung des Gesamtsystems Milcherzeugung mit Hilfe eines Melkroboters befindet sich noch in der Entwicklungsphase und hat noch nicht zu praxisreifen Lösungen geführt. Nachfolgend werden hauptsächlich die für die Praxis verfügbaren Techniken näher vorgestellt und einer ökonomischen Wertung unterzogen.

Tab. 1: Einordnung von rechnergestützten Verfahren in der Milchviehhaltung

Verfahren	Entwicklungsstand		Eignung	
	Marktreife	Entwicklung und Erprob.	Praxis	Versuchsbetrieb
Identifizierung Halsband, Ohrmarke injizierbarer Transponder	+	+	+	+
Kraftfutterautomat Laufstall Anbindestall	+		+	+
Milchmengenmessung Laufstall Anbindestall	+	+	+	+
Lebendmasseerfassung	+		-	+
Erfassung der Milchinhaltstoffe		+	+	+
Erfassung physiologischer Daten		+	+	+
Erfassung der Grundfutteraufnahme	+		-	+
Grundfutterschätzung	+		+	+
rechnergesteuerte Grundfütterzuteilung		+	-	+
Melkroboter		+	+	+

## 2.1 Rechnergestützte Fütterung

Grundvoraussetzung für den Einsatz jeder rechnergestützten Prozeßsteuerung ist ein kostengünstiges Identifizierungssystem. Erst eine zuverlässige, berührungslose Tiererkennung ermöglicht rechnergestützte Produktionsverfahren.

Elektronische Identifizierungssysteme in Form von Trans- bzw. Respondern am Halsband mit passiver Energieversorgung werden in der Rinderhaltung seit den 70-er Jahren in großem Umfang eingesetzt. Sie haben sich in den bisherigen Einsatzbereichen zwar bewährt, weisen aber dennoch einige Nachteile auf (hoher Preis, Verlustgefahr, z. T. zu geringe Erkennungsrate). Der technische Fortschritt in der Mikroelektronik (Leistungsfähigkeit der integrierten Schaltungen, Miniaturisierung der Bauelemente) macht es nun möglich, die Identen so zu verkleinern, daß sie den Tieren injiziert werden können.

Momentan werden von mehreren Herstellern injizierbare Transponder in unterschiedlicher Ausführung angeboten (Abb. 1). Seit über 2 Jahren konnten an der Landtechnik Weihenstephan mit injizierbaren Transpondern der Firma TEXAS Instruments praktische Erfahrungen in der Kälberaufzucht und Bullenmast gesammelt werden (8,15). Folgende Ergebnisse lassen sich festhalten:

- problemlose Einbindung in bestehende Prozeßsteuerungsanlagen
- leichte und einfache Injektion der Transponder mit einer Injektionspistole oder einem Injektionsstift
- keine Entzündungen an der Injektionsstelle
- kein Verlust von Transpondern nach Injektion

- sehr sichere Identifizierung über großen Empfangsbereich
- fälschungssichere Tierkennzeichnung auf Lebenszeit möglich
- einheitliche Kennzeichnung in Produktion, im organisatorischen Bereich, in Handel und im Schlachthof möglich
- Kombination mit anderen Sensoren (z. B. Temperatur) in Entwicklung.

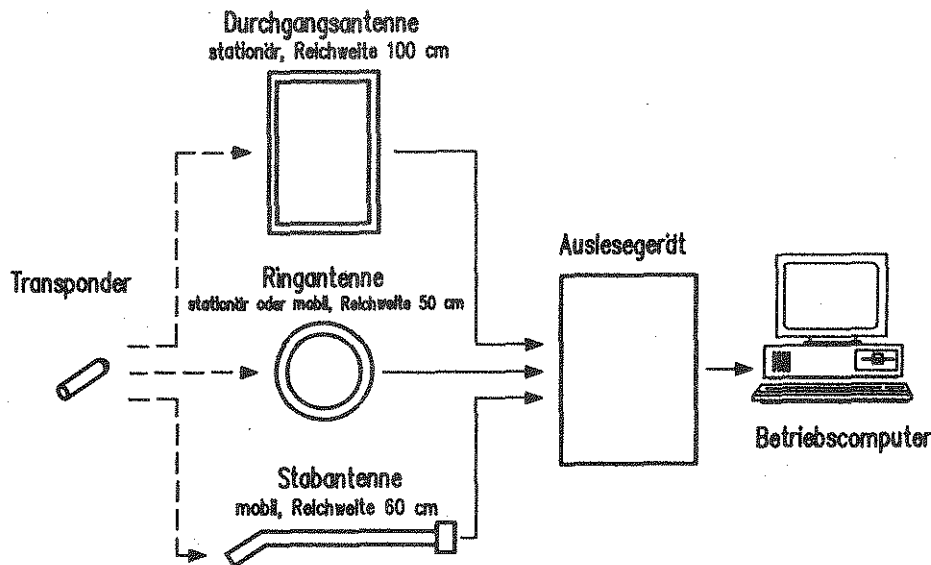


Abb. 1: Aufbau eines injizierbaren Identifizierungssystems (TIRIS)

Voraussetzung für einen umfassenden Einsatz von injizierbaren Transponder in der praktischen Milchviehhaltung ist eine schnelle Standardisierung der bisher inkompatiblen Systeme. Für die von der Europäischen Gemeinschaft für 1.1.93 vorgeschriebene Tierkennzeichnung sind injizierbare Transponder nur dann verwendbar, wenn kompatible Systeme auf dem Markt sind. Ein damit flächendeckender Einsatz von Injektaten hätte großen Einfluß auf die Stückkosten. In der derzeitigen Form sind Injektate bei äußerer Anbringung am Halsband oder Ohrmarke jetzt schon durchaus als kostengünstiger Ersatz der bisherigen Identen zu sehen.

### Kraffutterabrufautomat im Laufstall

Die Technik der individuellen rechnergesteuerten Kraffuttervorlage im Laufstall hat inzwischen einen hohen technischen Stand erreicht und sich am Markt als Standardlösung für die Verteilung von bis zu 3 verschiedenen Kraffuttersorten durchgesetzt. Die Erfahrungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- hohe Funktionssicherheit
- Unterschiede in den Zuteilprogrammen nur mehr geringfügig
- ausreichende Genauigkeit der Volumendosierer bei regelmäßiger Überprüfung und Kalibrierung
- Besatzdichte pro Futterstation 25 bis 30 Kühe
- schnelle Gewöhnung der Tiere an die Technik
- hohe Kraffutterabrufquote

## Kraffutterdosierwagen Im Anbindestall

Wie im Laufstall so wird sich auch im Anbindestall der rechnergesteuerte Kraffutterdosierwagen gegenüber den anderen technischen Lösungen durchsetzen. Die prinzipielle Arbeitsweise dieser mobilen Verteilgeräte besteht darin, daß ein auf Schienen geführter, batteriegespeicherter Verteilwagen mehrmals am Tag von Kuh zu Kuh fährt und tierindividuell bis zu 4 verschiedene Kraffuttermengen ausdosiert. Spezielle Mineralfutterdosierer sind ebenfalls zusätzlich möglich. Der schematische Aufbau derartiger Anlagen ist in Abbildung 2 dargestellt.

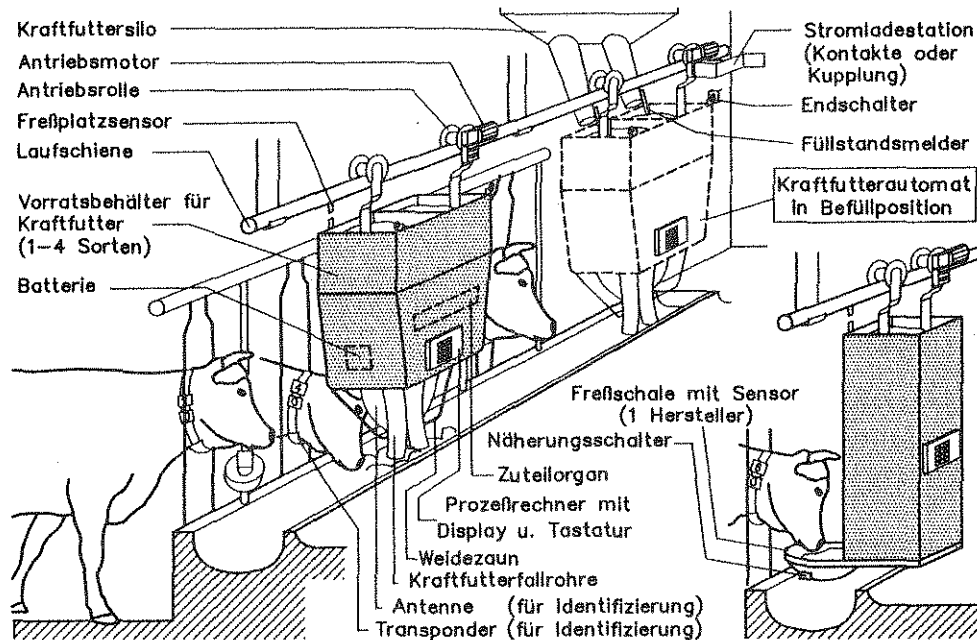


Abb. 2: Schematischer Aufbau von rechnergesteuerten Kraffutterdosierwagen für den Anbindestall

Zur Portionierung werden die aus dem Laufstall bekannten, nach dem Volumenprinzip arbeitenden Dosierorgane wie Schnecke oder Zellenrad eingesetzt; nur ein Fabrikat ist mit Gewichtsdosierung über eine Förderbandwaage ausgerüstet. Volumendosierer dürften wie im Laufstall genügen, wenn eine regelmäßige Kontrolle und Kalibrierung erfolgt.

Für die Zuteilung des Kraffutters werden 2 Verfahren angewandt:

1. Zuteilung in den Trog
2. Zuteilung in eine Freißschale, die am Verteilwagen befestigt ist.

Vorteilhaft für eine Zuteilung in eine Freißschale ist sicherlich, daß ein gegenseitiges Befressen durch Nachbartiere vermieden wird, aber die mechanische Belastung des Kraffutterwagens durch den Freißvorgang selbst bzw. durch aggressive Nachbartiere ist z. T. beträchtlich. Die Nachteile der Dosierung in den Trog (wie gegenseitiges Wegfressen, Vermischung mit Restfutter) werden vielfach auch überbewertet, denn durch eine mehrmalige Kraffuttergabe, durch einen Futterabwurf in der Freißplatzmitte und durch die Wahl einer geeigneten Dosiergeschwindigkeit können die vorrätigen Mengen gering gehalten werden.

Die in der Praxis gemachten Erfahrungen zeigen folgendes (14):

- hohe Funktionssicherheit mit ausreichender Dosiergenauigkeit und hohe Zuverlässigkeit bei entsprechender Wartung und Pflege
- tierindividuelle Kraffutterzuteilung in kleinen, ernährungsphysiologisch erwünschten Teilmengen auch im Anbindestall
- keine Probleme beim Tierverhalten
- wegen besserer Überwachung ein Teil der Startzeiten in den Hauptfütterzeiten sinnvoll
- bei Zuteilung in eine Freißschale ähnlich hohe Kraffutterabrufragequote wie im Laufstall

## Milchmengenmessung

Eine sehr wesentliche Voraussetzung für eine leistungsgerechte und kostenminimale Fütterung ist die Kenntnis der aktuellen Milchleistung der Einzelkuh. Für die automatische Milchmengenmessung im Laufstall sind inzwischen verschiedene Meßgeräte vorhanden, die auch für die offizielle Leistungskontrolle anerkannt sind. Ihr Verbreitungsgrad in der Praxis ist allerdings noch nicht sehr hoch. In Bayern sind nach Angaben des LKV Bayern in LKV-Betrieben nur ca. 50 Anlagen installiert (< 2 % aller Laufstallbetriebe).

Für die Milchmengenmessung haben sich kontinuierlich arbeitende Meßgeräte durchgesetzt, wobei die Gesamtgemelksmenge durch Addition von konstanten bzw. variablen Portionen ermittelt wird. Bisher sind im Melkstand meist nach dem Volumenprinzip arbeitende Geräte im Einsatz. Einen erheblichen Störfaktor bei der volumetrischen Milchmengenmessung stellt die Schaumbildung beim Melken dar (16). Ein erst seit kurzem auf dem Markt angebotenes Gerät wendet deshalb das Prinzip der Massebestimmung an. In Abbildung 3 sind Genauigkeitsergebnisse einer zufälligen Routineüberprüfung in einem praktischen Betrieb dargestellt. Bei den funktionierenden Geräten liegt der mittlere absolute Fehler bei der Milchmenge bei nur 80 g und beim Fettgehalt bei 0,032 %. Wie für die volumetrisch arbeitenden Geräte so gilt auch für diese Geräte, daß eine regelmäßige Kontrolle und eventuelle Nachjustierung notwendig sind.

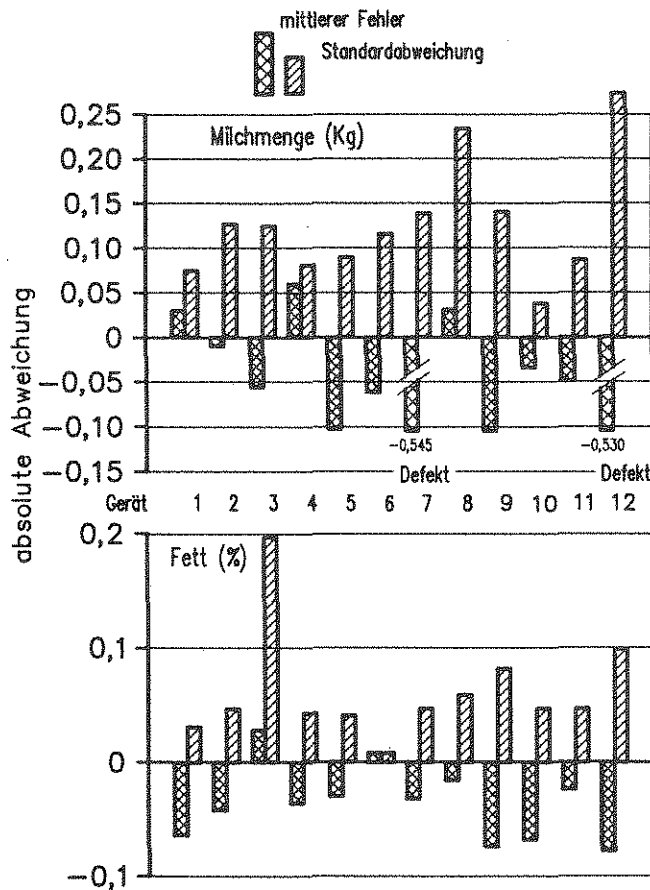


Abb. 3: Meßgenauigkeit von Milchmengenmeßgeräten (Gewichtserfassung, n = 5 - 8)

Die automatische Milchmengenmessung im Anbindestall befindet sich erst am Anfang und ist in praktischen Betrieben nur sehr selten installiert. Momentan wird nur ein Gerät angeboten, das nach dem Volumenprinzip mit einfacher Meßkammer und Schwimmersteuerung arbeitet. Ein anderes Fabrikat wurde wieder vom Markt genommen, da faktisch keine Nachfrage von Seiten der Landwirte bestand. Eigene Einsatzerfahrungen zeigen, daß gerade im Anbindestall mit erhöhter Schaumbildung zu rechnen ist und dadurch bedingt noch zu große Schwankungen in der Meßgenauigkeit auftreten.

Weitere Verbesserungen sind also erforderlich. Die Zukunft muß zeigen, ob nicht auf andere Meßprinzipien wie die Wägung von Portionen oder Durchflußmessung mit laufender Dichtebestimmung übergegangen werden muß.

### Automatische Tiergewichtserfassung

Für die Ermittlung des Erhaltungsbedarfes und zur Kontrolle einer bedarfsgerechten Fütterung ist die Kenntnis des Tiergewichts vonnöten. Für die automatische Ermittlung des Lebendgewichtes von Kühen sind z. Z. verschiedene Techniken verfügbar bzw. in Erprobung und Entwicklung (Abb. 4).

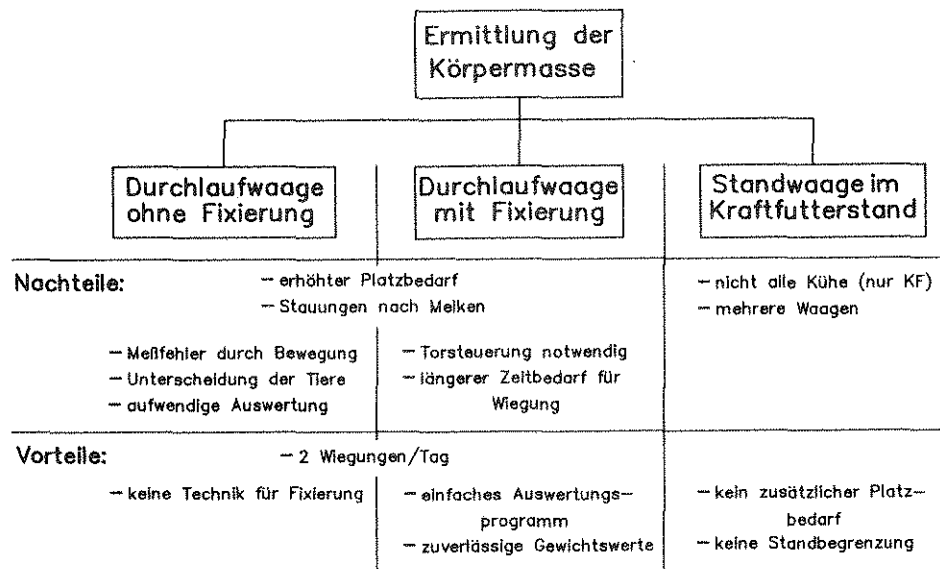


Abb. 4: Verfahren zur automatisierten Gewichtserfassung von Milchkühen

Mehrjährige Versuche zur automatischen Verwiegung von Kühen, Bullen und Kälbern mit Standwaagen in Kraftfutterstationen oder Tränkeständen wurden an der Landtechnik Weißenstephan durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, daß die Gewichtswerte einer Kuh sowohl innerhalb eines Tages als auch von Tag zu Tag mehr oder weniger stark (bis zu 60 kg) schwanken (4). Gründe dafür sind

- biologische Faktoren (Tagesrhythmus, unterschiedliche Magen-Darm-Füllung, Euterfüllungsgrad)
- unterschiedliche Besuchszeiten des Standes.

Die stark streuenden Gewichtswerte erfordern umfangreiche Auswerteprogramme, um zu aussagekräftigen Gewichtswerten zu gelangen. Das gleitendes 7-Tagesmittel eignet sich gut, um die zufälligen täglichen Gewichtsschwankungen auszugleichen.

Die Technik zur automatischen Gewichtserfassung in Form von elektromechanischen Waagen ist zwar vorhanden, aber der Investitionsbedarf ist noch sehr hoch, so daß derzeit eine automatische Verwiegung nur für den Versuchsbetrieb und nicht für den praktischen Betrieb in Frage kommt.

Um den Platzbedarf, die Unabhängigkeit von der Tiergröße und die Kosten zu senken, wird an der Landtechnik Weißenstephan versucht, über eine Teilwaage nur das Vordergewicht des Tieres zu erfassen und daraus das Gesamtgewicht zu berechnen. Bei Kühen liegt das Verhältnis von Vordergewicht zum Gesamtgewicht bei etwa 55 % (4).

## Schätzung der Grundfutteraufnahme

Um eine Kuh bedarfsgerecht füttern zu können, muß die Nährstoffversorgung aus dem Grundfutter bekannt sein. Es sind zwar Techniken zur automatischen Erfassung der Grundfutteraufnahme oder zur rechnergesteuerten Grundfutturvorgabe für das Einzeltier vorhanden, aber diese erfordern einen sehr hohen Investitionsbedarf und sind deshalb aus ökonomischen Gründen für den praktischen Betrieb nicht anwendbar. Deshalb versucht die Landtechnik Weihenstephan, mit Hilfe eines multivariaten Schätzprogrammes die Grundfutteraufnahme der Einzelkuh zu erfassen (9,13). Als Einflußfaktoren auf die Grundfutteraufnahme werden verwendet

- tierspezifische Daten (Körpermasse, Alter, Laktations- und Trächtigkeitsstand)
- futterspezifische Daten (Energiegehalt, Trockensubstanzgehalt, Art und Zahl der verwendeten Futtermittel)
- Daten zur Fütterungstechnik (Freßzeit, Art der Futturvorgabe, Futterreihenfolge).

Die bisherigen Ergebnisse mit diesem Schätzprogramm zeigen, daß

- innerhalb einer Herde große Unterschiede in der Grundfutteraufnahme bestehen,
- die Grundfutteraufnahme während der Laktation nicht konstant ist, sondern mit zunehmender Laktationsdauer zunimmt, und
- damit gegenüber dem bisher praxisüblichen Verfahren eine Nährstoffunterversorgung am Anfang der Laktation eher vermieden wird (Abb. 5).

Nach bisherigen Erfahrungen ist somit mit dieser Schätzmethode eine Verbesserung der Fütterung in der Milchviehhaltung mit geringem Aufwand möglich. Voraussetzung ist allerdings, daß Inhaltsstoffe und Qualität der Futtermittel bekannt sind.

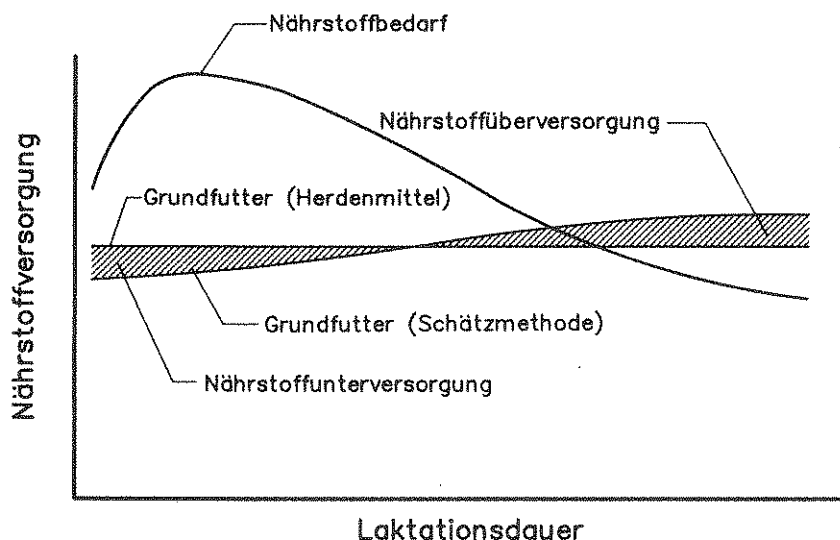


Abb. 5: Grundfutterschätzung zur Verbesserung der Milchviehfütterung



## 2.2 Rechnergestützte Prozeßüberwachung

Die Aufgabe der Mikroelektronik in der Prozeßüberwachung besteht darin,

- Beobachtungswerte und Meßwerte auf ihre Plausibilität hin zu überprüfen,
- mit Vorgaben oder allgemeinen Richtwerten ständig zu vergleichen und
- eventuelle Abweichungen entsprechend zu signalisieren.

Der Bereich der Überwachung ist im Vergleich zur rechnergesteuerten Fütterung noch nicht soweit entwickelt. Die Prozeßüberwachung muß sich auf folgende Bereiche erstrecken:

- Fütterung und Leistung (Futteraufnahme, Milchmenge, Milchinhaltsstoffe, Lebendgewicht)
- Tiergesundheit und Fruchtbarkeit (Termine, Körpertemperatur, Puls- und Herzfrequenz, Tieraktivität, Leitfähigkeit der Milch)
- Technik (Funktionsfähigkeit, Zuverlässigkeit, Genauigkeit).

Zur Überwachung hinsichtlich Leistung und Futter können die schon bei der rechnergestützten Fütterung erfaßten Daten herangezogen werden. In der Praxis finden derzeit nur einfache Überwachungsalgorithmen für die Milchleistung und den Kraftfutterabruf Verwendung. Dabei wird lediglich der aktuelle Tageswert mit dem Sollwert oder einem Mittelwert aus einer vergangenen Periode verglichen und bei größeren Abweichungen wird der Landwirt über geeignete technische Hilfsmittel (optische Anzeige oder Druckausgabe) darauf hingewiesen. Zukünftig muß jedoch auch die längerfristige Entwicklung in die Überwachungsroutinen eingebaut werden und es müssen die Einzelparameter miteinander verknüpft werden, um zu besseren und sicheren Aussagen zu gelangen. Zur Überwachung der Laktationsverläufe hat ZENGER 1990 (17) ein Verfahren ausgearbeitet, mit dem sich Leistungseinbrüche erkennen lassen (Abb. 6).

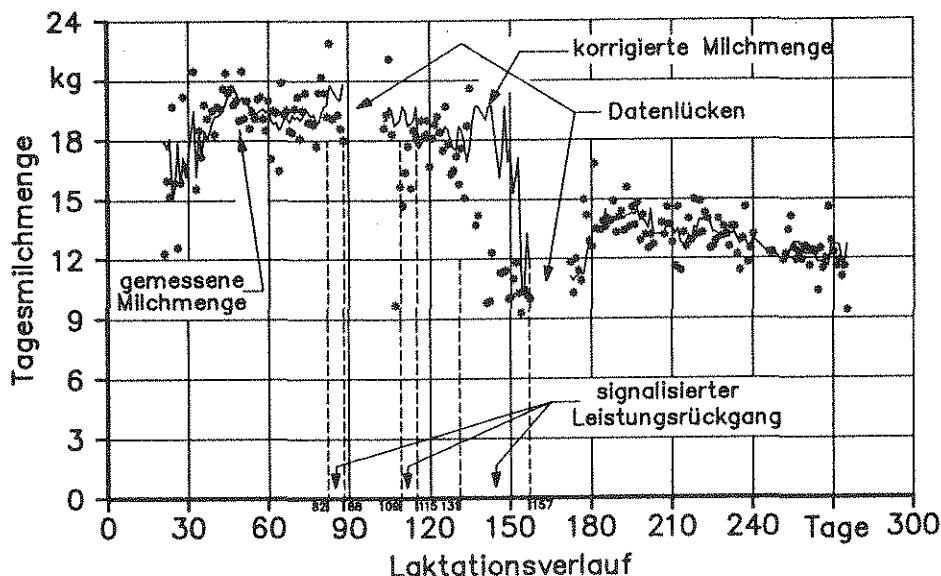


Abb. 6: Überwachung des Laktationsverlaufes von Kuh 130 in der 1. Laktation (ZENGER (17))

Der Bereich "Gesundheits- und Fruchtbarkeitsüberwachung" befindet sich erst im Entwicklungs- und Erprobungsstadium. In umfangreichen Versuchen haben sich für eine derartige Überwachung bei Milchkühen die Tierparameter Milchtemperatur, Leitfähigkeit der Milch, Puls- und Herzfrequenz und Tieraktivität als geeignet erwiesen (10). Eine Einführung in die Praxis erfordert aber praxistaugliche und kostengünstige Sensoren. Bisher wird für die Praxis nur eine Terminüberwachung durch die Herdenmanagementsoftware angeboten.

Eine zentrale Größe in der Gesundheits- und Fruchtbarkeitsüberwachung stellt die Körpertemperatur dar. Bisher wird als indirekte Größe die Milchttemperatur verwendet. Gelingt es jedoch, die Identifizierung mit der Erfassung der Körpertemperatur über injizierbare Transponder zu kombinieren, so wäre ein entscheidender Schritt in der Gesundheitsüberwachung aller Tiere erfolgt.

Zur Überwachung der Prozeßtechnik sind nur wenige Ansätze bekannt. Für die Überwachung der Milchmengenmeßgeräte hat ZENGER 1990 (17) ein Verfahren entwickelt, um Meßgerätefehler automatisch zu erkennen. Das Verfahren beruht darauf, daß täglich für jede Kuh die Abweichung des aktuellen Gemelks vom erwarteten Gemelk berechnet wird, und die jeweiligen Abweichungen den Melkplätzen zugewiesen werden. Aus dem Mittel der Abweichungen pro Melkplatz wird anschließend die gerätespezifische Abweichung vom mittleren Meßfehler errechnet.

### **2.3 Automatisierung der Milchviehhaltung**

Die Realisierung eines umfassenden rechnergestützten Systems zur weitgehend automatisierten Milchproduktion erfordert auch eine Automatisierung des Melkens. Mehrere Forschergruppen aus verschiedenen Ländern beschäftigen sich derzeit intensiv mit dieser Problematik (1). Aufgrund der vielfältigen technischen Schwierigkeiten und der agrarstrukturellen Begrenzungen werden derartige Systeme erst in einigen Jahren praxisreif sein. Vorsichtige betriebswirtschaftliche Untersuchungen kommen zum Schluß, daß unter günstigen betrieblichen Voraussetzungen der Einsatz des Melkroboters schon in mittleren Milchviehbeständen ab ca. 50 Kühen durchaus wirtschaftlich sein kann (5).

## **3. Wirtschaftliche Beurteilung der rechnergesteuerten Produktionshilfen**

Nachdem die für die Praxis verfügbaren Möglichkeiten rechnergesteuerter Produktionshilfen aufgezeigt wurden, soll anschließend die Frage der Wirtschaftlichkeit beantwortet werden. Dazu müssen die Kosten und die durch die verfügbare Prozeßtechnik erwarteten Leistungen gegenübergestellt werden.

### **3.1 Investitionsbedarf und Kosten**

Der Investitionsbedarf für die derzeit angebotene Prozeßtechnik in der Milchviehhaltung ist sehr unterschiedlich und hängt stark von der gewählten Ausstattung ab. Die nachfolgend genannten Preise beruhen im wesentlichen auf den Preisangaben eines namhaften Herstellers (Preise ohne MWSt.). Die Mitbewerber liegen bei gleicher Ausstattung auf etwa gleichem Preisniveau. Bei den Preiszusammenstellungen wurde immer darauf geachtet, daß soweit möglich ein integriertes Gesamtsystem zwischen Prozeßrechner und Betriebscomputer verwirklicht werden kann. Bei der Berechnung der Kosten wurden Jahreskosten von 22 % unterstellt (Nutzungsdauer 8 Jahre, 7 % Zins, 4 % Reparaturen, 2 % Betriebskosten).

### **Rechnergestützte Kraftfutterfütterung**

Der Investitionsbedarf für die automatisierte Kraftfutterzuteilung im Laufstall ohne Aufwendungen für Kraftfutterlagerung und -förderung liegt je nach Bestandesgröße und Anzahl der Kraftfutterstationen zwischen 600 und 300 DM/Kuh (Abb. 7). Dagegen ist eine Automatisierung der Kraftfutterzuteilung im Anbindestall wesentlich aufwendiger (zwischen 600 und 1000 DM/Kuh). Bei einer Bestandesgröße von 30 Kühen beträgt der spezifische Investitionsbedarf pro Kuh im Anbindestall ohne Identifizierung etwa 700 DM, im Laufstall mit Identifizierung etwa 450 bei einer Freßbox. Der Grund für den höheren Investitionsbedarf im Anbindestall liegt im größeren technischen Aufwand für den mobilen Verteilwagen und die Schienenaufhängung.

Nach den Unterstellungen errechnen sich somit Jahreskosten für die automatisierte Kraftfutterfütterung im Anbindestall zwischen 120 und 220 DM pro Kuh und für den Laufstall zwischen 60 und 130 DM pro Kuh.

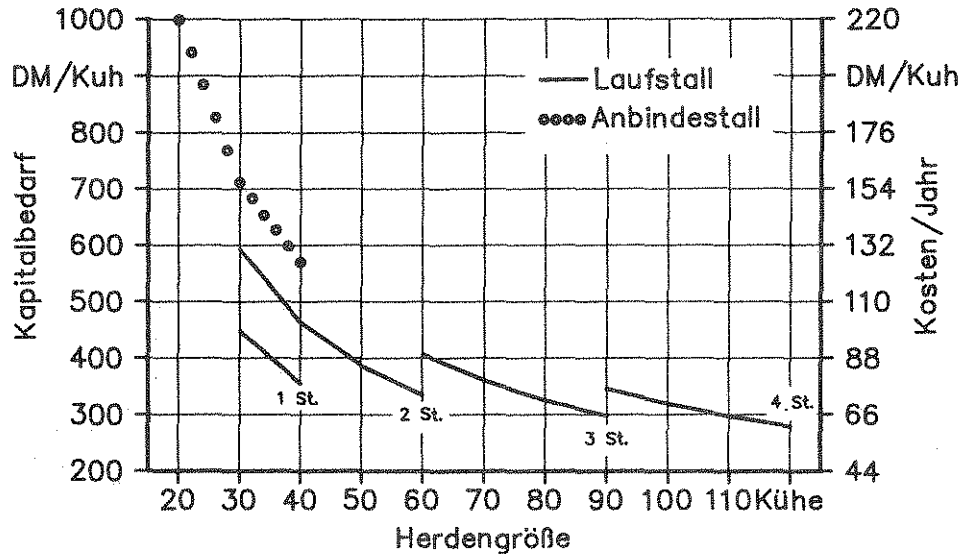


Abb. 7: Investitionsbedarf und Jahreskosten der rechnergesteuerten Kraftfutterzuteilung (Anbindestall ohne Identifizierung; ohne MWSt.; Preisstand III/91)

### Automatische Milchmengenmessung

Der Investitionsbedarf und die Jahreskosten der automatischen Milchmengenmessung hängen entscheidend von der Zahl der Melkzeuge ab. Deshalb verursacht der Anbindestall wesentlich geringere Aufwendungen als der Laufstall. Ferner kommt hinzu, daß im Anbindestall noch keine Identifizierung verfügbar ist, die Kuhnummer also von Hand eingegeben werden muß. Im Laufstall wurde für beide Melkstandarten jeweils eine Durchgangserkennung unterstellt.

In Abbildung 8 sind der Investitionsbedarf und die Kosten für die Milchmengenmessung zusammengestellt. Daraus wird folgendes ersichtlich:

- Je nach Melkstandart und Herdengröße beträgt der Investitionsbedarf für den Laufstall zwischen 300 und 1000 DM pro Kuh.
- Der gesamte Investitionsbedarf ist bei gleicher Zahl an Melkeinheiten nahezu identisch.
- Wird ein Autotandem- und ein Fischgrätenmelkstand mit etwa gleicher Melkleistung hinsichtlich Investitionsbedarf verglichen, so ist die Meßtechnik im Autotandemmelkstand bei 50 Kühen um etwa 100 DM pro Kuh preiswerter.
- Aufgrund der geringen Zahl an Melkeinheiten schneidet der Anbindestall wesentlich günstiger ab als der Laufstall (allerdings ohne Identifizierung).
- Die Jahreskosten der Milchmengenmeßtechnik belaufen sich im Laufstall auf etwa 100 bis 150 DM pro Kuh bei kleinen Herden und auf etwa 70 DM bei großen Herden, während im Anbindestall nur etwa 50 DM und weniger anzusetzen sind.

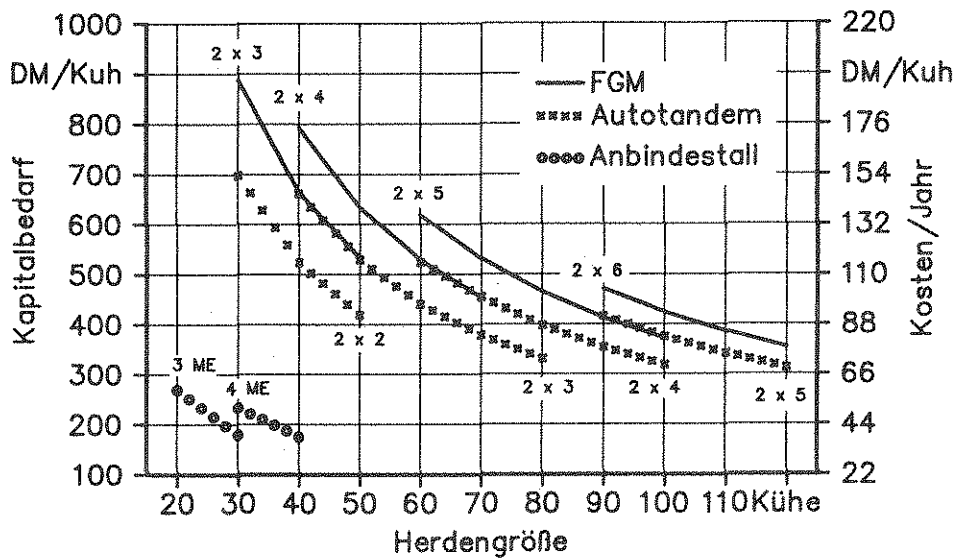


Abb. 8: Investitionsbedarf und Jahreskosten für die automatisierte Milchmengenmessung (Laufstall mit Anbindestall ohne Identifizierung; ohne MWSt. und Installation; Preisstand III/91)

### Betriebscomputer und Herdenmanagementsoftware

Wurde früher versucht, das gesamte Herdenmanagement auf dem Hauptprozeßrechner abzuwickeln, so setzt sich für diese Aufgabe der Personal Computer mit entsprechender Software mehr und mehr durch, obwohl die in der Praxis installierten und benutzten Stückzahlen noch nicht sehr groß sind. Der starke Preisrückgang bei Personal Computern wird jedoch diese Entwicklung weiter beschleunigen. Eine sinnvolle Arbeitsteilung zwischen Prozeßcomputer und Betriebsrechner ist in Abbildung 9 dargestellt.

Als Investitionsbedarf ist etwa zu veranschlagen:

- 2500 bis 5000 DM für Betriebscomputer
- bis zu 5000 DM für Kuhplaner je nach Ausbaustufe.

Wird für die Kostenberechnung unterstellt, daß von den Kosten für den Betriebscomputer nur 40 % der Milchviehhaltung zuzuschreiben sind, so entstehen durch Hard- und Software bei einer 5-jährigen Nutzungsdauer Gesamtkosten in Höhe von 1500 DM (30 % Jahreskosten). Im Vergleich zu den Kosten der automatischen Kraftfutterzuteilung und Milchmengenmessung sind die Hard- und Softwarekosten deshalb nur von untergeordneter Bedeutung.

### 3.2 Nutzen rechnergesteuerter Produktionshilfen

Der Nutzen, der durch die Prozeßtechnik erwartet wird, kann sowohl in einer Leistungssteigerung als auch in einer Einsparung von Produktionsmitteln bestehen. In Tab. 2 sind die erwarteten Nutzeffekte und deren Gründe zusammengestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß bestimmte Nutzeffekte durch mehrere Ursachen bedingt sind, bzw. sich gegenseitig verstärken.

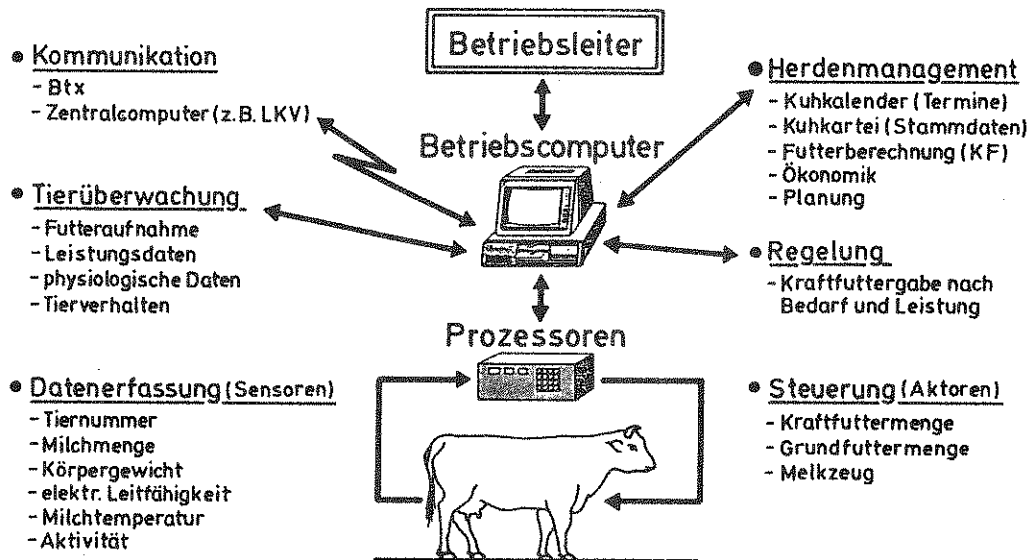


Abb. 9: Aufgaben des Betriebsrechners und Prozeßrechners in der Milchviehhaltung

Tab. 2: Nutzeffekte der Prozeßtechnik in der Milchviehhaltung

Nutzeffekte	Grund
Arbeitszeiteinsparung	- Wegfall der manuellen Verteilung des Kraftfutters
Kraftfuttereinsparung	- leistungsgerechte Kraftfütterzuteilung - durch Kraftfutter in kleinen Mengen höhere Grundfutteraufnahme
Verkürzung der Zwischenkalbezeit	- bessere Tierüberwachung durch Managementhilfen - verbessertes Fütterungsmanagement
Erhöhung der Milchhaltsstoffe (Fett, Eiweiß)	- Vermeidung einer zu großen energetischen Unterversorgung am Anfang der Laktation - höhere Rohfaseraufnahme
Verbesserung der Herdengesundheit	- bessere Vorbereitungsfütterung - weniger Stoffwechselkrankheiten
mentale Entlastung	- Übernahme von ständig wiederkehrenden geistigen Arbeiten durch Computer
besseres Herdenmanagement	- mehr Wissen über Einzeltier - mehr Transparenz in der Herde - intensivere Einzeltierkontrolle - gezieltere Selektion - wirtschaftlichere Produktion (Deckungsbeitrag/Kuh)

Aus der Literatur sind fast keine Untersuchungen bekannt, die den Nutzen der Prozeßtechnik in der Milchviehhaltung unter vergleichbaren Bedingungen genau quantifizieren, so daß nachfolgend mit praxisnahen Unterstellungen und mit unterschiedlichen Einsparungspotentialen bzw. Leistungssteigerungen gearbeitet werden muß. In Tabelle 3 wird versucht, bestimmte leichter zu quantifizierende Nutzeffekte monetär zu bewerten, wobei der Nutzen je nach Rationalisierungs- und Preisniveau unterschiedlich sein kann. Bei niedrigen Rationalisierungsreserven und niedrigen Bewertungssätzen und mittlerem Milchleistungsniveau kann nur mit einem Nutzen von 60 DM pro Kuh und Jahr gerechnet werden, im Extremfall jedoch mit bis zu 450 DM. Die dabei unterstellten hohen Rationalisierungsreserven sind durchaus nicht wirklichkeitsfremd, sondern lassen sich durch verschiedene Forschungsergebnisse belegen (5,6,11,12). Beispielsweise kann nach Auswertungen des LKV Bayern die Fettleistung um knapp 18 kg pro Jahr gesteigert werden, wenn von einer groben Kraftfütterzuteilung auf Zuteilung durch eine Kraftfutterabrufanlage übergegangen wird.

Tab. 3: Monetär bewerteter Nutzen der Prozeßsteuerung in der Milchviehhaltung

Nutzeffekt	Bewertung	Rationalisierungsreserven		
		gering	mittel	hoch
Arbeitszeiteinsparung		... weniger Arbeitsstunden		
	DM/Std.	1	2	3
	10	10	20	30
	20	20	40	60
	30	30	60	90
Kraftfuttereinsparung (40 DM/dt)		...% weniger Kraftfutter		
	KF-verbrauch (dt)	5	10	15
	7,5 (5000 kg)	15	30	45
	15,0 (6000 kg)	27	54	81
	23,5 (7000 kg)	40	80	120
Zwischenkalbezeitverkürzung		Verkürzung um ... Tage		
	DM/Tag	3	7	14
	0,5	2	4	7
	1,5	5	11	21
	3,0	9	21	42
Erhöhung des Fettgehaltes (6 DM/kg)		Erhöhung um ... %		
	Milchleistung kg	0,05	0,15	0,25
	5000	15	45	75
	6000	18	54	90
	7000	21	63	105
Erhöhung des Eiweißgehaltes (7,5 DM/kg)		Erhöhung um ... %		
	Milchleistung kg	0,05	0,1	0,2
	5000	19	38	75
	6000	23	45	90
	7000	26	53	105
Gesamtnutzen	gering	60	136	232
	mittel	91	202	339
	hoch	126	276	462

### 3.3 Gegenüberstellung der Leistungen und Kosten

Nach Quantifizierung der Kosten und Leistungen ist nunmehr eine Beantwortung der Frage nach der Wirtschaftlichkeit möglich. Wie aus Abb. 10 hervorgeht, entstehen je nach Herdengröße und Halteverfahren Kosten zwischen 150 und 350 DM pro Kuh und Jahr. Die Kostenverläufe für den Anbindestall und Laufstall sind nicht ohne weiteres vergleichbar, da im Anbindestall noch kein derart umfassendes Prozeßsteuerungssystem wie im Laufstall aufgebaut werden kann.

Bei nur geringen Rationalisierungsreserven kann selbst bei großen Herden kaum eine Wirtschaftlichkeit erreicht werden. In diesen Fällen muß der Landwirt kritisch beurteilen, ob der zusätzliche nicht monetär bewertete Nutzen (mentale Entlastung, besseres Herdenmanagement, bessere Herdengesundheit) so hoch angesetzt werden können, daß die Mehrkosten abzudecken sind. Bei mittleren Rationalisierungsreserven und mittleren Herdengrößen im Laufstall kann die Investition durchaus als positiv beurteilt werden, bei hohen Rationalisierungsreserven fast immer. Die Wirtschaftlichkeit ist umso eher gegeben, je größer die Kuhzahl ist und/oder je höher die Rationalisierungsreserven bzw. Leistungssteigerungen sind.

Bei der ökonomischen Beurteilung der Prozeßtechnik sollte jedoch nicht übersehen werden, daß nicht allein durch die Einführung der Prozeßtechnik bereits ein Zusatznutzen entsteht. Vielmehr verlangt die Prozeßtechnik auch bestimmte Betriebsleiterfähigkeiten im Umgang mit der Technik.

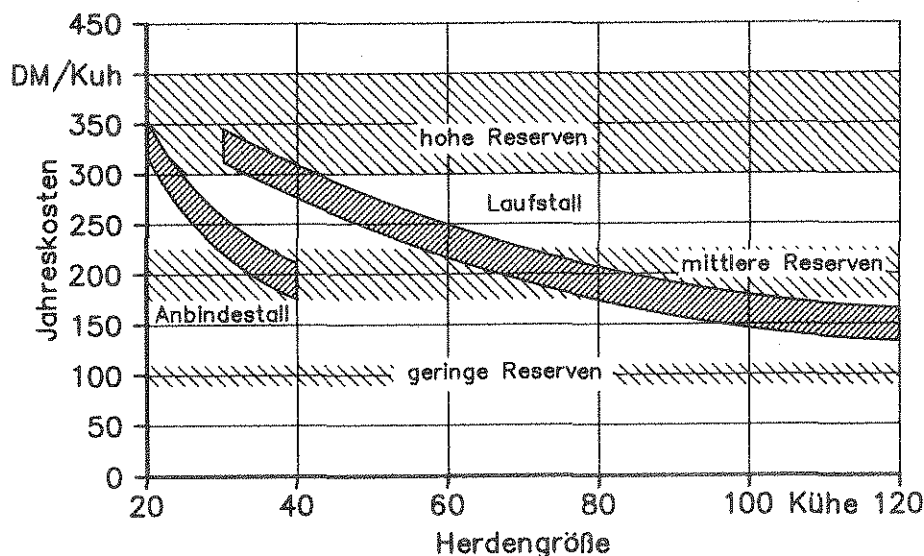


Abb. 10: Kosten und Leistungen rechnergesteuerter Produktionshilfen in der Milchviehhaltung (Krafftutterzuteilung, Milchmengenmessung, Herdenmanagement)

### 4. Zusammenfassung

Die Milchviehhaltung stellt für die Landwirtschaft einen wichtigen Einkommensfaktor dar. Um die Milcherzeugung effektiver zu gestalten, bietet sich der Einsatz der Prozeßtechnik an. Der elektronisch-technische Fortschritt hat Techniken geschaffen, mit denen ein leistungsbezogener Einsatz der Futtermittel, eine verbesserte Information über das Einzeltier und ein gezielteres Herdenmanagement möglich sind. Die Nutzung der neuen Techniken ist bisher im Laufstall eher verbreitet, wenngleich auch für den Anbindestall vergleichbare Lösungsansätze zumindest in Teilbereichen vorhanden sind. Bei Herdengrößen von 60 bis 70 Kühen sind für eine rechnergesteuerte Krafftutterfütterung, eine automatische Milchmengenmessung und für ein betriebscomputergestütztes Herdenmanagement im Laufstall

Jahreskosten in Höhe von gut 200 DM pro Kuh anzusetzen. Der durch die Prozeßtechnik verursachte Nutzen ist nur schwer zu quantifizieren. Nach den Unterstellungen kann jedoch davon ausgegangen werden, daß bei mittleren Rationalisierungsreserven und mittleren Herdengrößen eine Wirtschaftlichkeit gegeben ist.

## 5. Literatur

1. Artmann, R. u. D. Schillingmann: Konzepte und Entwicklungen zur Automatisierung des Melkens. VDI/MEG-Kolloquium, H. 9: Robotereinsatz in der Landwirtschaft am Beispiel des Melkens, Düsseldorf 1990, S. 45 - 69.
2. Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Bayer. Buchführungsergebnisse 1988/89.
3. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1990. Münster-Hiltrup 1990.
4. Engelhardt, K.: Experimentelle Untersuchungen zur automatisierten Tiergewichtserfassung bei Milchkühen, Mastbullen und Aufzuchtälbern. Dissertation, Weihenstephan 1990, MEG-Schrift 186.
5. Kaufmann, W.: Probleme bei der Fütterung von hochleistenden Kühen. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Okt. 1990, S. 3 - 10
6. Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern (LKV): Leistung- und Qualitätsprüfung in der Rinderzucht, Jahresbericht 1990.
7. Langbehn, C. u. H.-W. Wahlers: Chancen für den Melkroboter ? Milchpraxis 28(1990), Nr. 2, S. 92 - 95.
8. Pirkelmann, H., G. Wendl u. F. Wendling: Implantierte Chips sichern die Identität. Landtechnik 45 (1990), Nr. 10, S. 379 - 382.
9. Pirkelmann, H. u. G. Wendl: Elektronikeinsatz zur leistungsgezogenen Milchviehfütterung. Landtechnik 44 (1989), Sonderheft, S. 383 - 387.
10. Schlüsen, D. u. R. Bauer: Elektronische Hilfen zur Erkennung von Brunst und Krankheiten. Landtechnik 45 (1990), Nr. 10, S. 373 - 374.
11. Stumpenhausen, J. u. R. Artmann: Rechnergestützte Fütterung für Milchvieh in Lauf- und Anbindeställen - Stand, Bewertung, Entwicklung. Vortrag auf der BML-Arbeitstagung der Referenten für Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen, Freising-Weihenstephan, 15.-17.3.1988.
12. Stumpenhausen, J.: Verfahrens- und fütterungstechnische Untersuchungen zur Konzeption und Entwicklung eines computergestützten Herdenmanagementssystems für Milchkühe im Anbindestall und dessen ökonomische Bewertung. Landbauforschung Völkenrode, SH. 124, 1991.
13. Wendl, G. u. H. Pirkelmann: Erfahrungen mit rechnergestützten Fütterungsverfahren in praktischen Milchviehbetrieben. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik, Heft 5: Elektronikeinsatz in der Tierhaltung, Düsseldorf 1988, S. 50 - 65.
14. Wendl, G. u. H. Pirkelmann: Prozeßsteuerung für die Milchviehhaltung im Anbindestall. Landtechnik 45 (1990), Nr. 10, S. 375 - 379.



15. Wendl, G., H. Pirkelmann u. F. Wendling: Einsatz von injizierbaren Transpondern zur Tieridentifizierung in der Prozeßsteuerung bei Kälbern. Agrarinformatik Informationsverarbeitung Agrarwissenschaft, Bd. 20: Beiträge zur Tagung EDV-Anwendung in der Herden- und Gesundheitskontrolle Oktober 1990 in Bonn, Hrsg.: B. Petersen et al., Stuttgart: Ulmer, 1990, S. 23 - 29.
16. Worstorff, H.: Schaum als Störfaktor volumetrischer Milchmengenmessung. Landtechnik 44 (1989), Sonderheft, S. 387 - 390.
17. Zenger, X.: Methodische Ansätze zur computergestützten Überwachung der Milchleistung in der Milchviehhaltung. Dissertation, Weihenstephan 1990, MEG-Schrift 189.

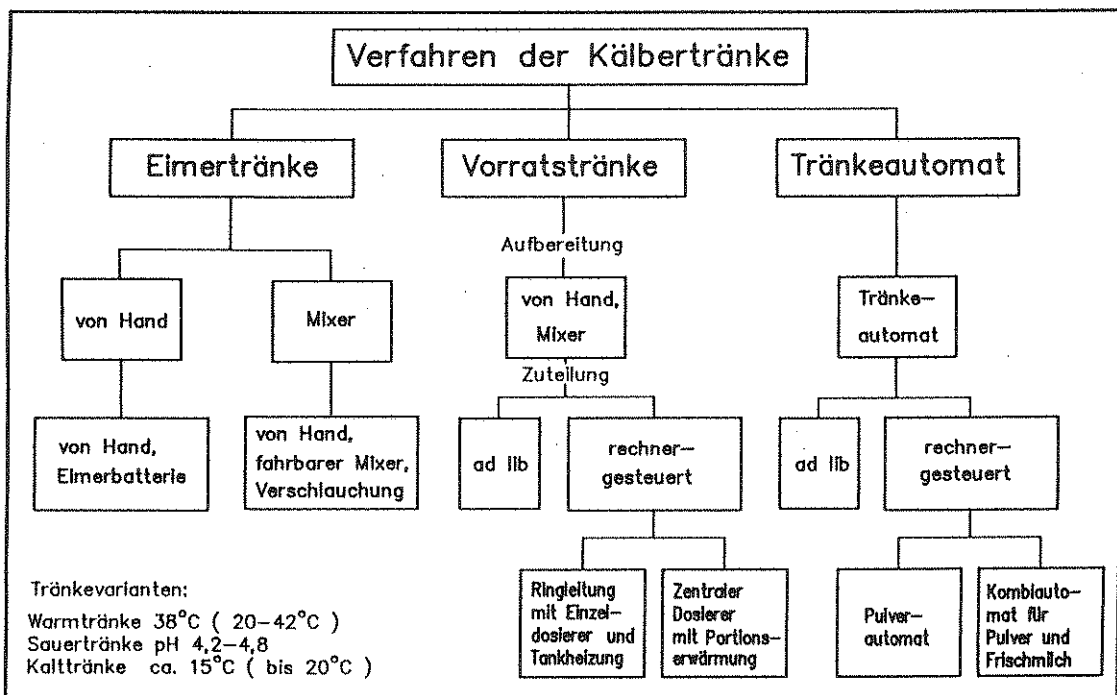
# Rechnergesteuerte Tränkeverfahren für die Kälberhaltung

Dr. H. Pirkelmann

Die erfolgreiche und verlustarme Kälberaufzucht hat wesentlichen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Milch- und Rindfleischproduktion. Um dieses Ziel zu erreichen, haben viele Einflußfaktoren wie erbliche Belastungen, die Vorbereitungs- und Fütterung der Mutter, der Geburtsverlauf und die Unterbringung der Kälber Auswirkungen. Vor allem aber ist die Tränke und Fütterung von ausschlaggebender Bedeutung. Neben den bekannten manuellen und teilmechanisierten Verfahren finden dazu immer mehr rechnergesteuerte Tränkeverfahren an Interesse. Sie ermöglichen durch die Teil- oder Vollautomatisierung nicht nur arbeitswirtschaftliche Vorteile, sondern durch die kontrollierte Aufbereitung und rationierte Vorlage eine noch bedeutsamere qualitative Verbesserung der Kälbersorgung. Auch kommt dieses Verfahren der naturnahen Haltung in Gruppen entgegen und erschließt damit vereinfachte Aufstallungsvarianten.

## 1. Verfahren der rechnergesteuerten Tränke

Rechnergesteuerte Tränkeverfahren haben sich aus der Kombination von ad lib-Automaten mit der elektronischen Tiererkennung und dem Fütterungscomputer entwickelt. Sie waren zunächst nur auf die Zuteilung von Milchaustauschertränke ausgerichtet. Durch technische Weiterentwicklung und die notwendig gewordene Einbeziehung verschiedener Tränkevarianten haben sich inzwischen mehrere Verfahrenslösungen herauskristallisiert. Eine Systematisierung der verfügbaren Tränketekniken ist in Abb. 1 dargestellt.



Tränkevarianten:  
Warmtränke 38°C ( 20–42°C )  
Sauertränke pH 4,2–4,8  
Kalttränke ca. 15°C ( bis 20°C )

Abb. 1: Tränkesysteme für die Kälberhaltung

Neben der Eimertränke ist dabei grundsätzlich in Vorratstränke und Tränkeautomaten zu unterscheiden. Die als Vorrat bereitgestellte Tränke aus Milchaustauschern erfordert einen separaten Arbeitsgang für die Aufbereitung, während der Tränkeautomat dies selbsttätig übernimmt und damit einen voll-

automatisierten Arbeitsablauf ermöglicht. Beide Techniken können ad lib oder mit Rechnersteuerung in jeweils 2 Gerätevarianten gefahren werden.

Den rechnergesteuerten Techniken lassen sich schwerpunktmäßig verschiedene Tränkevarianten zuordnen (Abb. 2). Der Tränkeautomat wird wegen der Auflösung des Milchpulvers, auch bei Einbeziehung von Vollmilch, immer mit Warmmilch gefahren, wobei je nach Ausgangsprodukt die Tränke süß oder sauer verabreicht werden kann. Die aus Milchaustauschern zubereitete Vorratstränke wird dagegen wegen der erforderlichen Konservierung vorrangig im sauren Milieu mit pH-

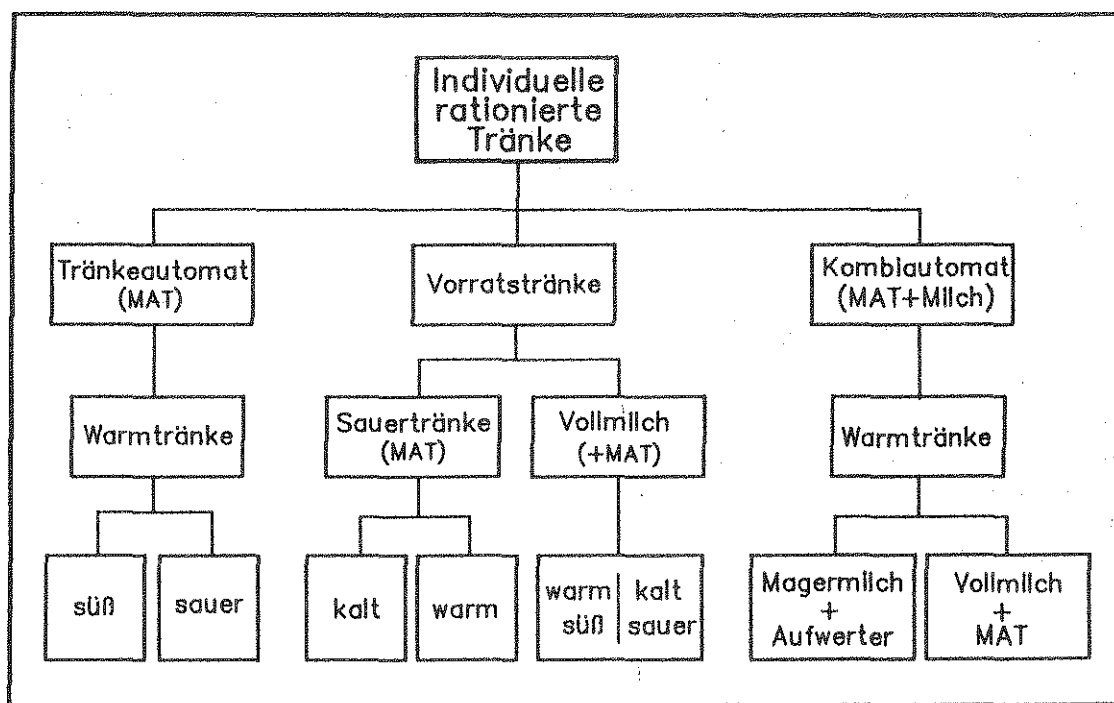


Abb. 2: Tränkesysteme mit rechnergesteuerten Automaten in der Kälberhaltung

Werten von 4,2-4,8 liegen. Einzubeziehen ist hier auch die Vollmilch oder sonstige Flüssigmilchprodukte, wobei die Wahl der Temperatur und des Säuregrades von der eingesetzten Tränketechnik bestimmt wird. Das Ansäuern dient in jedem Fall der Konservierung. Aus physiologischer Sicht ist es nicht unbedingt erforderlich, kann sich aber in Problemfällen zur Prophylaxe gegen Verdauungsstörungen und Durchfall positiv auswirken.

## 2. Techniken zur rechnergesteuerten Tränke

Zur rechnergesteuerten Verabreichung der Vorratstränke stehen 2 technische Lösungen zur Verfügung (Abb. 3). An einer am Vorratsbehälter angeschlossenen Ringleitung sind nach dem System Urban bis zu 6 Einzeldosierer und damit 6 Saugstellen anzuschließen. Beim Betreten des Tränkestandes wird über eine Lichtschranke die Förderpumpe eingeschaltet, das zugehörige Ventil geöffnet und der mit Füllstandsmessern ausgerüstete Dosierbehälter befüllt. Da sich Befüllung und Entnahme kurzzeitig überschneiden können, ist bei schnell saugenden Kälbern eine gewisse Beeinträchtigung der Dosiergenauigkeit möglich. Eine gewünschte Erwärmung der Tränke erfolgt im Vorratsbehälter, wobei sich die Temperatureinstellung immer auf den gesamten Vorrat bezieht.

Im Gegensatz dazu wird im System Förster die Portionierung der Tränke über einen zentralen Dosierer vorgenommen, wobei jeweils nur 1 oder 2 Sauger anzuschließen sind. Eine Pumpe fördert die Milch direkt oder über einen Wärmetauscher, also mit portionsweiser Erwärmung, in den Dosierbehälter. Die

Portionsgröße wird dabei über die Laufzeit der Förderpumpe in Verbindung mit Magnet- bzw. Rückschlagventilen bestimmt.

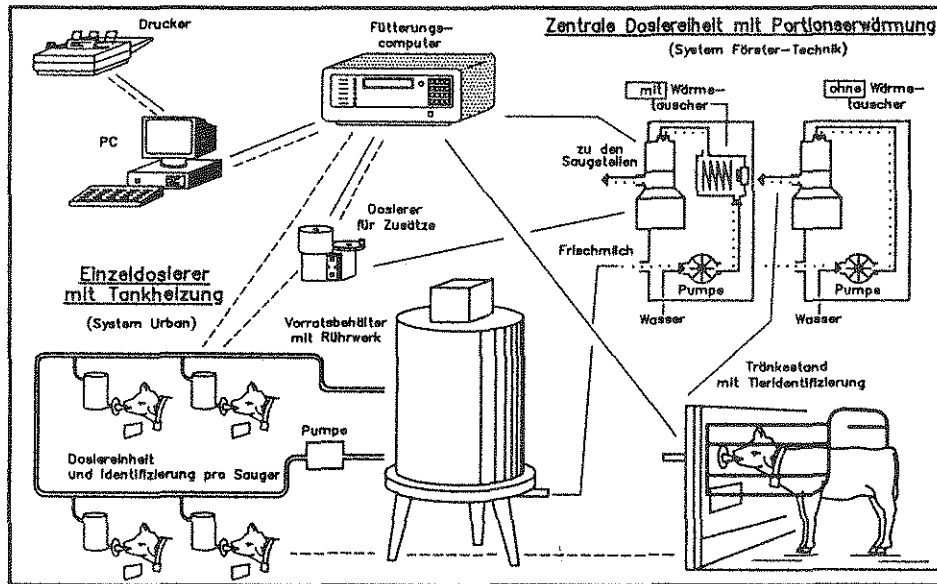


Abb. 3: Funktionsschema rechnergesteuerter Techniken zur Vorratstränke von Kälbern

Bei beiden Varianten ist der Vorratsbehälter mit einem Rührwerk versehen. Es ist mit einer Intervallschaltung ausgerüstet, um durch langsames, periodisches Rühren das Absetzen fester Milchbestandteile zu vermeiden. Zum Anrühren von Milchaustauschern sind höhere Rührgeschwindigkeiten einzustellen. Die Steuerung der Anlagen erfolgt über einen Fütterungscomputer. Die Anbindung an einen PC ist möglich.

Der Tränkeautomat übernimmt als zentrale Einheit die Aufbereitung und Dosierung der Milchaustauschertränke (Abb. 4). In der Version als Kombiautomat ist auch die Zugabe von Vollmilch in beliebigem Mischungsverhältnis bzw. als alleinige Tränke möglich. Dosierer für Futterzusätze ermöglichen auch die individuelle Verabreichung von Medizinalfutter oder sonstigen Futterstoffen.

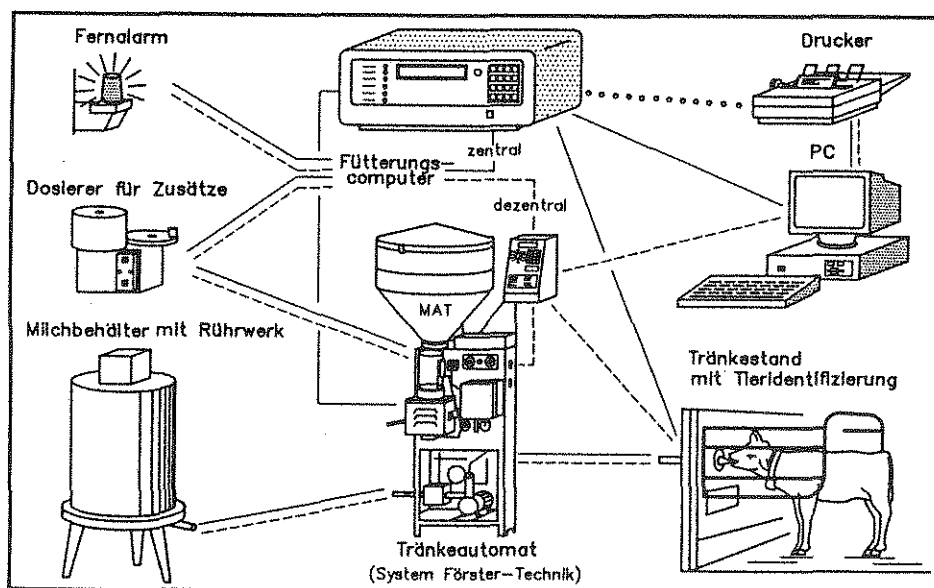


Abb. 4: Funktionsschema rechnergesteuerter Tränkeautomaten für die Kälberhaltung (Pulver- oder Kombiautomat)

Die Steuerung der Anlage kann wahlweise über einen zentralen Fütterungscomputer oder eine dezentrale Einheit, den sogenannten Stand alone erfolgen. Erstere sind identisch mit den Fütterungscomputern für die Kraffutterabruffütterung an Milchkühe und verwenden auch die gleichen Fütterungsprogramme. Sie können gleichzeitig mehrere Automaten ansteuern. Stand alone-Geräte sind dagegen auf einen Automaten ausgelegt. Sie besitzen speziell auf die Kälberhaltung ausgerichtete Fütterungsprogramme mit Zusatzfunktionen, die innerhalb einer Gruppe bis zu 3 Rationsgestaltungen hinsichtlich Konzentration und Menge zulassen, abgebrochene Besuche registrieren und durch Aufzeichnung der Trinkgeschwindigkeit Hinweise auf Störungen der Tiergesundheit zulassen.

Eine grundlegende Voraussetzung für rechnergesteuerte Tränkeanlagen ist die elektronische Tiererkennung. Bei der bisher üblichen Verwendung der am Halsband getragenen Transponder ist darauf zu achten, daß die Halsriemen dicht anliegen. Lose Enden werden besaugt und können zum Verdrehen der Bänder führen. Als neue technische Entwicklung stehen nunmehr injizierbare Transponder zur Verfügung. Sie lassen nach bisherigen Einsatzversuchen eine sichere Kennung und einfache Handhabung zu. In weiteren Entwicklungen sind auch ein umfassender Einsatz in der Organisation der Tierhaltung und Kombinationen mit Zusatzsensoren für die Erfassung physiologischer Parameter zu erwarten. Einem breiten Einsatz in der Praxis stehen jedoch noch ungelöste verwaltungstechnische und rechtliche Hindernisse im Wege.

### 3. Steuerungsprogramm und Auswirkung auf Tierverhalten

Nach Untersuchungen mehrerer Verhaltensforscher saugen Kälber in Abhängigkeit vom Alter an der Kuh 4 - 6 mal bei einer durchschnittlichen Saugdauer von etwa 10 Minuten. Dieses natürliche Saugverhalten kann ohne zusätzliche Arbeitsbelastung an rechnergesteuerten Tränkeautomaten nachvollzogen werden. Mit nahezu allen Fütterungsprogrammen kann heute eine beliebige Anzahl von Tränkezeiten vorgegeben werden. Dabei sollte davon ausgegangen werden, daß eine möglichst gleichmäßige Verteilung über den Tag erfolgt und pro Trinkzeit je nach Alter, nicht mehr als 2, maximal 3 Liter angeboten werden. Dies bedeutet, daß in der Aufzucht 2 - 4 Futterzeiten ausreichen (Abb. 5). Mehr Trinkzeiten bewirken, daß die Kälber zu ständiger Bewegung angeregt und die Ruhezeiten zu sehr gestört werden.

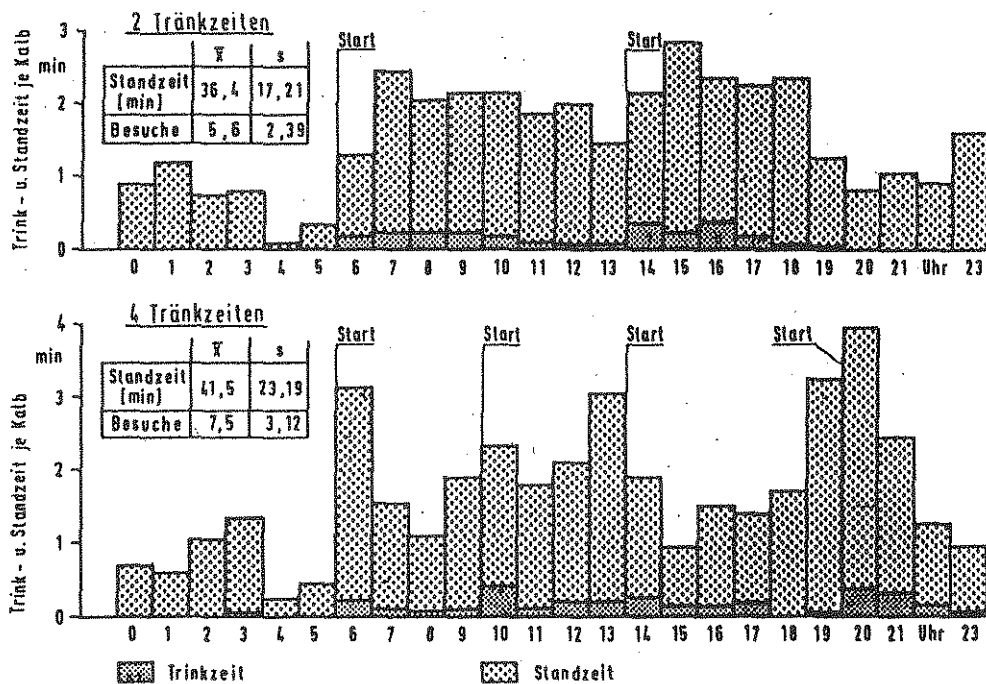


Abb. 5: Mittlere Trink- und Standzeit je Kalb in einem Tränkedosierautomaten bei unterschiedlichen Tränkezeiten

Da mit jeder Trinkzeit auch zusätzliche Belegzeiten der Tränkestände verbunden sind, können zu häufig bemessene Trinkzeiten auch zu einer unnötig hohen und ineffektiven Belegung der Sauger führen. Damit wächst das Risiko, daß rangschwächere Tiere zu kurz kommen oder aus dem Stand verdrängt werden. Andererseits sollte bei jeder Trinkzeit ausreichend Zeit zur Verfügung stehen, um den angeregten Saugreiz abreagieren zu können. Ist dies nicht möglich, so besteht die Gefahr zu Ersatzhandlungen wie gegenseitiges Besaugen oder Belecken von Stalleinrichtungen.

Die Kälber passen sich den Tränkeprogrammen sehr gut an. Gleitzeitprogramme bewirken eine gleichmäßige Belegung der Tränkestände über den Tag, lösen aber auch sehr viele Besuche aus (Abb. 6). Einer überhöhten Besuchsfrequenz kann durch Erhöhung der Mindestabrufmengen entgegengewirkt werden. Beim Festzeitprogramm besteht bei wenigen, gruppeneinheitlichen Futterzeiten die Gefahr eines überstarken Andrangs zu Beginn der Tränkezeit. Hier kann eine Einstellung von 3 - 4 Futterzeiten Abhilfe schaffen.

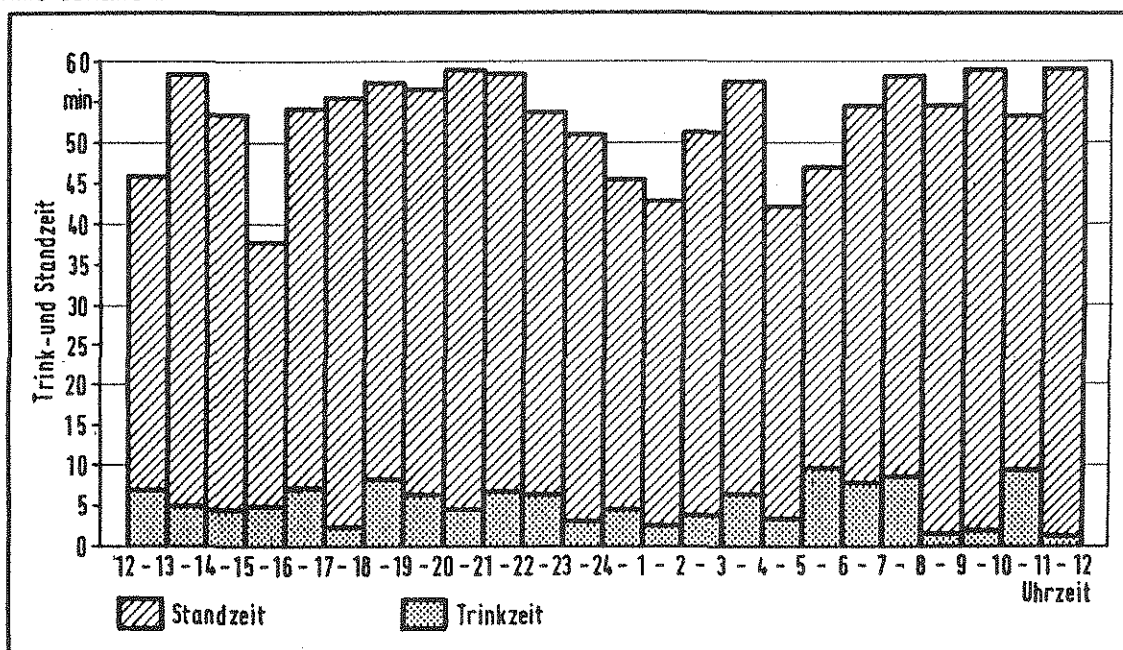


Abb. 6: Trink- und Standzeit von Kälbern in einem Tränkedosierautomaten mit Gleitzeitprogramm (24 Kälber pro Sauger)

Wünschenswert wäre dabei aber auch eine tierindividuelle Zeitwahl der Trinkperioden, so daß sich eine bessere Verteilung über den Tag ergibt. Die Tränkemenge hat wenig Einfluß auf die Belegung der Tränkeautomaten (Abb. 7).

Die Abrufquote ist an Tränkeautomaten generell sehr hoch. Probleme entstehen in der Regel nur bei kranken Tieren oder wenn die Bedienung bzw. Anordnung der Tränkestände nicht in Ordnung sind.

#### 4. Ausbildung und Anordnung des Tränkestandes

Neben dem Tränkeprogramm können sich auch die Anordnung und Ausbildung der Tränkestände auf das Tierverhalten auswirken. Grundsätzlich sollte im Eingangsbereich des Tränkestandes ausreichend Platz für den Tierwechsel zur Verfügung stehen. Bei Aufstellung der Automaten an Trennwänden ist daher eine diagonale Stellung des Tränkestandes zu empfehlen. Ein Rostboden um den Tränkestand verhindert einen überhöhten Mistanfall in diesem Bereich. Bei eingestreuten Ställen ist eine erhöht angeordnete, befestigte Standfläche mit einem Ablaufgully an der Frontseite zur Ableitung des abtropfenden Milchschaumes und von Spülwasser zu empfehlen.

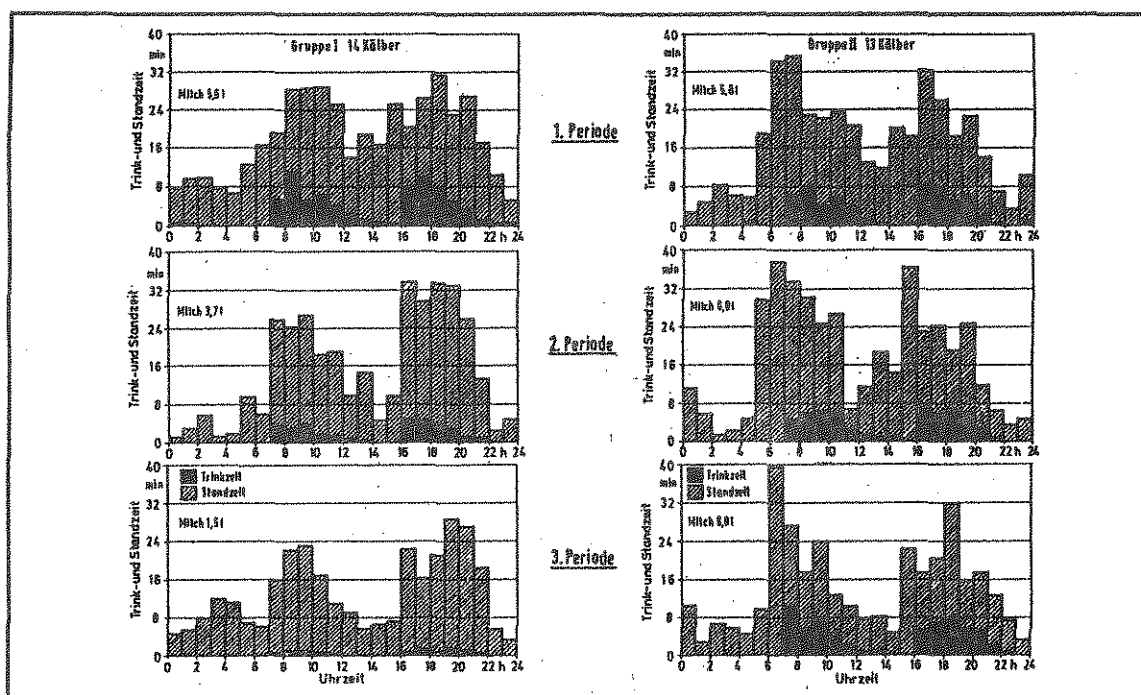


Abb. 7: Trink- und Standzeit von Kälbern in einem Tränkeautomaten mit Festzeitprogramm und unterschiedlichen Milchsolimengen (27 Kälber)

Der Tränkestand selbst kann mit kurzen oder langen Seitenwänden ausgestattet sein. Beim Kurzstand ist das trinkende Tier nur zum Teil in der Flanke geschützt und kann von nachdrängenden Tieren leichter herausgestoßen werden. Dies hat in einheitlichen Gruppen weniger Auswirkungen, da sich trinkende Tiere kaum verdrängen lassen und andererseits überlange Standzeiten vermieden werden. Bei Kälbergruppen unterschiedlichen Alters, wie sie in Milchviehbetrieben üblich sind, erscheint dagegen der lange Stand vorteilhafter. Er bietet vor allem den jüngeren Tieren einen besseren Schutz und sichert damit den programmierten Tränkeabruf auch bei den rangschwächeren Kälbern.

## 5. Erweiterung zur prozeßgesteuerten Anlage

Rechnergesteuerte Tränkeanlagen dienen in der aufgezeigten Standardausführung der rationierten Tränkevorgabe nach bekannten Futterplänen. In weiteren Ausbaustufen ist auch die Erfassung von Leistungskriterien und die Einbeziehung anderer Futterkomponenten möglich. Vom Funktionsablauf sind damit die Voraussetzungen für einen geschlossenen Regelkreis gegeben (Abb. 8).

Die automatisierte Tiergewichtserfassung ist über eine im Tränkestand eingebaute Waage zu realisieren. Sobald ein Tier zum Automaten kommt, wird auch die Lebendmasse registriert. Die bis zu 60 Werten pro Minute anfallenden Einzeldaten werden in einem Auswerteprogramm durch Vorgabe eines Referenzbereiches auf Plausibilität überprüft und nach jedem Besuch zu einem Mittelwert verrechnet. Am Tagesende wird aus den Besuchsmitteln ein Tagesmittelwert gebildet, der wiederum als gleitendes Mittel aus mehreren Tagen als Steuergröße für die Rationsbemessung herangezogen wird.

Die bedarfsgerechte Bemessung der Tränke wird durch die Kenntnis der Krafftutteraufnahme erleichtert. Die tierindividuelle Zuteilung ist durch modifizierte, von der Krafftutterabruffütterung an Milchkühe bekannte Automaten möglich. Die Ausdosierung muß allerdings der Verzehrsgeschwindigkeit der Tiere sehr sorgfältig angepaßt werden. Ansonsten besteht das Risiko, daß die ausgeworfenen Mengen nicht verzehrt und als Fehlinformation im Rechner gespeichert werden.

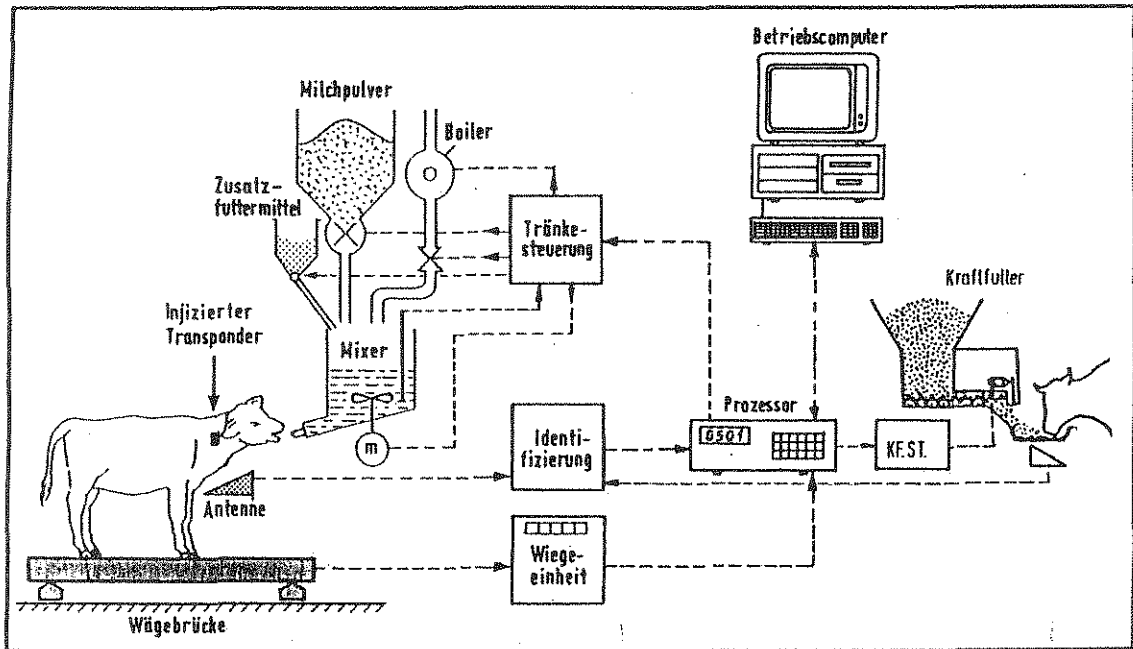


Abb. 8: System der prozeßgesteuerten Tränke von Kälbern

Als technische Alternative könnte ein mit einer Wiegevorrichtung gekoppelter Vorratsstrog dienen. Als Verzehrsmenge wird dabei die Differenz aus dem Anfangsgewicht beim Betreten und dem Endgewicht des ad lib angebotenen Futters beim Verlassen des Freßstandes registriert.

Bei allen Kraftfutterautomaten ergibt sich bei nur einer Freßstelle ein erschwertes Anlernen zur Kraftfutteraufnahme. Dies trifft insbesondere bei der Fresseraufzucht zu, wenn eine größere Gruppe gleichaltriger Tiere angewöhnt werden soll. Weniger kritisch ist dagegen die Situation in Milchviehbetrieben zu sehen. Bei der gemischtaltrigen Gruppe lernen die jüngeren Tiere die Bedienung des Automaten von den älteren.

Ein wesentlicher Vorteil der kontrollierten Kraftfutteraufnahme ist hinsichtlich der Tiergesundheitskontrolle zu erwarten. Nach Aussage der Ernährungsphysiologen wird nämlich bei gesundheitlichen Störungen die Grund- bzw. Kraftfutteraufnahme wesentlich früher als der Milchverzehr beeinflusst.

## 6. Programmierung der Fütterungscomputer

Die Fütterungscomputer ermöglichen die individuelle Rationsvorgabe und Registrierung der Verzehrsmengen. Die Bedienung kann nach folgenden Methoden erfolgen

- . manuell
- . nach Futteraufnahme (KF)
- . nach Futterkurve
- . nach Tiergewichtsentwicklung

Die Standardmethode stellt die manuelle Eingabe dar, wobei die Sollmengen jedem Tier einzeln oder in einigen Versionen auch für Tiergruppen mit einheitlichen Rationen programmiert und den jeweiligen Wachstumsphasen angepaßt werden. Eine Erleichterung stellen demgegenüber die nach Bedarfsnormen erstellten Futterkurven dar (Abb. 9). Dabei werden nur die Anfangs- und Endwerte der Ration pro Zeitintervall eingegeben. Die stufenweise Anpassung übernimmt das Fütterungsprogramm.



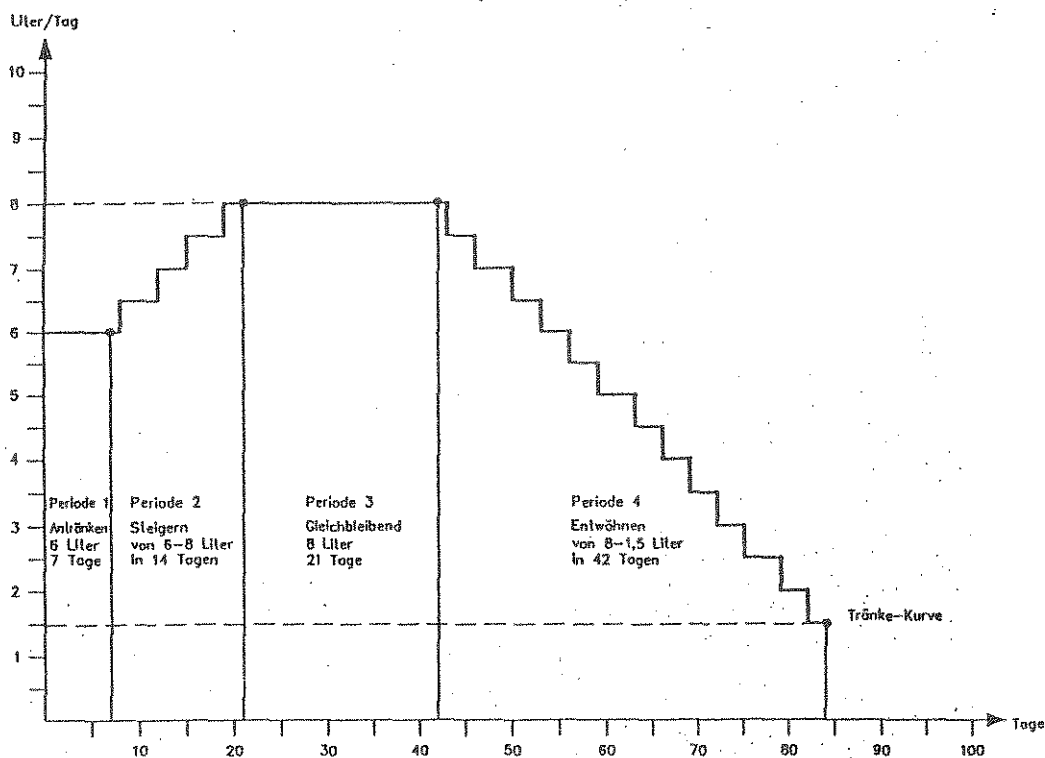


Abb. 9: Beispiel eines Tränkeplans nach Futterkurve mit frei programmierbaren Perioden (nach Förster-Technik)

Eine bessere tierindividuelle Rationsanpassung für Aufzuchtälber wäre über die Kenntnis des Kraftfuttermittelsverzehrs möglich. Eine hohe Kraftfuturaufnahme rechtfertigt eine entsprechende Reduzierung der Milchgabe ohne den Zuwachs zu gefährden und dient damit der Verminderung der Futterkosten.

Der gleiche Effekt ist über die Steuerung nach der Tiergewichtsentwicklung zu erzielen. Nach einem, in mehrjährigen Versuchseinheiten praktizierten System wird der aus der verabreichten Milchmenge mögliche Gewichtszuwachs errechnet. Geht die Gewichtszunahme über diesen Umsetzungswert hinaus, so ist eine zusätzliche Aufnahme an Grund- und Kraftfutter zu unterstellen. Nach vorwählbaren Grenzwerten ist damit eine selbsttätige Anpassung und Nachregelung ohne manuellen Eingriff möglich. Die Gewichtsentwicklung in einer Vergleichsgruppe zeigt, daß ohne Wachstumseinbrüche der Milchverzehr gegenüber der herdeneinheitlichen Rationsvorgabe deutlich eingeschränkt werden kann (Abb. 10). Eine Umsetzung dieser wünschenswerten Steuerungstechnik wird jedoch durch hohe Investitionen für die Wägetechnik wesentlich erschwert.

## 7. Arbeitswirtschaft und Kosten

Die Investitionen und Kosten der Tränkeautomaten sind vom Anlagentyp und der jährlichen Auslastung abhängig. Richtwerte für die im süddeutschen Raum vorherrschende Warmtränke sind in Tab. 1 aufgeführt. Dabei ist jeweils eine Saugstelle mit 30 Kälbern und 2 Saugstellen mit 50 Kälbern pro Automat unterstellt. Die Aufzuchtungskosten pro Kalb sind aus Jahreskosten von 20 % der Investition errechnet und bewegen sich je nach aufgezogener Kälberzahl zwischen 20 und 120 DM.

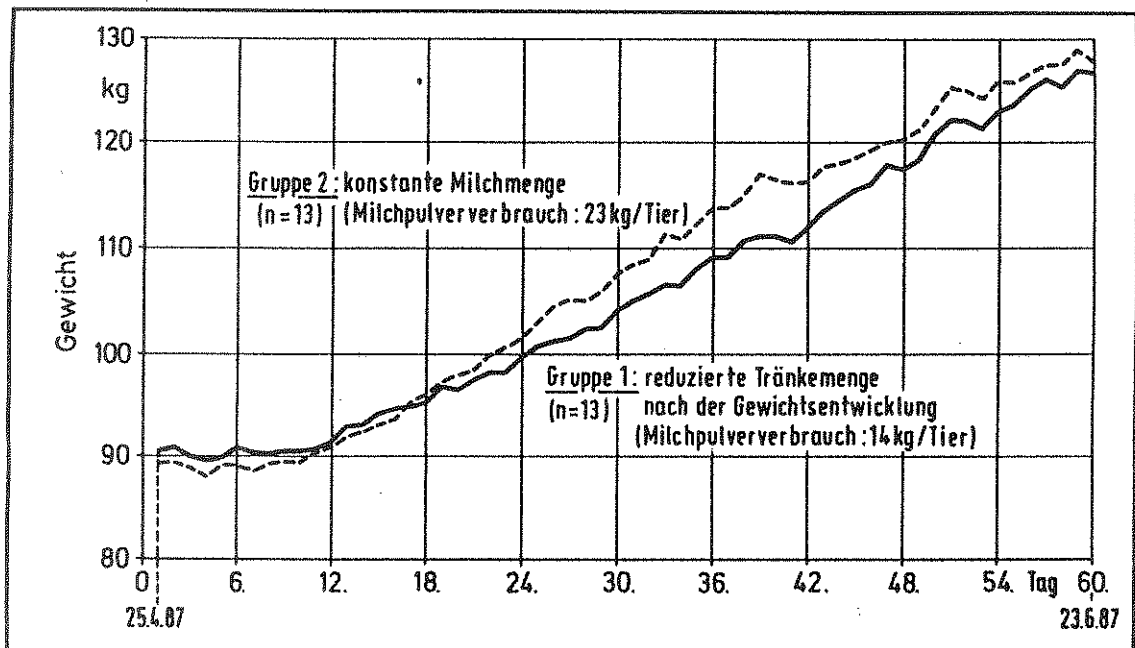


Abb. 10: Gewichtsentwicklung von Kälbern mit unterschiedlicher Tränkevorgabe

Diesem Kosten steht gegenüber der Handtränke eine Arbeitszeiteinsparung von 1 - 2 Akh pro Tier und Aufzuchtperiode und eine größere Flexibilität in der Arbeitserledigung gegenüber. Vorteile können sich wegen der exakteren Dosierung auch noch aus der Einsparung von Milchpulver und einer Reduzierung von Krankheiten durch die verbesserte Tierkontrolle ergeben. Auch wird in haltungstechnischer Sicht in Verbindung mit Einstreu eine vielseitige Nutzung von Alt- und Einfachgebäuden mit einem Minimum an Stalleinrichtungen erschlossen.

Tab 1: Richtwerte für Investitionen und Kosten von Tränkeautomaten  
(Warmtränke mit 1 und 2 Tränkestunden, incl. Montage)

Automatentyp	Belegdichte	Investition DM (o. MWSt)	Kosten pro Kalb (20 % von Inv.) bei ... Umtrieben			
			1 x	2 x	3 x	4 x
<u>Ohne Prozessor</u>						
Pulverautomat	1 x 30	10 500	70	35	23	18
	2 x 25	15 000	60	30	20	15
Vorratstränke warm (incl. Vorratsbehälter)	1 x 30	12 000	80	40	27	20
	2 x 25	17 000	68	34	23	17
Kombi (incl. Vorratsbehälter)	1 x 30	15 000	100	50	33	25
	2 x 25	20 000	80	40	27	20
<u>Mit Prozessor</u>						
Pulverautomat	1 x 30	14 000	93	47	29	23
	2 x 25	19 000	76	38	25	19
Vorratstränke warm (incl. Vorratsbehälter)	1 x 30	15 000	100	50	33	25
	2 x 25	20 000	80	40	27	20
Kombi (incl. Vorratsbehälter)	1 x 30	19 000	127	63	42	32
	2 x 25	24 000	96	48	32	24
<u>Stand alone</u>						
Pulverautomat	1 x 30	13 000	87	43	29	22
	2 x 25	17 000	68	34	23	17
Vorratstränke warm (incl. Vorratsbehälter)	1 x 30	13 000	87	43	29	22
	2 x 25	18 000	72	36	24	18
Kombi (incl. Vorratsbehälter)	1 x 30	17 000	113	57	38	31
	2 x 25	21 000	84	42	28	21

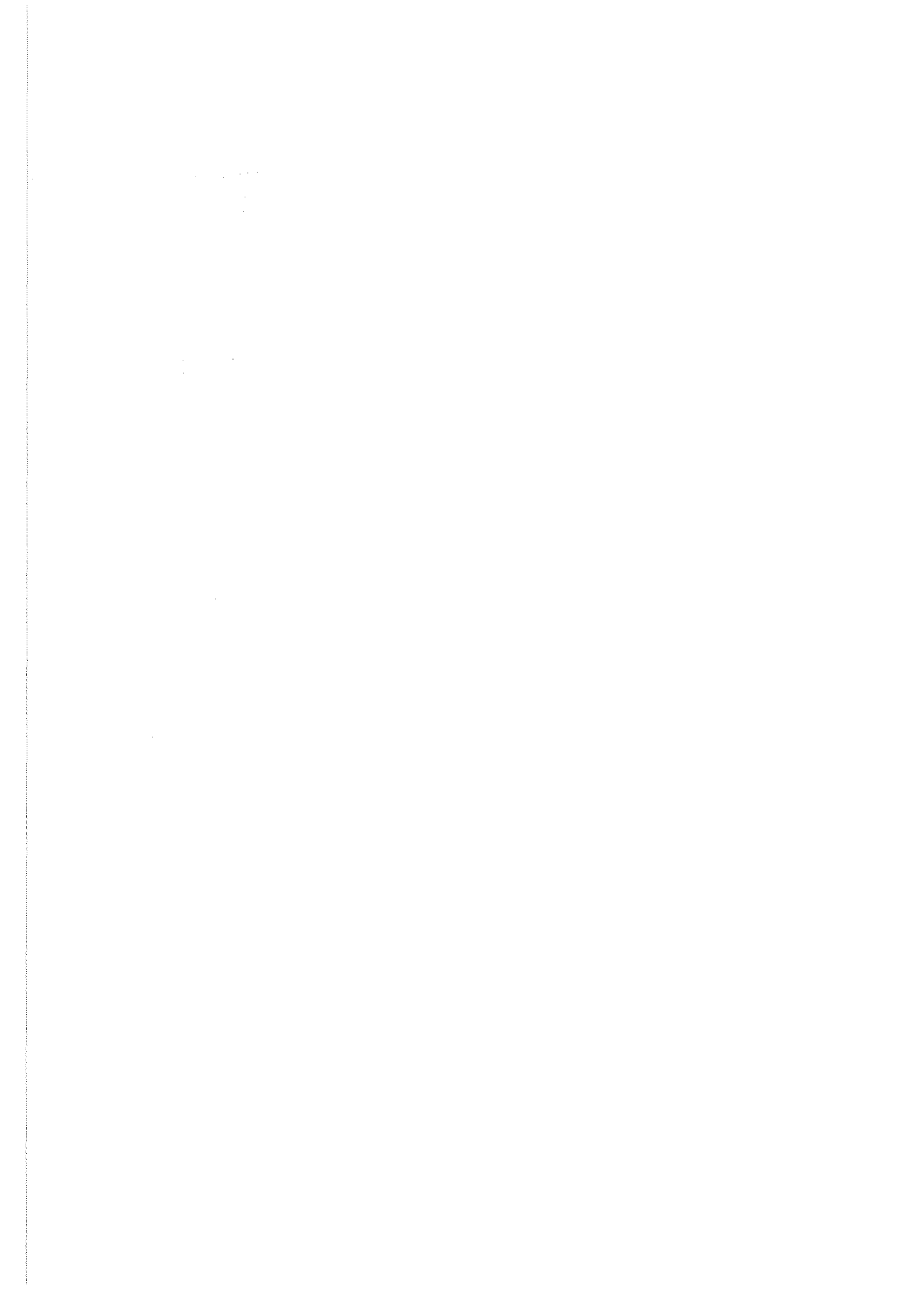
## 8. Zusammenfassung und Verfahrenseleordnung

Rechnergesteuerte Tränkeanlagen bieten die Chance einer naturnahen Kälberhaltung in Gruppen. Durch die elektronische Tieridentifizierung ist der Zugriff zum Einzeltier in der Rationsbemessung und Tierkontrolle gegeben. Die verfügbaren Tränkeprogramme ermöglichen eine gute Anpassung an das natürliche Saugverhalten. Bei sachgemäßer Handhabung ist ein gesicherter Tränkeabruf gewährleistet. In Verbindung mit Techniken zur automatisierten Erfassung der Tierleistung und zur Registrierung der Kraftfutterverzehrsmengen ist eine Weiterentwicklung der Steuerung zu geschlossenen Regelkreisen möglich.

Rechnergesteuerte Tränkeautomaten setzen wegen der erforderlichen Investitionen eine entsprechende Geräteauslastung für einen ökonomischen Einsatz voraus. Auf die Geräteauswahl hat die vorherrschende Tränkevariante Einfluß. Bei überwiegendem Einsatz von Flüssigmilch stellt die Vorratstränke die geeignete Lösung dar. Steht dagegen der Milchaustauscher im Vordergrund so verdient der Tränkeautomat wegen des vollautomatisierten Arbeitsablaufs den Vorzug.

## 9. Literatur

- Bothmer von, G.: Kälberaufzucht für Milch und Mast. DLG-Verlag Frankfurt (Main), 1988
- Finger, K.H. und H. Brummer: Beobachtungen über das Saugverhalten mutterlos aufgezogener Kälber. Dtsch. tierärztl. Wschr., 1969, H. 76, S. 665-667
- Graf, B., N. Verhagen und H.H. Sambras: Reduzierung des Ersatzsaugens bei künstlich aufgezogenen Kälbern durch Fixierung nach dem Tränken oder Verlängerung der Saugzeit. Züchtungskunde, 1989, H. 61, S. 384 - 400
- Heiting, N.: Abrufverhalten der Kälber am programmierten Tränkeautomaten. Versuchsbericht Lehr- und Versuchsanstalt Haus Riswick, Kleve, 1983
- Heiting, N.: Tränkeautomaten für Kälber - was sie können, was sie kosten. top agrar, 1990, H. 2, S. 26
- Metz, J.H.M. und P. Mekking: Reizqualitäten als Auslöser für Saugen bei Kälbern. KTBL Schrift 319, 1987, S. 228 - 236
- Pirkelmann, H.: Rechnergesteuerte Tränkeverfahren für Kälber. Landtechnik, 1981, H. 7/8, S. 369
- Pirkelmann, H.: Einsatz von Tränkedosierautomaten in der Kälberhaltung. Rinderwelt, 1983, H. 8, S. 8 - 12
- Reinhardt, V. und A. Reinhardt: Natürliche Säugegewohnheiten bei Kälbern. Landwirtsch. Z., 1980, H. 147, S. 866 - 867
- Sambras, H.H.: Gegenseitiges Besaugen von Kälbern bei künstlicher Aufzucht. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr., 1984, H. 97, S. 119 - 123
- Scheurmann, E.: Untersuchungen über Aktivität und Ruheverhalten bei neugeborenen Kälbern. Zuchthyg., 1974, H. 2, S. 58 - 68



## Naturnahe Haltungssysteme für Milchkühe

Prof. Dr. Dr. habil. J. Boxberger, Dr. B. Lehmann u. Dipl.-Ing. agr. L. Popp

### 1. Probleme der konventionellen Laufstallhaltung

Die Entwicklung heutiger Milchviehhaltungssysteme vor über 30 Jahren stand vorwiegend im Zeichen der Arbeitseinsparung. Als dabei der Kapitalbedarf, nicht zuletzt durch den Einbau aufwendiger Flüssigentmischungssysteme, bis über 10000 DM/Kuhplatz anstieg, setzte eine Sparwelle ein, in deren Rahmen alle Bau- und Einrichtungsteile einer intensiven Überprüfung auf Verbilligungsmöglichkeiten unterzogen wurden. Dabei kam es teilweise sogar zur Vernachlässigung einer mittelfristigen Funktionsfähigkeit.

Dies traf vor allem den als Standardsystem etablierten zwei- und dreireihigen Liegeboxenlaufstall für Herden mit mehr als 40 Kühen. Der Flächenbedarf liegt deutlich über dem des Anbindestalles, weil für die Bewegung der Kühe höhere Raumsprüche zu verzeichnen sind als für die Bewegung der Menschen bzw. Tierbetreuer.

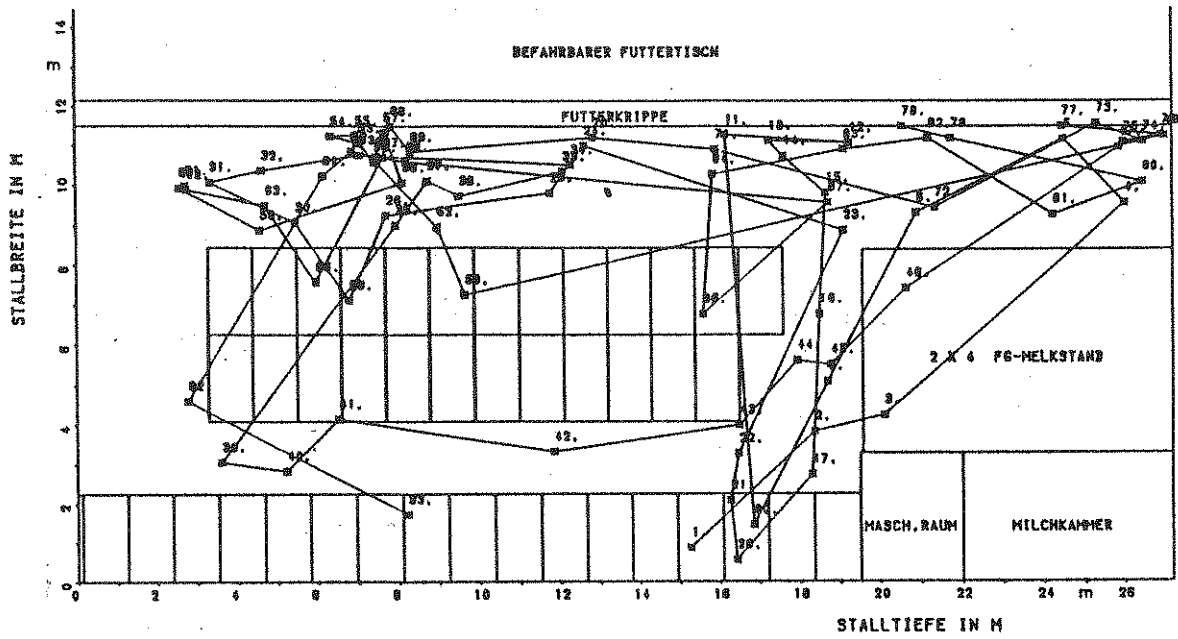
Neben Einsparungen wie z. B. Weglassen von Krippenschalen oder Wandfliesen, was zu erhöhtem Reinigungsaufwand und zu Korrosion führte, entdeckte man die Möglichkeit zur Flächenreduzierung im Tierbereich durch Verringerung der Boxenmaße, der Gangbreiten und durch Weglassen von Übergängen. Bei entsprechender Konsequenz waren beträchtliche Einsparungen von bis zu 24 % möglich (AUERNHAMMER (1), NACKE (13)).

Erst relativ spät in den 70er Jahren wurden die Bemühungen intensiviert, die Anforderungen der Kühe an die Stalleinrichtung wissenschaftlich zu untersuchen (z. B. LASSON (10), METZNER (12)) und auch Raumsprüche zu formulieren (BOCKISCH (3), WANDER (18), POTTER U. BROOM (16), METZ U. MEKING (14)).

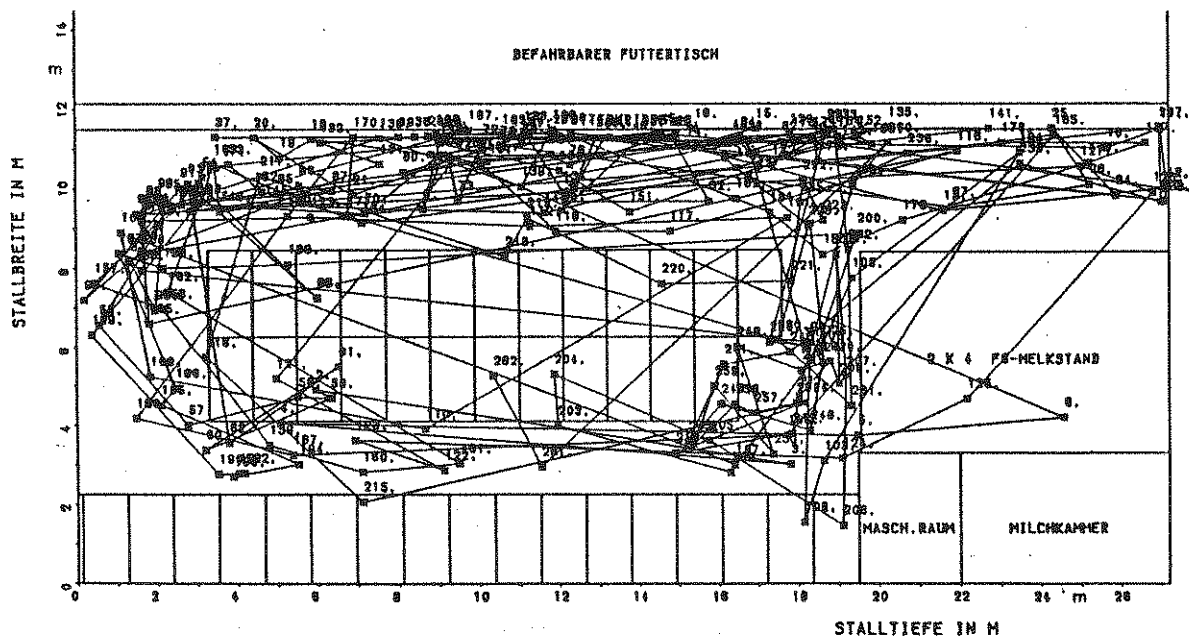
Bei der Erfassung der verschiedenen Verhaltensparameter brachte u. a. die Wegstreckenanalyse besonders eindrucksvolle Unterschiede. Während die täglich zurückgelegte Wegstrecke der Kuh in der oberen Bildhälfte (Abb. 1) nur knapp 300 m ausmacht, liegt die Wegstrecke der Kuh im unteren Bild bei fast 1200 m. Die kontroverse Deutung des Unterschiedes, nämlich ob die Ursache durch das Stallsystem oder durch das Individuum ausgelöst wird, veranlaßte KRÄCKL (9) zu dem Versuch, drei Einzeltiere einer Herde aus dem Liegeboxenversuchsstall herauszunehmen und in Einzelboxen ohne bzw. fast ohne Sozialkontakt aufzustellen.

Wie der Grundriß zeigt, handelt es sich um geräumige, eingestreute Boxen mit 20 m<sup>2</sup> Innenfläche und einer überdachten Veranda mit 13-14 m<sup>2</sup> (Abb. 2). Die Boxen waren windgeschützt, jedoch nicht wärmeisoliert. Die Versorgung mit Wasser und Futter erfolgte für jede Kuh separat.

Während im Mittel im Liegeboxenlaufstall die täglichen Wegstrecken aller Tiere eines Versuchstages 650 m betragen, gingen die Wegstrecken der drei Versuchskühe auf 100 bis 180 m/Tag zurück (Abb. 3, schraffierte Säulen). Sie verringerten sich also beträchtlich, wobei die individuellen Unterschiede gering zu sein scheinen. Demnach ist das Initialmoment für die hohen täglichen Wegstrecken im Sozialverhalten und nicht vorrangig beim Individuum zu suchen. Da aber das natürliche Sozialverhalten nicht negativ eingestuft werden kann, dürften die hohen Wegstreckendifferenzen auf die Stallraumföblierung in Verbindung mit den Rangordnungsunterschieden der Tiere zurückzuführen sein.



Gesamtstrecke 294 Meter, 93 Positionen



Gesamtstrecke 1166 Meter, 262 Positionen

Abb. 1: Tägliche Wegstrecken von 2 Kühen im Liegeboxenaufstall.

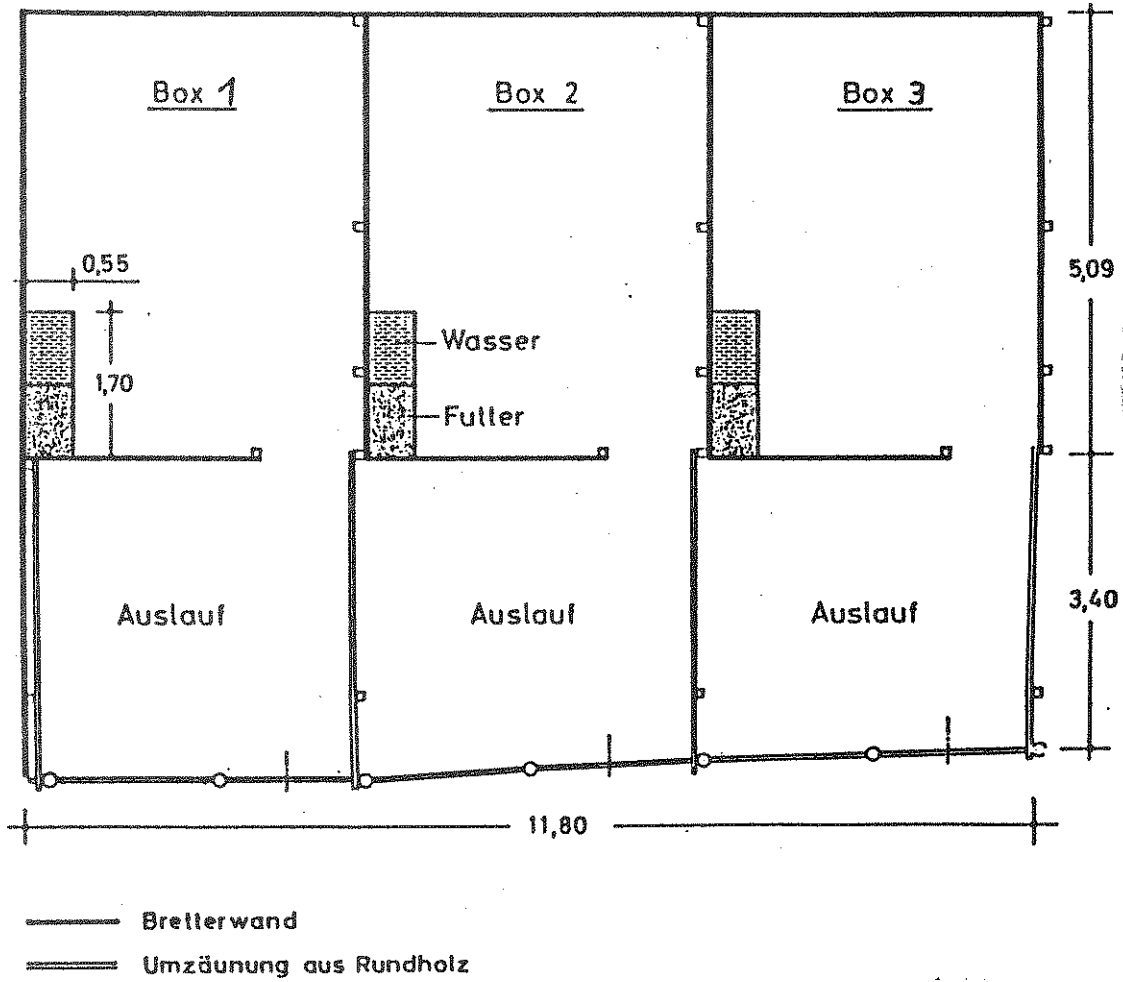


Abb. 2: Versuchsboxen mit Auslauf in einem nicht wärmegeämmten Gebäude (KRÄCKL (9)).

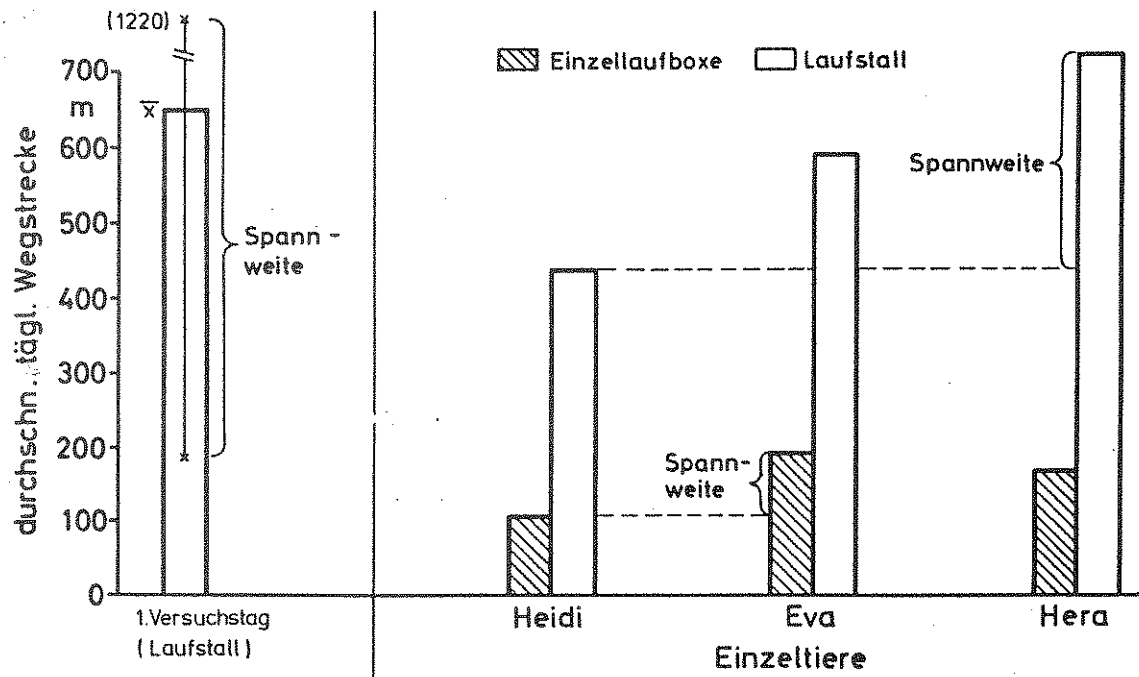


Abb. 3: Wegstreckenvergleich von 3 Kühen in Einzellaufboxen und im Laufstall (KRÄCKL (9))



## Anforderungen der Kühe

Entgegen der geschilderten tatsächlichen Entwicklung der heutigen Stallsysteme für Milchkühe, nämlich die Systeme ausschließlich nach arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten einzurichten, erscheint es logisch, die Anforderungen der Tiere zu ermitteln und auf dieser Basis naturnahe Haltungssysteme aufzubauen.

Aus dem Gesamtverhalten im vorher beschriebenen Versuch ergab sich hinsichtlich der Anforderungen der Kühe ein interessanter Aspekt, nämlich die Nutzung der Räume, d.h. des geschlossenen Innenraumes mit den Versorgungseinrichtungen und der überdachten und ebenfalls eingestreuten Veranda (Abb. 4). Zwei der Kühe hielten sich über 80 % der Tageszeit im Auslauf entweder stehend oder liegend auf. Das dritte Tier brachte es auf eine Aufenthaltsdauer im Auslauf von rund 600 min bzw. 42 %. Dies zeigt eindeutig die Bevorzugung des Auslaufes, denn ein Teil des Aufenthaltes (~ 20 %) in der geschlossenen Boxe war durch die Nahrungs- und Wasseraufnahme sozusagen erzwungen. Da im Bereich des Auslaufes Sozialkontakt möglich war, kann das Verhalten einerseits darauf, andererseits auf den intensiven Außenklimakontakt (Jahreszeit: Winter) oder auf beides zurückgeführt werden.

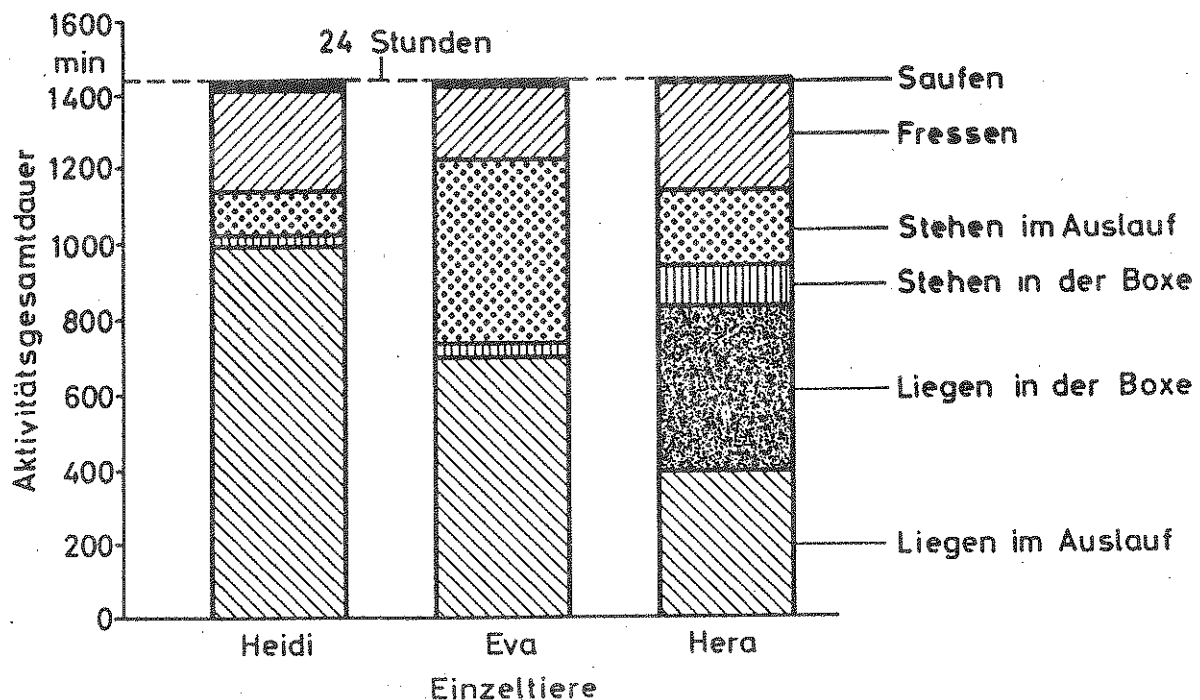


Abb. 4: Aktivitätsverteilung in Einzelboxen am Beispiel von 3 Kühen (1. Versuchstag, KRÄCKL (9))

Die in diesem Versuch sichtbare Präferenz für das Außenklima bzw. den Außenklimakontakt zeigte sich auch in Untersuchungen des Verhaltens von Jungrindern, die KOCH (8) in Völkensrode durchführte. In diesen Untersuchungen hatten die Rinder die Möglichkeit, verschiedenen Aufenthaltsbereiche in und außerhalb des Stallgebäudes frei zu wählen.

In Variante D wurde der Bereich mit Tiefstreu im Stall mit über 50 % zum Aufenthalt bzw. mit über 40 % zum Liegen bevorzugt. Als in Variante E die Tiefstreu im Stall nicht mehr verfügbar war, gewann die windgeschützte Tiefstreulfläche im Wald mit über 45 % durch liegende Tiere die überwiegende Attraktivität. Die geschützte Stallfläche mit harten Böden konnte an Attraktivität für das Liegen trotz des Wegfalles der eingestreuten Liegefläche im Stall kaum zugewinnen.

Beobachtungen in der Praxis haben darüber hinaus gezeigt, daß bei Wahlmöglichkeit dem nicht unterteilten Liegebereich mit Einstreu der Vorzug vor dem Stallbereich mit Liegeboxen gegeben wird.

Als Zwischenbilanz lassen sich aus den beiden Versuchen drei Folgerungen ableiten:

1. Der Aufenthalt außerhalb des Stalles bei "Nicht-Liegeaktivitäten" überwiegt (Versuchsvariante D).
2. Der Außenklimaeinfluß wird von den Tieren geschätzt oder zumindest nicht als negativ empfunden.
3. Die eingestreuten Liegeflächen werden eindeutig bevorzugt.

Der Einfluß des Außenklimas wird von Verhaltensforschern sogar als notwendig angesehen, da durch den Klimareiz gesundheitliche Verbesserungen zu erwarten sind. Abgesehen davon ist das Außenklima in der Regel besser als das Stallklima.

Andererseits sind Rinder mit einem bemerkenswerten Temperaturoptionsvermögen ausgestattet, das ihnen einen durchaus behaglichen Aufenthalt im Freien unter bestimmten Bedingungen sichert. Aus Untersuchungen der Hauttemperaturen in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur (NICHELMANN (15)) geht hervor, daß die Hauttemperaturen sich den Temperaturbedingungen der Umgebung anpassen.

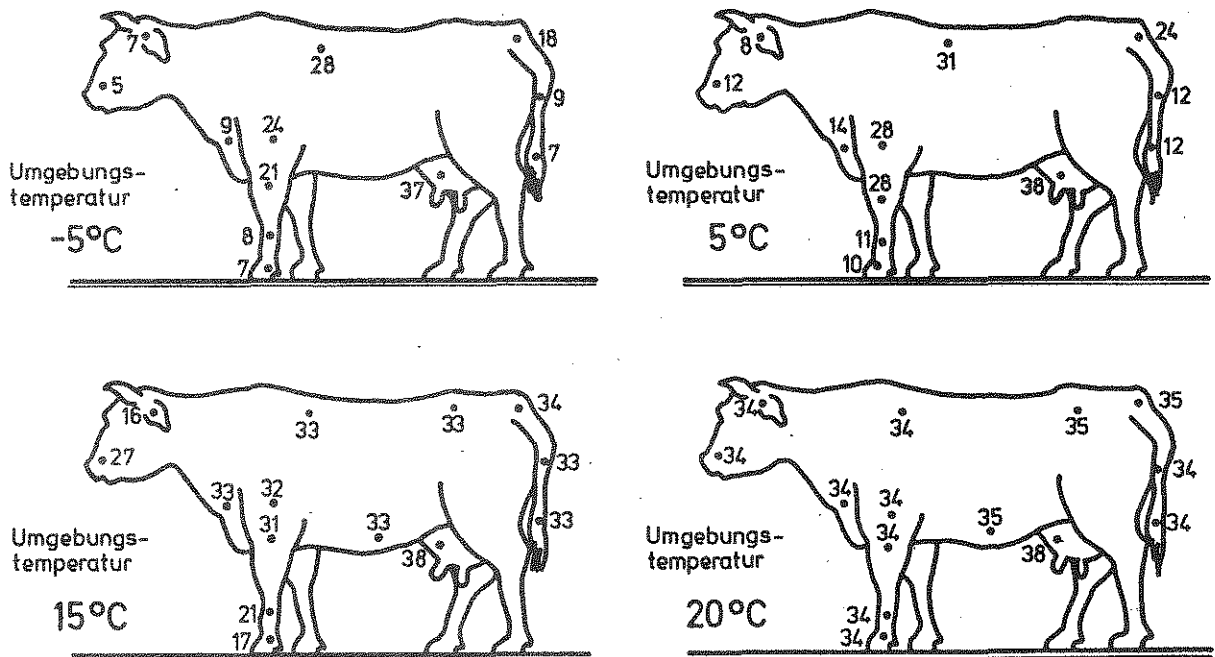


Abb. 5: Hauttemperaturen beim Rind in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur (nach NICHELMANN (15))

NICHELMANN (15) hat an Rindern Hauttemperaturen bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen gemessen (Abb. 5). Bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C liegen die Hauttemperaturen bei 34-35 °C. Bei einer Umgebungstemperatur von -5 °C gehen die Hauttemperaturen an Kopf, Schwanz und Extremitäten auf 5-9 °C, am Rumpf auf 18-28 °C zurück. Dieser Rückgang der Hauttemperatur drosselt die Wärmeabgabe, indem der Temperaturgradient zumindest an kritischen Stellen etwa gleich bleibt (bei 20 °C  $\Delta t \sim 14$  K, bei -5 °C  $\Delta t \sim 10-14$  K an den Extremitäten). Am Rumpf ändern sich die Hauttemperaturen um 6-8 K. Lediglich am Euter bleiben die Hauttemperaturen nahezu gleich.

Daraus läßt sich ableiten, daß beim stehenden Rind bei tiefen Umgebungstemperaturen durch Luftströmungen erhöhte Wärmeentzüge stattfinden, die durch partielle Unterkühlung speziell der Eutergesundheit schaden können. Die Aufenthaltsplätze sollten daher grundsätzlich windgeschützt sein bzw. es sollte die Möglichkeit des Rückzuges auf windgeschützte Plätze gegeben sein.

Bei Liegeplätzen muß neben dem Windschutz auch die Bodengestaltung berücksichtigt werden. Aus den geschilderten Zusammenhängen zwischen Haut- und Umgebungstemperaturen ist zu erwarten, daß neben einer gewissen Elastizität oder Plastizität der Liegefläche thermische Ansprüche bestehen, die bei tiefen Temperaturen einen geringen Wärmeentzug gewährleisten.

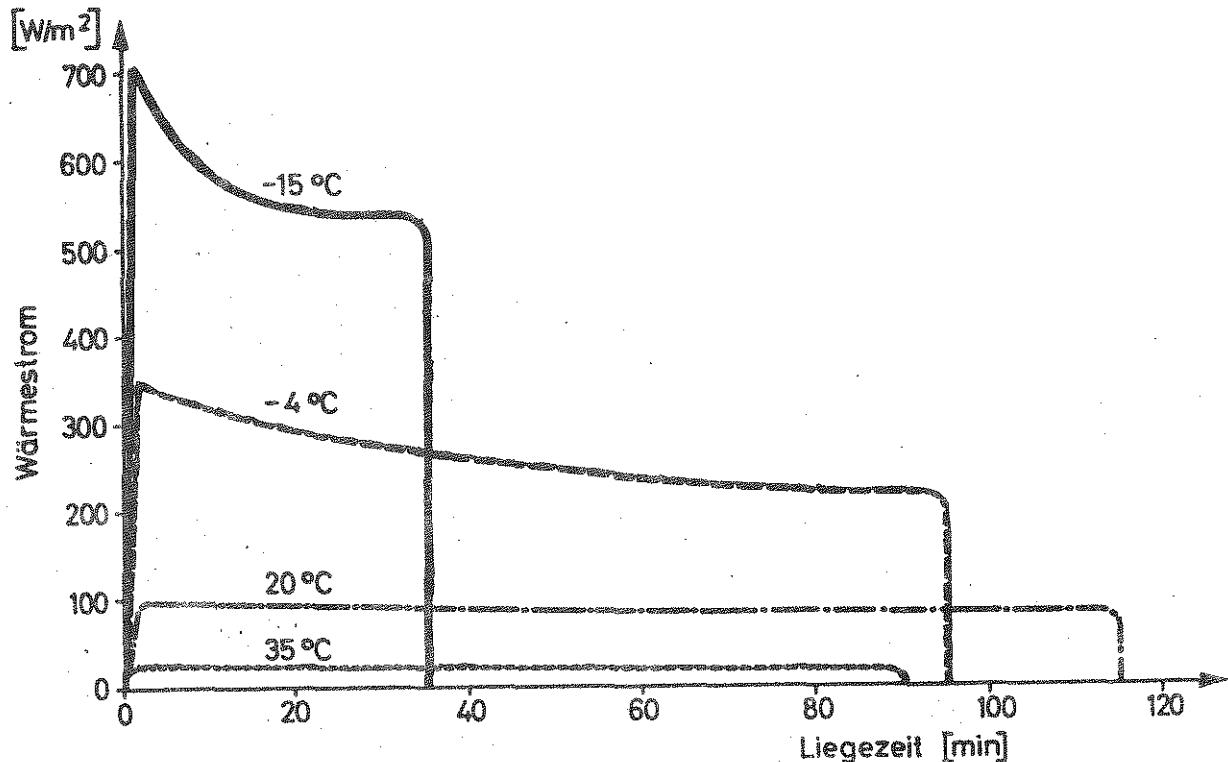


Abb. 6: Wärmestrom zwischen Tier und Boden in Abhängigkeit von Bodentemperatur und Liegedauer  
LASSON (10)

LASSON (10) konnte mit Hilfe einer temperierbaren Liegefläche unterschiedliche Bodentemperaturen einstellen und die Wärmeströme zwischen Tier und Boden messen (Abb. 6). Im vorliegenden Beispiel mit einer eingestellten Bodentemperatur von  $-15\text{ °C}$  steigt bei Beginn der Liegephase der Wärmestrom zunächst auf  $700\text{ W/m}^2$  an und fällt unmittelbar danach auf knapp über  $500\text{ W/m}^2$  ab. Dieser Vorgang wird so interpretiert, daß die Kuh nach dem Abliegen den hohen Wärmeentzug durch den kalten Boden spürt und durch körpereigene thermoregulatorische Maßnahmen den Wärmestrom zu drosseln versucht. Dies gelingt bis zu der genannten Höhe von  $500\text{ W/m}^2$ . Ist der Wärmestrom dann immer noch zu hoch, wird die Liegephase beendet und der Wärmestrom sinkt auf 0. Bei  $-4\text{ °C}$  Bodentemperatur herrschen ähnliche Verhältnisse, lediglich auf niedrigerem Niveau.

Bei  $20\text{ °C}$  Bodentemperatur steigt der Wärmestrom auf ca.  $100\text{ W/m}^2$  an und bleibt auf diesem Niveau während der gesamten Liegephase. Anscheinend sieht das Tier keine Notwendigkeit eines thermoregulatorischen Eingriffs, weil der Wärmeentzug ein akzeptables Maß hat.

LASSON (10) hat bei diesen Versuchen mit unterschiedlichen Bodentemperaturen auch das Verhalten anhand der Anzahl und der Dauer der Liegephasen festgehalten (Abb. 7). Bei  $20\text{ °C}$  Bodentemperatur teilte sich die Liegezeit innerhalb der drei Tage bei dem untersuchten Rind in insgesamt 32 Liegephasen auf, die im Mittel ca. 60 min lang waren.

Bei  $-15\text{ °C}$  stieg die Zahl der Liegephasen in den drei Tagen auf 44 an, während die Liegedauer innerhalb der Liegephasen im Durchschnitt unter 40 min sank. Nach der Rückstellung der Bodentemperatur auf  $20\text{ °C}$  ging die Zahl der Liegephasen wieder zurück und die Liegedauer nahm zu.

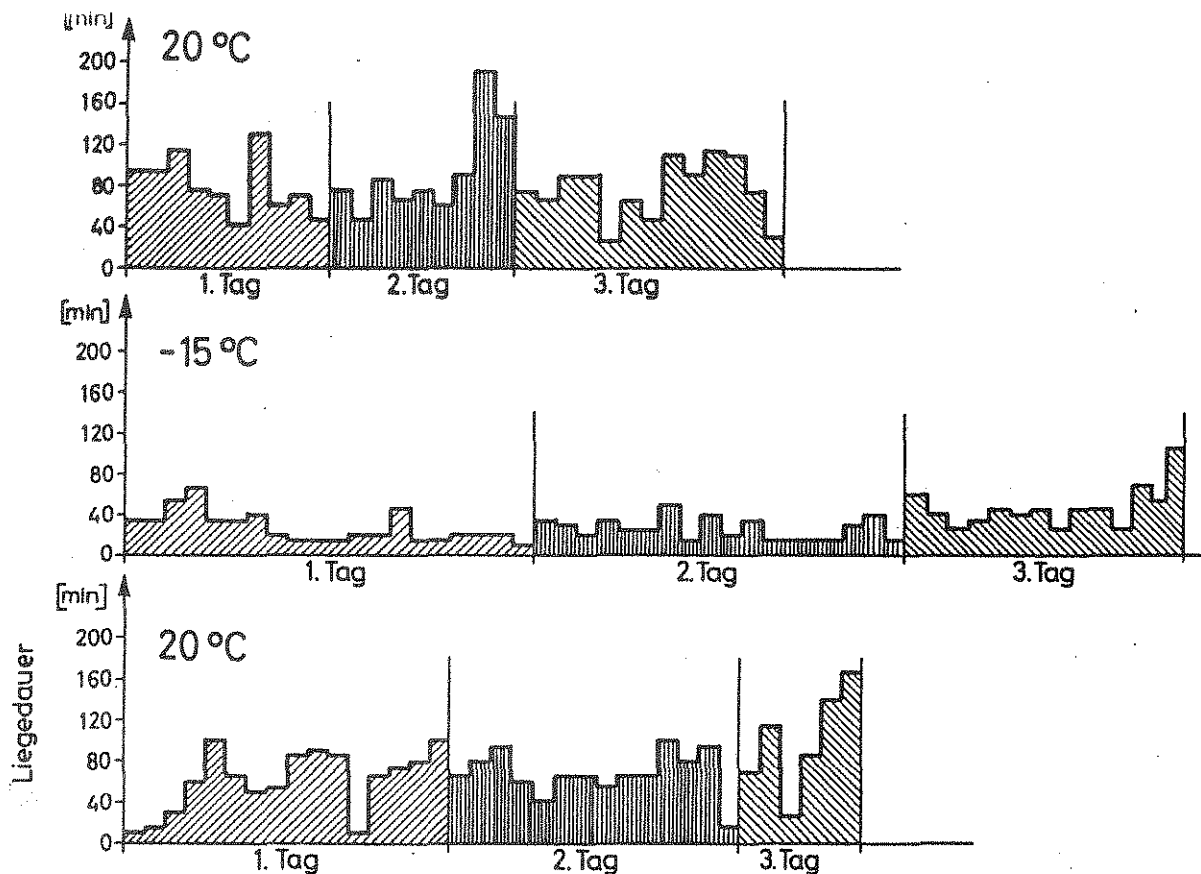


Abb. 7: Anzahl und Dauer der Liegephasen von Versuchstier 2 bei unterschiedlichen Bodentemperaturen LASSON (10)

Ein kritischer Bereich bei Liegeboxenlaufställen ist auch die Liegeboxe bzw. deren Abmessungen und Ausstattung. Zwar bieten die Liegeboxen einen scheinbar geschützten Liegeplatz. Es kann aber nicht als natürlich angesehen werden, daß die Kühe zum Ruhen wie Autos in Großgaragen einparken und dabei eine Position einnehmen, die ihnen den Überblick über das Stallgeschehen verwehrt. Der in der Liegeboxe scheinbar vorhandene Schutz ist lückenhaft, weil ein Angriff von hinten möglich und ein Ausweichen nach vorne unmöglich ist.

Selbst Komfortboxen, die in ihren Abmessungen auf den Liegeflächenbedarf der Kühe abgestimmt sind, weisen nicht den für einen natürlichen körperentlastenden Kopfschwung erforderlichen Raum auf. Wie BOCKISCH (4) nachweisen konnte, führen beschränkte Abmessungen zu erhöhten Verletzungen und Veränderungen an den Extremitäten.

Messungen von natürlichen Kopfschwüngen auf der Weide zeigen den Raumbedarf, den die Kühe mit dem Kopf in Anspruch nehmen. Der Raum für den unbehinderten Kopfschwung reicht, gemessen ab den ruhenden Karpalgelenken (Abb. 8, Nullpunkt), ca. 1 bis 1,2 nach vorne und ca. 1 m nach oben. Die Differenz der beiden Linien markiert einen Rassenunterschied zwischen Fleckvieh (durchgehend) und Schwarzbunten (gestrichelt).

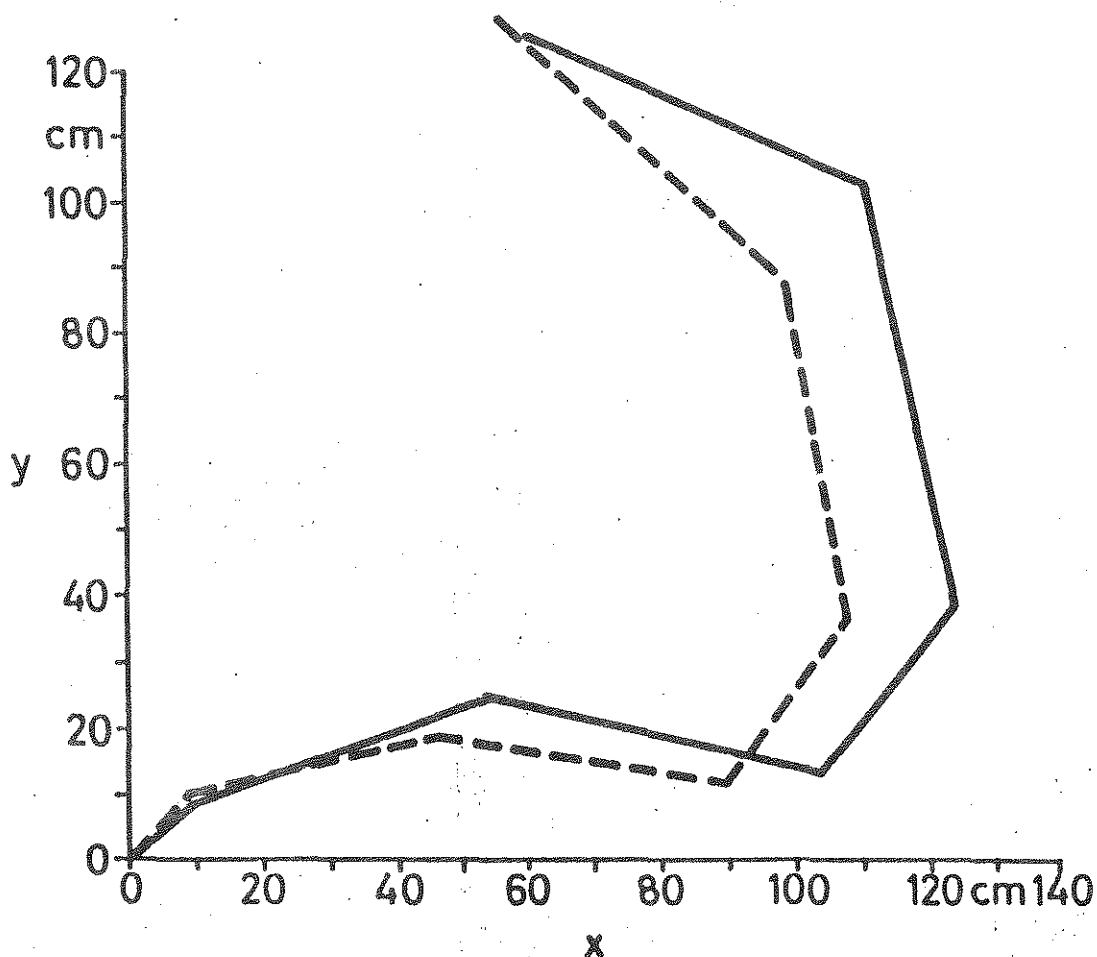


Abb. 8: Umhüllungslinien beim Kopfschwing von aufstehenden Kühen (Mittelwerte zweier Herden; getrichelt = Schwarzbunte, durchgezogen = Fleckvieh, LUDWIG (11))

### 3. Naturnahe Stallkonzepte - Grundlagen und Ausführung

Aus den in den dargestellten Untersuchungen abzuleitenden Anforderungen der Kühe ergeben sich für naturnahe Stallkonzepte folgende Grundsätze:

- Kontakt der Tiere mit dem Außenklima.
- Schutz vor Wind (Zugluft) und Niederschlägen.
- Weiche Liegefläche mit geringem Wärmeentzug.
- Keine Behinderung bei Bewegungsabläufen wie Aufstehen und Abliegen und bei Lokomotion.

Aus diesen grundsätzlichen Anforderungen wurde für ein naturnahes Konzept ein Stallgebäude als sog. Offenfrontstall in Kompaktbauweise vorgeschlagen (Abb. 9), wobei ebenso auch die Anforderungen in einer aufgelösten Bauweise zu erfüllen sind (Abb. 11). Die Stallhülle ist dreiseitig geschlossen und nicht wärmegeklämt. Um ausreichenden Schutz vor Wind und Niederschlägen zu erreichen, zeigt die offene Seite unter hiesigen Klimabedingungen nach Osten, ggf. nach Südosten.

An der offenen Seite sind die Freßplatzreihe und der Futtertisch angeordnet. Der Futtertisch ist überdacht. Hinter dem Futtertisch schließt sich ein Laufbereich an, der mit dem Schlepper entmistet wird, wobei gleichzeitig der von der Liegefläche abgetretene Mist abtransportiert wird. Das Strohlager befindet sich hinter der Liegefläche.

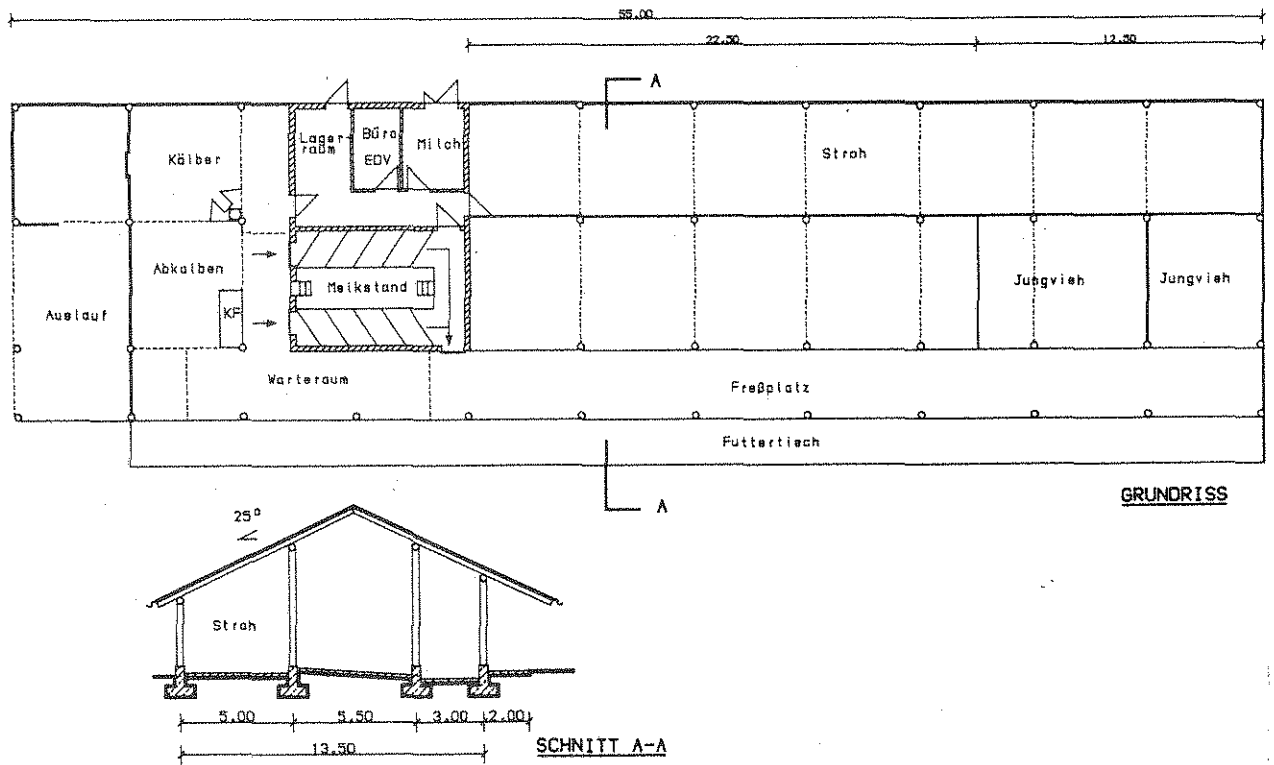


Abb. 9: Grundriß eines Offenfront-Tretmiststalles für 40 Kühe mit Nachzucht.

Der Liegebereich besteht aus einer nicht unterteilten Fläche, die im vorliegenden Beispiel als Tretmistfläche ausgeführt ist. Grundsätzlich könnte anstelle des Tretmistverfahrens auch Tiefstreu zur Anwendung kommen. Der Unterschied besteht hauptsächlich darin, daß bei Tretmist ein Teil des Mistes an der unteren Seite der eingestreuten Fläche täglich abgeführt wird, während die Einstreu im oberen Bereich bandförmig zugegeben wird (Abb. 10). Bei Tiefstreuverfahren bleibt bekanntlich der Mist eine bestimmte Periode im Stall und die frische Einstreu muß über die gesamte Liegefläche verteilt werden.

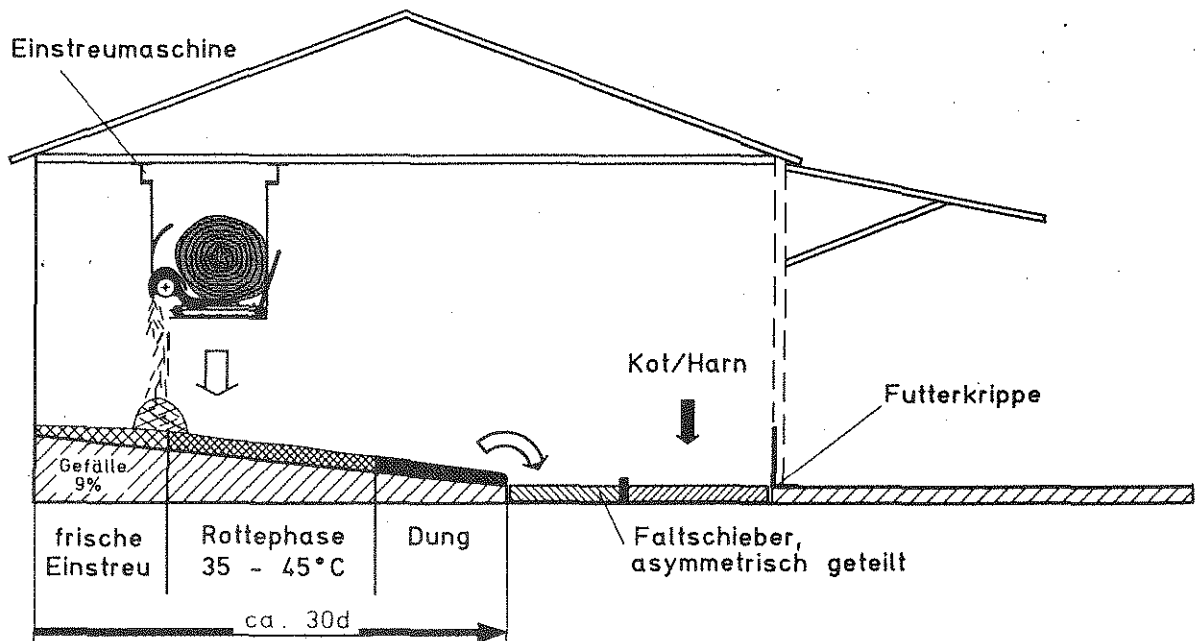


Abb. 10: Funktionsskizze eines Tretmiststalles (SCHÖN U. BOXBERGER (17))

Gerade die bandförmige Ablage der Einstreu erleichtert die Mechanisierung des Einstreuens, weil das aufgelöste Stroh ohne große Staubeentwicklung abgelegt werden kann. Breitflächiges Verteilen bedingt bisher pneumatische Fördervorgänge mit erheblicher Staubeentwicklung.

Beim Melken wird ein Teil des Freßbereiches abgetrennt und als Warteraum genutzt. Von dort erfolgt der stirnseitige Eintrieb in den Melkstand. Damit wird erreicht, daß die wartenden Kühe auf der zu entmistenden Fläche abkoten. Der Austrieb erfolgt nach Möglichkeit wieder auf den Laufgang, sonst auf den unteren Bereich der Liegefläche. Damit wird eine zu starke Verschmutzung der Liegefläche durch starkes Laufen in bestimmten Bereichen vermieden. Melkstand, Futteraufbereitung und Milchraum sind wärmegeklämt. Der Melkstand ist beheizt. Trächtige bzw. kranke Tiere können in einer gesonderten Bucht abgetrennt werden. Die Aufstallung der Kälber erfolgt in einer Gruppenbucht. Gefüttert werden die Kälber an einem Tränkeautomaten mit Identifizierung. Den Kälbern und den Kühen steht außerdem ein Auslauf zur Verfügung.

Neben der Ausführung in Kompaktbauweise sind die genannten Anforderungen der Tiere auch in Konzepten mit aufgelöster Bauweise zu realisieren (Abb. 11). Dabei sind Liege- und Freßbereich getrennt untergebracht und über Entmistungsachse und Laufhof verbunden. Die aufgelöste Bauweise bietet vor allem den Vorteil der Integration vorhandener Bausubstanz.

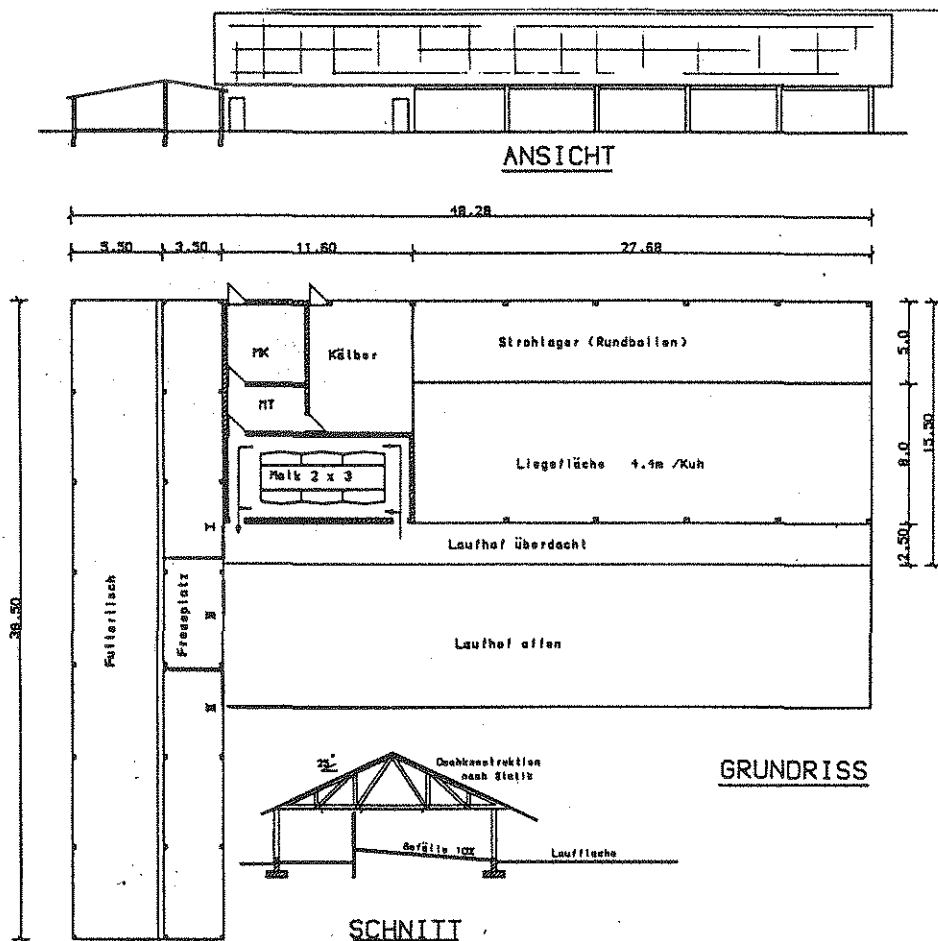


Abb. 11: Aufgelöste Bauweise bei einem Tretmiststall für 50 Kühe.

#### 4. Erste Untersuchungsergebnisse

Die Qualität der Liegefläche ist bei den vorgestellten Konzepten in besonderem Maße abhängig von einer ausreichenden Einstreumenge. Nach bisherigen Messungen sind dafür täglich ca. 5 kg Stroh/GV erforderlich oder auf das Jahr umgerechnet 1,8 t/GV. Dafür wird eine Getreidefläche von 0,37 ha/GV und ein Lagerraum von 12 m<sup>3</sup>/GV benötigt. Bei Strohzukauf und einem Strohpreis von 10 DM/dt betragen die Strohkosten 180 DM/Jahr (Tab. 1).

Tab. 1: Kennwerte des Strohbedarfes für verschiedene Stallsysteme mit Festmist.

Stallsystem	Strohbedarf		Ernteflä- che	Lagerraum		Strohkosten
	kg/GV/d <sup>1</sup>	t/GV/a	ha/GV <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /GV <sup>3</sup>	DM/GV <sup>4</sup>	DM/GV/a <sup>5</sup>
Kurzstand/Liegeboxen- laufstall	0,5-3	0,2-1,1	0,04-0,22	1,2-7,3	120-730	20-110
Tieflaufstall	9	3,3	0,66	22	2200	330
Tretmiststall	5	1,8	0,37	12	1200	180

<sup>1</sup> nach FAUSTZAHLEN für Landwirtschaft und Gartenbau, 1985

<sup>2</sup> Strohertrag 50 dt/ha

<sup>3</sup> bei 150 kg/m<sup>3</sup>

<sup>4</sup> bei 100 DM/m<sup>3</sup>

<sup>5</sup> bei 10 DM/dt

Dieser Einstreuaufwand entspricht früheren Angaben für den Zweiraumlaufstall (EICHORN (7)). Gegenüber dem Tieflaufstall ist der Aufwand zwar reduziert. Dennoch muß durch Veränderungen versucht werden, zu einer Senkung der Einstreumenge zu kommen.

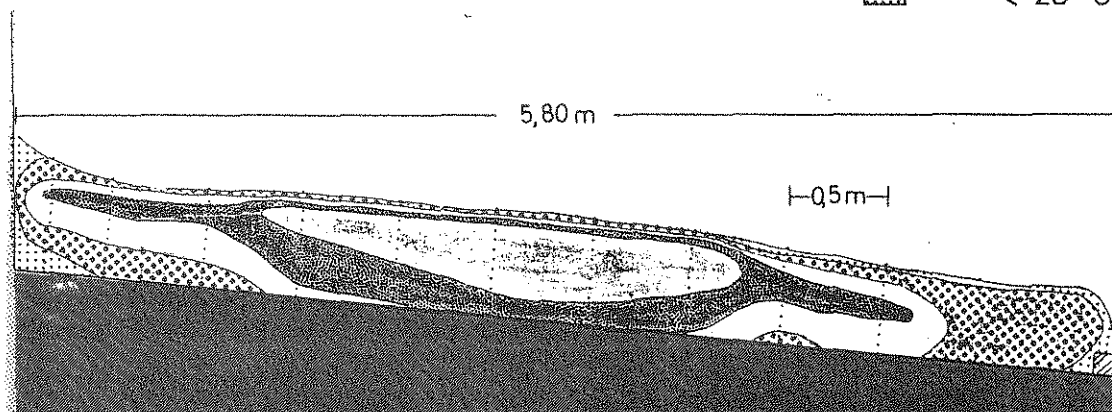
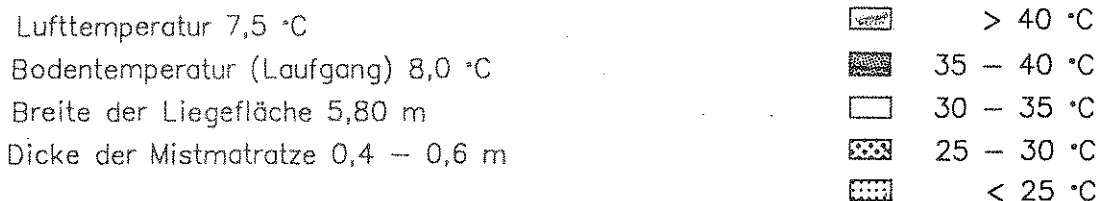


Abb. 12: Temperaturzonen in der Mistmatratze eines Tretmiststalles (BOXBERGER et al. (6)).

Temperaturmessungen in der Mistmatratze eines Tretmiststalles (Abb. 12) haben ergeben, daß durch die mikrobielle Tätigkeit im Kern der 0,4 bis 0,6 m starken Mistmatratze Temperaturen von mehr als 40 °C und auf der Oberfläche immer noch von ca. 20 bis 25 °C vorkommen. In der Einstreuzone liegen die Kerntemperaturen etwas darunter. Im unteren Bereich der Tretmistfläche wurden die niedrigsten



Temperaturen gefunden, die dennoch deutlich über der Lufttemperatur von 7,5 °C lagen. Selbst bei tieferen Umgebungstemperaturen ist demnach davon auszugehen, daß der Wärmeentzug beim liegenden Tier keine kritischen Größenordnungen erreicht.

Erste Verhaltensuntersuchungen zeigen, daß von der gesamten Tretmistfläche mit einer Breite von knapp 6 m der obere Bereich zum Liegen bevorzugt wird (Abb. 13). Der untere Bereich wird zum Liegen nicht gerne aufgesucht, weil einerseits, bedingt durch die Zuordnung des Freßplatzes Unruhe herrscht und andererseits die Matratze teilweise morastig ist. Bei der Planung ist daher darauf zu achten, daß durch eine ausreichende Liegeplatztiefe genügend Liegefläche zur Verfügung steht.

Die eingestreute Fläche (oberer und unterer Liegebereich) dient zwangsläufig auch zum Gehen und Stehen, insbesondere der untere Liegebereich. Die restliche Zeit halten sich die Kühe im Laufbereich vor dem Freßplatz bzw. im Melkstand auf.

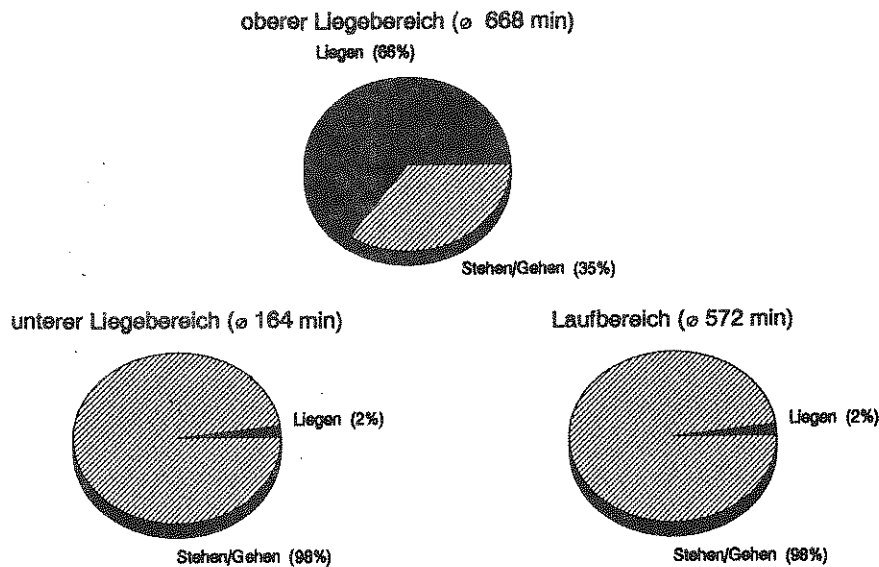


Abb. 13: Die Verteilung und die relativen Anteile der Aktivitäten von Milchkühen in einem Tretmiststall (nach BRANDMAIER (2))

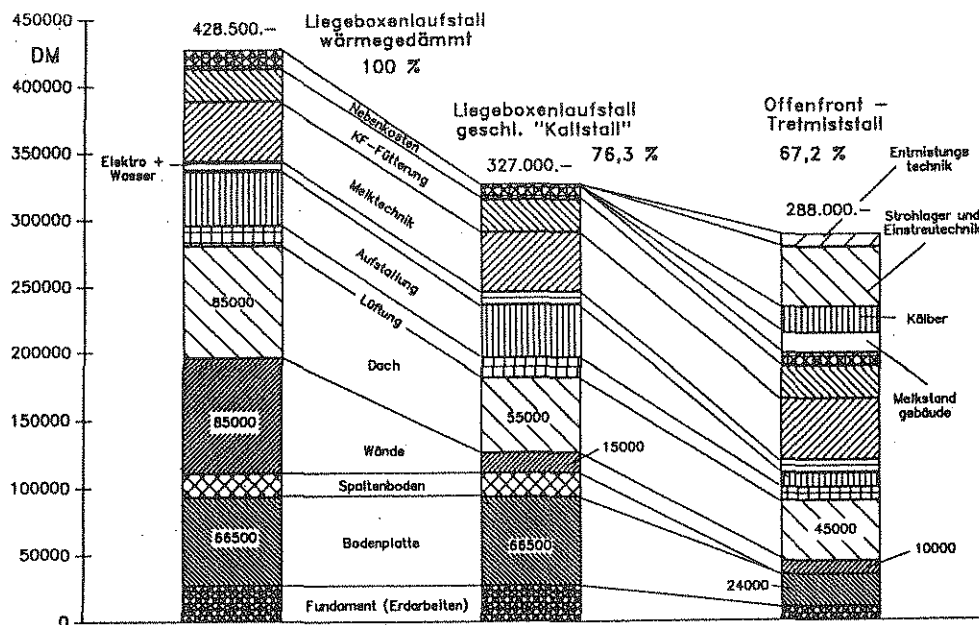


Abb. 14: Investitionsbedarf für Milchviehlaufställe mit 40 Kühen und Nachzucht (nach NACKE (13))

Beim Vergleich des Investitionsbedarfes (Abb. 15) dienten die Ergebnisse von NACKE (13) als Datengrundlage für die Berechnungen der Varianten "geschlossener Liegeboxenlaufstall als Kaltstall" und "Offenfront-Tretmiststall". Aus dem Vergleich des Offenfront-Tretmiststalles mit einem geschlossenen und wärmegeprägten Liegeboxenlaufstall ergibt sich ein um 33 % verringerter Kapitalbedarf. Gegenüber dem Liegeboxenlaufstall als Kaltstall beträgt die Einsparung an Kapital ca. 9 %. So gesehen bringen die Anforderungen einer naturnahen Haltung zusätzlich noch Verringerungen der Investitionen in den Bereichen Fundamente, Bodenplatte einschließlich Spaltenboden, Wände und Dach sowie Aufstallung, obwohl durch Strohlagerung, Einstreu- und Entmistungstechnik beim Offenfront-Tretmiststall zusätzlicher Kapitalbedarf entsteht.

### Literaturverzeichnis

- (1) AUERNHAMMER, H.: Stallsysteme für die Milchviehhaltung im Vergleich. Methode und Ergebnisse. Habilitation, TU München-Weihenstephan, Institut für Landtechnik, 1990 (MEG 182)
- (2) BRANDMAIER, G.: Einfluß des Zweiraum-Tretmiststalles auf das Verhalten von Milchkühen im Vergleich zum Liegeboxenlaufstall. Diplomarbeit, Institut für Landtechnik Weihenstephan, 1991.
- (3) BOCKISCH, F. J.: Beitrag zum Verhalten von Kühen im Liegeboxenlaufstall. Dissertation TU München-Weihenstephan, 1985.
- (4) BOCKISCH, F.-J.: Quantifizierung von Interaktionen zwischen Milchkühen und deren Haltungsumwelt als Grundlage zur Verbesserung von Stallsystemen und ihrer ökonomischen Beurteilung. Habilitationsschrift, Justus-Liebig-Universität Gießen, 1990.
- (5) BOXBERGER, J.: Wichtige Verhaltensparameter von Kühen als Grundlage zur Verbesserung der Stalleinrichtung. Habilitation TU München-Weihenstephan, 1983.
- (6) BOXBERGER, J.; RITTEL, L.; POPP, L.: Neuere Kaltstallkonzepte für die Milchviehhaltung - Auswirkungen auf Kapitalbedarf und Arbeitswirtschaft. In Landbauforschung Völkenrode. Sonderheft 125, 1991, S. 129-140.
- (7) EICHHORN, H.: Technik, Gebäude, Arbeitswirtschaft bei der Planung von Milchviehställen. ALB-Schriftenreihe Heft 26/1965.
- (8) KOCH, L.: Wahlversuche bei Jungrindern in Bezug auf Klimafaktoren und Flächenqualitäten. -In: Arbeiten zur artgerechten Tierhaltung 1984, S. 206-220. Landwirtschaftsverlag Münster Hiltrup 1985.
- (9) KRÄCKL, R.: Verhaltensanalyse von Milchkühen in Einzelaufboxen und im Liegeboxenlaufstall. Diplomarbeit, Institut für Landtechnik, Weihenstephan, 1984.
- (10) LASSON, E.: Untersuchungen über die Anforderungen von Rindern an die Wärme- und Härteeigenschaften von Stand- und Liegeflächen. Dissertation TU München-Weihenstephan, 1976.
- (11) LUDWIG, K.: Analyse der unbehinderten Aufstehvorgänge von Fleckvieh- und Schwarzbuntkühen. Diplomarbeit, Institut für Landtechnik, Weihenstephan, 1984.
- (12) METZNER, R.: Kennwerte für tiergemäße Versorgungseinrichtungen des Kurzstandes für Fleckvieh. Dissertation, TU München-Weihenstephan, Institut für Landtechnik, 1976
- (13) NACKE, E.: Ein Modellkalkulationssystem zur Ermittlung des Investitionsbedarfes landwirtschaftlicher Betriebsgebäude - dargestellt am Beispiel ausgewählter Stallbaulösungen für Milchvieh. Dissertation, TU München-Weihenstephan, Institut für Landtechnik 1983 (MEG 91).

- (14) METZ, J. H. M.; MEKING, P.: Crowding Phenomena in Dairy Housing Systems. Appl. Anim. Behav. Sci. 12, S. 63-78, 1984.
- (15) NICHELMANN, M.: Der Wärmehaushalt beim Rind. In: Der Wärmehaushalt landwirtschaftlicher Nutztiere. VEB G. Fischer Verlag, Jena, 1971.
- (16) POTTER, M. J. U. BROOM, D. M.: The Behavior and Welfare of Cows in Relation to Cubicle House Design. In: Cattle Housing Systems, Lameness and Behavior. Martinus Nyhoff Publishers, Dordrecht, 1987.
- (17) SCHÖN, H.; BOXBERGER, J.: Technische Ansätze zur Entwicklung naturnaher Haltungssysteme in der Milchviehhaltung. In: BREM, G. (Hrsg.): Fortschritte in der Tierzucht, Festschrift. Verlag Ulmer, Stuttgart, 1991
- (18) WANDER, J.-F.: Tieransprüche an Haltungseinrichtungen. Landtechnik 30, H. 11, S. 314-316, 1975

## Investitionssparende Gebäude für die Milchviehhaltung

Dipl.-Ing.agr. u. Architekt Dr. L. Rittel

Das Generalthema der heutigen Veranstaltung heißt: Kostengünstige und umweltgerechte Milchviehhaltung. Bei der Durchsicht der Einzelthemen fällt auf, daß das Wort "investitionssparend" nur dem Gebäudethema vorbehalten ist, alle anderen Investitionen blieben von diesem Adjektiv verschont. Dies scheint z.Z. symptomatisch zu sein und ist nicht nur eine typische Verhaltensweise der klassischen Landtechnik. Beim Gebäude muß gespart werden bis zum Geht-Nicht-Mehr und bei den anderen Disziplinen, wie z.B. der Melktechnik, darf ins Volle gegangen werden. Die Karosserie entspricht dem 2 CV, die Ausstattung der S-Klasse. Ins Extrem getrieben heißt dies: Es wird der Gebäudenußlösung entgegengestrebt, aber dann bleibt auch die Technik im Regen stehen.

Dies geschieht zu einer Zeit, wo andererseits versucht wird im Rahmen von Dorferneuerungsprogrammen, dem Dorf und dem ländlichen Raum ein neuzeitliches, aber auch traditionsorientiertes Profil zu geben.

Hier stellt sich die Frage, wie die Landwirtschaft, die immer mehr in ein total kostenorientiertes Korsett gezwängt wird, dieser Situation gerecht werden soll. Kann der bäuerliche Betrieb nur noch als Neben-erwerb oder gar Hobbybetrieb im üblichen Rahmen wenigstens bis zum Generationswechsel weiterbestehen oder muß er bereits vorher als Folge des Mottos: "Wachsen oder Weichen" zu Gunsten eines Größeren ausscheiden.

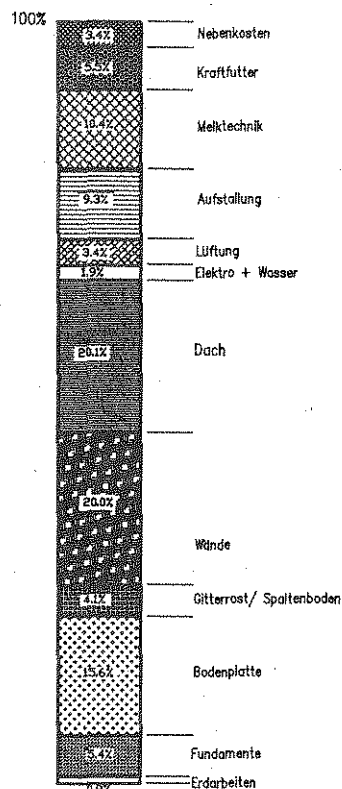


Abb. 1: Prozentuale Aufteilung des Investitionsaufwandes für einen 3-reihigen Liegeboxenaufstall

Dies hätte unweigerlich zur Folge, daß eine in größeren Dimensionen, fast industriemäßig betriebene Landwirtschaft in vielen größeren Dörfern - wenn überhaupt - nur noch in der Nähe des östlichen Dorfrandes Platz findet. In dieser Konsequenz ist zu befürchten, daß sich die angepaßten

Agrarproduktionsanlagen in ihrem Aussehen und in der Bauqualität an den Verdienstaussichten orientieren. Wie kann darauf reagiert werden?

Bei der Betrachtung der prozentual aufgelisteten Kostengruppen fallen die größeren Einheiten wie Dach und Wand mit je 20 % sofort ins Auge, gefolgt von der Bodenplatte mit 15,6 %. Bodenplatte und Fundament ergänzen sich zu 21 %. Der Investitionsbedarf für die Bauleistung liegt bei ca. 65 % und für die Einrichtung bei ca. 35 %. Aus dieser Sicht ist es verständlich, daß der Hebel der Sparsamkeit zuerst bei den größeren Kostenelementen angesetzt wird und das ist der Bausektor. Aber es darf nicht übersehen werden, daß der Bereich Kraftfutter, Melktechnik und Aufstallung auch ca. 25 % abdeckt, also kein kleiner Anteil.

Der Trick, das fehlende Kapital bei der Erstellung des Betriebsentwicklungsplanes durch immer mehr Eigenleistungsanteile auszugleichen, ist jahreal, aber verliert - schließlich voll ausgereizt - zunehmend an Glaubwürdigkeit, besonders wenn es um größere Betriebseinheiten geht. Der kleinere Betrieb ist hier elastischer, da er arbeitswirtschaftlich auch noch Zeit zur baulichen Eigenleistung findet und durch Nachbarschaftshilfe seine Arbeitskapazität für eine gewisse Zeit relativ preiswert erweitern kann. Den Effekt des Eigenleistungsengagement, der auch als innerbetrieblicher Nebenwerb gesehen werden kann, zeigt nachfolgende Darstellung.

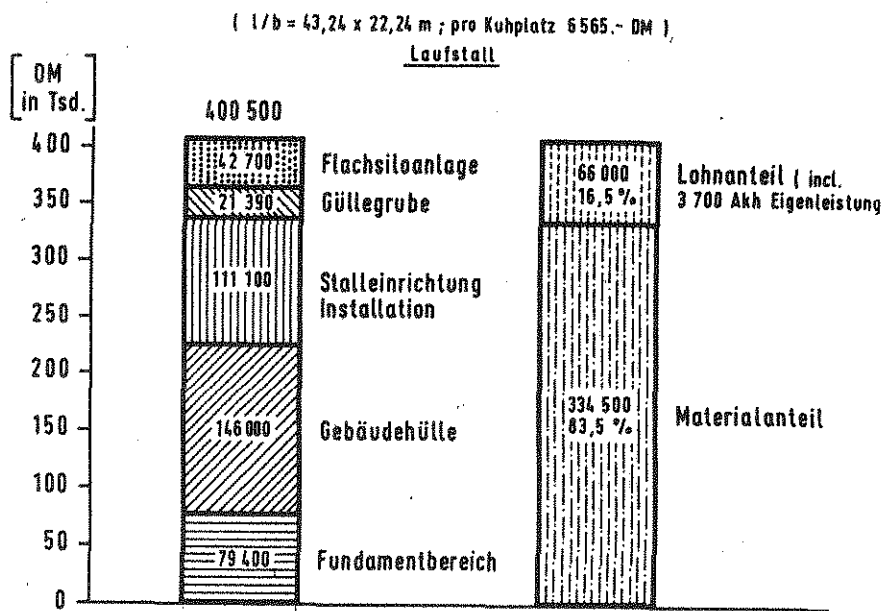


Abb. 2: Bauaufwand für einen Milchviehstall mit 61 Kühen + Nachzucht

Der Auslöser für Bauabsichten ist zunächst nicht die Verbesserung der Arbeitswirtschaft, da es sehr ökonomisch sein kann, für eine absehbare Zeit Kapital durch Arbeit zu ersetzen. Meist zwingt die dringend ersatzbedürftige Aufstallung oder Melktechnik zum Handeln. In diesem Zusammenhang werden dann generelle Überlegungen zur Neugestaltung der Gesamtverhältnisse angestellt. Ein typisches Beispiel dazu ist der zur Zeit sehr aktuelle Bau von kleinen Laufställen. Der größere Flächenbedarf dieses Stallsystems kann durch Umnutzung anliegender Scheunenteile mit der vorhandenen Bausubstanz oder mit zusätzlichen Teilan- oder Teilneubauten bedient werden. Das zentrale Problem dabei ist die zweckmäßige Einbindung des Melkstandes in die vorhandene Raumstruktur. Das Unterbringen der Lauf- und Liegeflächen gelingt meist leichter. Nachstehende Darstellungen geben dazu näheren Aufschluß:

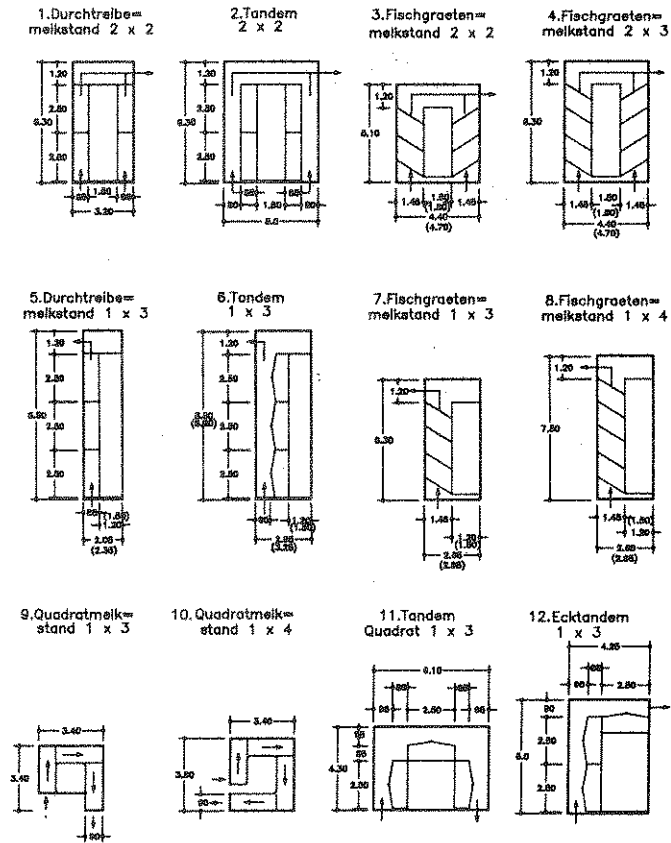


Abb. 3: Melkstandformen (Mindestmaße)

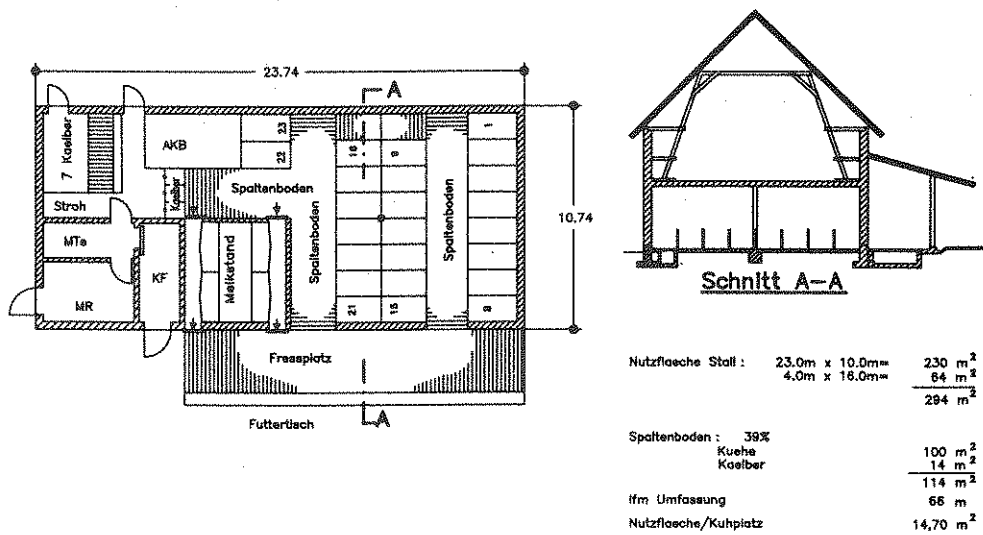


Abb 4: Liegeboxenlaufstall für 20 Kühe mit Kälbern und Außenfütterung

Die Einordnung der Kostenrelationen unterschiedlicher Baulösungen soll an Hand einer Modellkalkulation für einen Bestand von 30 Kühen mit Nachzucht an vier Modellen aufgezeigt werden.

1. Standardliegeboxenlaufstall, gemauert, wärmegeklämmt
2. 2 x 1er Liegeboxenlaufstall, gemauert, wärmegeklämmt, Stichfütterertisch
3. Laufstall: Liege- und Freßhalle, Laufhof
4. Tretmiststall

Über die relative Vorzüglichkeit im Kostenbereich gibt Abb. 5 nähere Auskunft.

	Liegeboxenlaufstall 2reihig	Liegeboxenlaufstall 2x1reihig	Liegeboxenlaufstall Außenfütterung	Tretniststall
	1	2	3	4
Nutzfläche: (m <sup>2</sup> )	608	561	567	625
pro Kuhplatz (m <sup>2</sup> )	19,50	18,00	19,90	20,80
lfm. Umfassung (m)	102	104	126	74
Verhältnis des Investitionsbedarfs zueinander	100 % (362.400)	94 %	70 %	47 %

Abb. 5: Vergleich des Investitionsbedarfs unterschiedlicher Laufstallsysteme für 30 Kühe mit Nachzucht

Viele mittelgroße, aufstockungswillige Betriebe stehen vor dem Problem, daß nach dem Zukauf eines Kontingentes die finanziellen Mittel für einen Neubau fehlen. Je nach Bauumfang reicht die Kosten-spannweite von ca. 3 000 DM pro Kuhplatz ohne Jungvieh bis zu 15 000 DM pro Kuhplatz mit Jungvieh. Die vorhandene Bausubstanz reicht aber auch nicht aus, den vergrößerten Bestand zweckmäßig unterzubringen. Auf der Suche nach einem kostenerträglichen Gebäude findet sich meist ein Kompromiß, der die Umgestaltung der Altbausubstanz mit einem preiswertem Teilneubau kombiniert. Im massiven Altgebäude werden die frostempfindliche Melktechnik mit Nebenräumen sowie die Liegeboxen untergebracht. Ein bescheidenes einseitig offenes Holzgebäude ohne Wärmedämmung dient als Freßhalle und nimmt das Jungvieh auf. Je nach Hofsituation und Bauherrnwunsch kann dazwischen ein mehr oder minder großer Laufhof angeordnet sein.

Es kann auch vorkommen, daß die Stützenstellung in einem alten Anbindestall dem zweckmäßigen Einbau der Liegeboxen immer im Wege steht und sich so eine äußerst schlechte Raumausnutzung ergibt. In diesem Fall ist es besser, den alten Fütterertisch zu belassen und das Massivgebäude als Freßhalle zu benutzen. Der Liegebereich wird als Kaltstall in einem hallenartigen Holzbau untergebracht. Dazu zwei Beispiele.

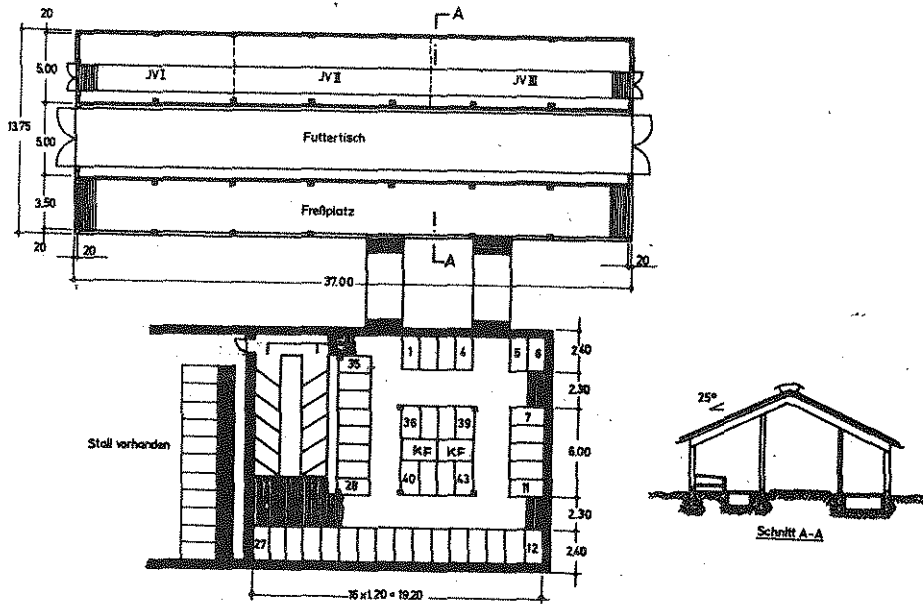


Abb. 6: Umbau: Liegeboxenlaufstall mit Außenfütterung

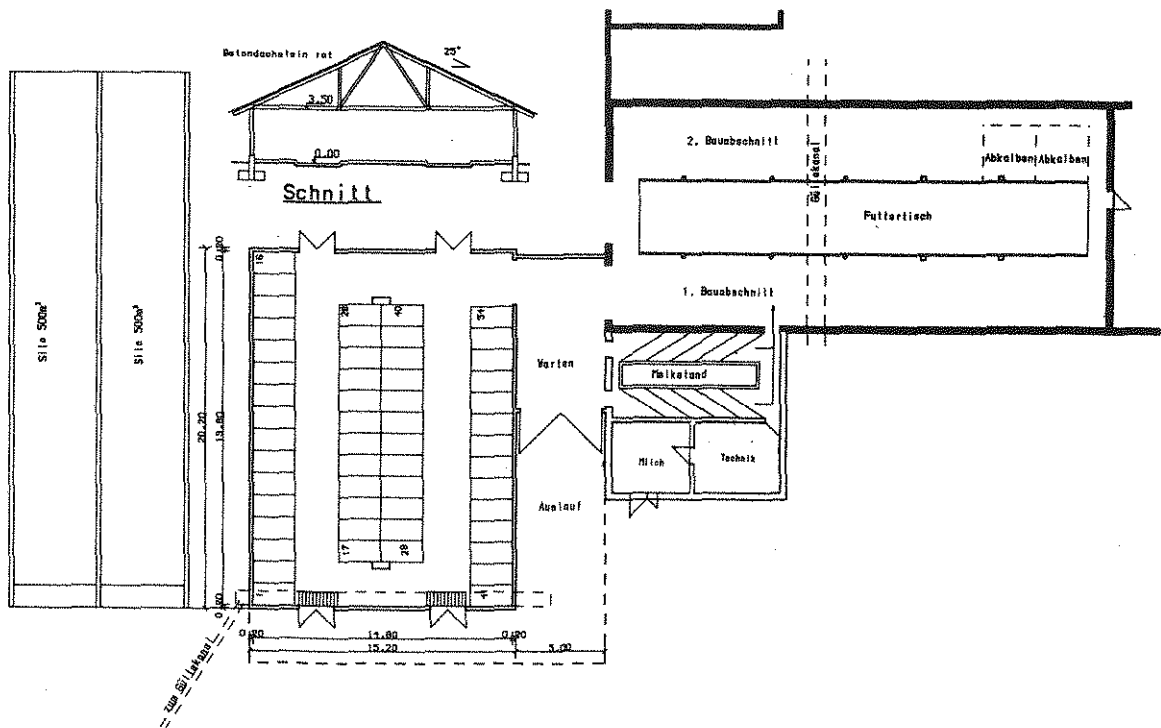


Abb. 7: Umbau eines Stallgebäudes und Neubau einer Liegeboxenhalle

Ein Neubau für eine mittlere Bestandsgröße muß in der heutigen Situation genau abgewogen werden. Um die Kosten im Griff zu halten, sind Abstriche in der Ausführung, eine äußerste Baudisziplin und das harte Engagement der Betriebsleiterfamilie notwendig. Mit welchen Baukosten dabei heute noch auszukommen ist, soll uns ein Beispiel aus dem Nachbarland Elsaß zeigen:



1. Erdarbeiten + Wegebau	67.545 FF
2. Fundamente	37.943 FF
3. Bodenprofil	29.511 FF
4. Rundholzkonstruktion + Bedachung	67.454 FF
5. Mauerwerk + Verputz	21.080 FF
6. Außenverschalung + Verschiedenes	25.295 FF
7. Wasser- und Elektroinstallation	84.317 FF
8. Melkanlagen	109.612 FF
9. Milchtank	59.022 FF
10. Inneneinrichtung	25.295 FF
<hr/>	
GESAMT o. MWSSt.	522.767 FF
+ MWSSt. (18,6 %)	97.234 FF
<hr/>	
GESAMT mit MWSSt.	620.001 FF

1 FF = 0,30 DM

Die betriebliche Eigenleistung: 860 Akh

Abb. 8: Baukostenberechnung eines Milchviehlaufstalles für 43 Kühe + 30 Jungtiere im Elsaß (31.00 x 25.00 M)

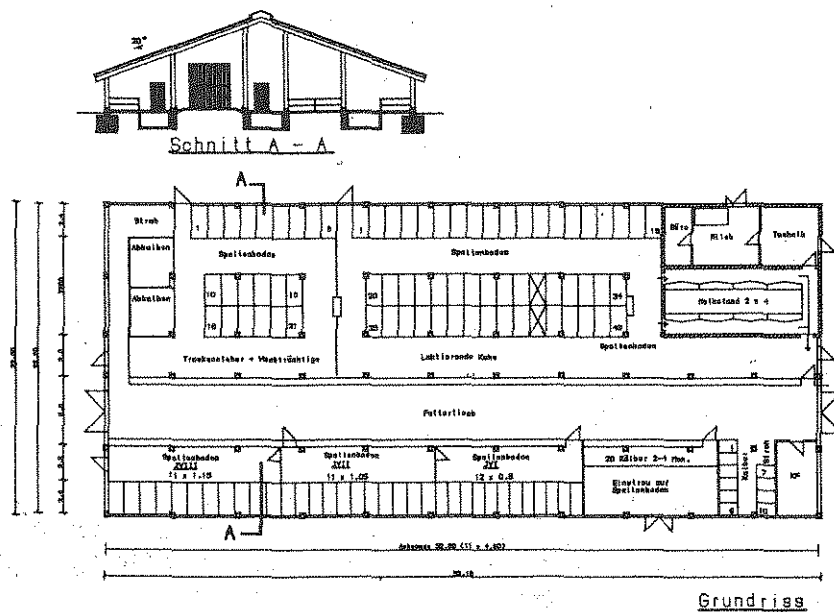


Abb. 9: Modellplan für 60 Kühe und Nachzucht (Kaltstall in Rundholzkonstruktion)

Nach EG- und nationalem Recht ist eine Förderung im allgemeinen nur bis 60 Kuhplätzen möglich. Auch die Wiederbegründer im Osten haben sich an diese Fakten zu halten, so daß diese Stallgröße zur Zeit sehr aktuell ist. Mit westlichen Warmstallkonzepten hat man dort aus Kostengründen nichts im Sinn. In bauliche Konsequenzen umgesetzt heißt dies: Die frostempfindliche Melktechnik mit den Nebenräumen wird massiv ummauert, während die Freß-, Lauf- und Liegeflächen im Kaltbereich bleiben. Nachstehende Darstellung zeigt einen Modellgrundriß für 60 Kühe mit Nachzucht, der dieser baukonstruktiv getrennten Art entspricht. Da es langfristig nicht auszuschließen ist, daß die Milchkontingente frei handelbar werden, soll der Stallgrundriß für einen größeren Bestand dynamisch angelegt sein. Eine mögliche Bestandaufstockung soll ohne größere bauliche Veränderungen praktikabel sein. Eine solche Stallanlage zeigt der folgende Grundriß, der mit seinen Außenabmessungen mit dem Vorgänger identisch ist. Durch das Ausquartieren des Jungviehs wird Platz für 90 Milchkühe geschaffen.

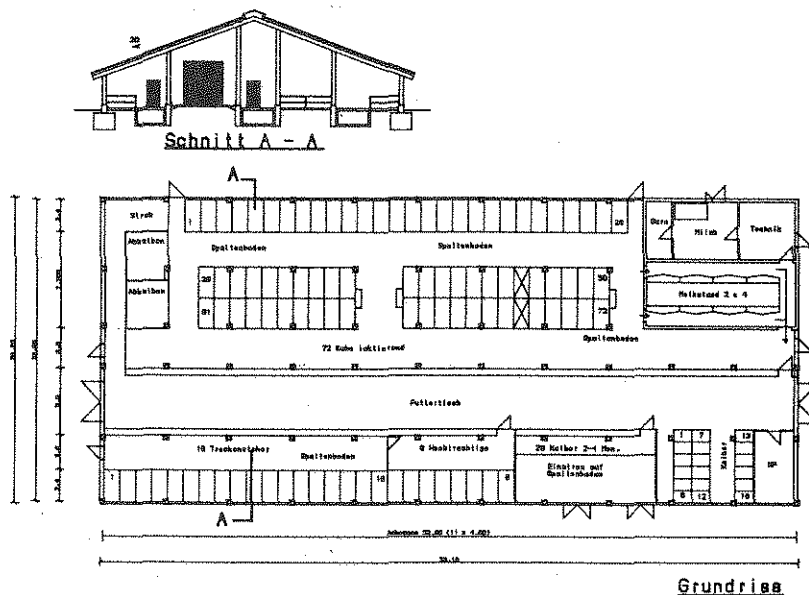


Abb. 10: Modellplan für 90 Kühe (Kaltstall in Rundholzkonstruktion)

Eine noch preiswertere Alternative stellt der Offenfrontstall dar. Der Massivteil für die Melktechnik mit Nebenräumen und Kälber wird in eine einfache Holzkonstruktion mit eingebunden. Die offene Stallseite ist möglichst nach Süd-Ost gerichtet und dies ist auch die Futtertischseite, die von einem 2,00 - 2,50 m auskragenden Vordach überdeckt wird. Die genauere räumliche Anordnung ist dem sich anschließenden Grundriß zu entnehmen.

Dieses Stallsystem kann in abgewandelter Form auch für größere Bestände mit zweiseitiger Außenfreßplatzanordnung Verwendung finden. In ein langgestrecktes Holzgebäude ohne Wärmedämmung ist zur einen Giebelseite hin ein massiv ausgeführter Baukörper eingebunden, der den Melkstand, die Kälber und die Nebenräume umschließt. Je nach Melkstandtyp und Melkstandgröße kann ein Warteraum vorgeschaltet werden, der bei Außeneintrieb und Autotandermelkstand in der kalten Jahreszeit temperaturklimatisch günstig wirkt. Über die einzelnen Details informiert der sich hier anschließende Grundriß.

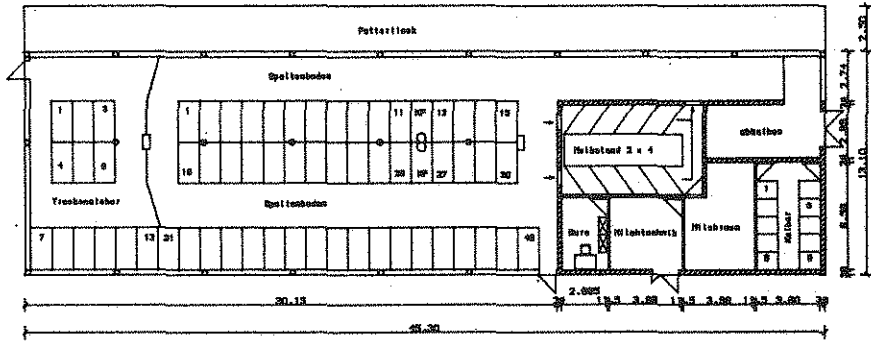


Abb. 11: Liegeboxenlaufstall für 60 Kühe ohne Jungvieh (Kaltstall)

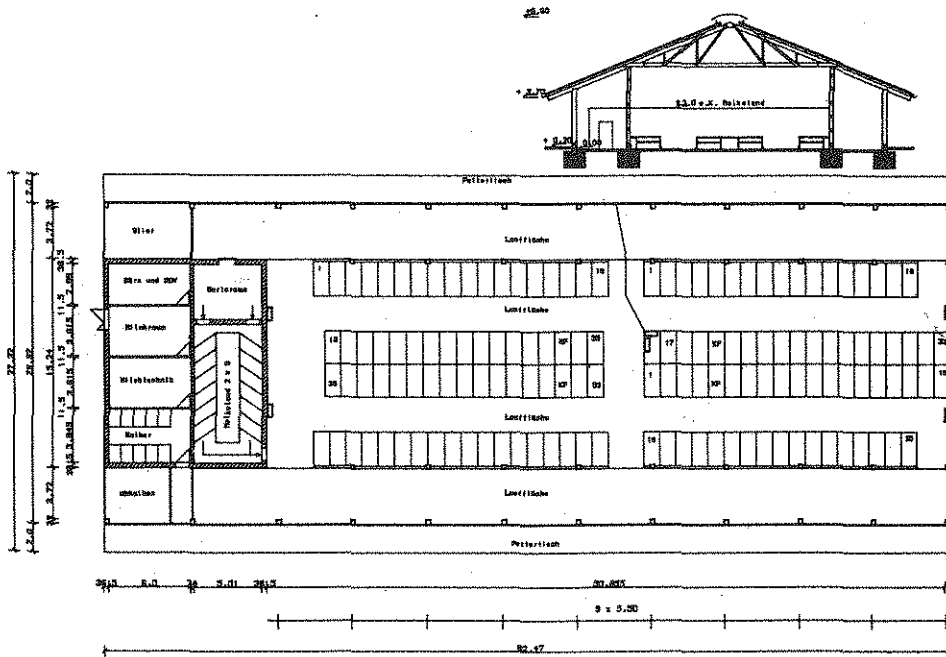


Abb. 12: Laufstall für 135 Kühe mit Außenfütterung

Zum Schluß soll eine betriebswirtschaftliche Betrachtung den vorhandenen Spielraum ausloten: Bei einem Milchpreis von ca. 0,70 DM/kg ist die Welt insoweit noch in Ordnung, im Westen Deutschlands. Im Osten der Republik sieht dies anders aus. Der Milchpreis liegt dort (noch) niedriger. Wie hoch muß er liegen, um ein Überleben zu sichern? Ein betriebswirtschaftlich geschulter Wiederbegründer hat eine Herde von 200 Kühen, mit 4750 kg Milchleistung und ein Kontingent von 950.000 kg. Er macht nachfolgende Rechnung auf:

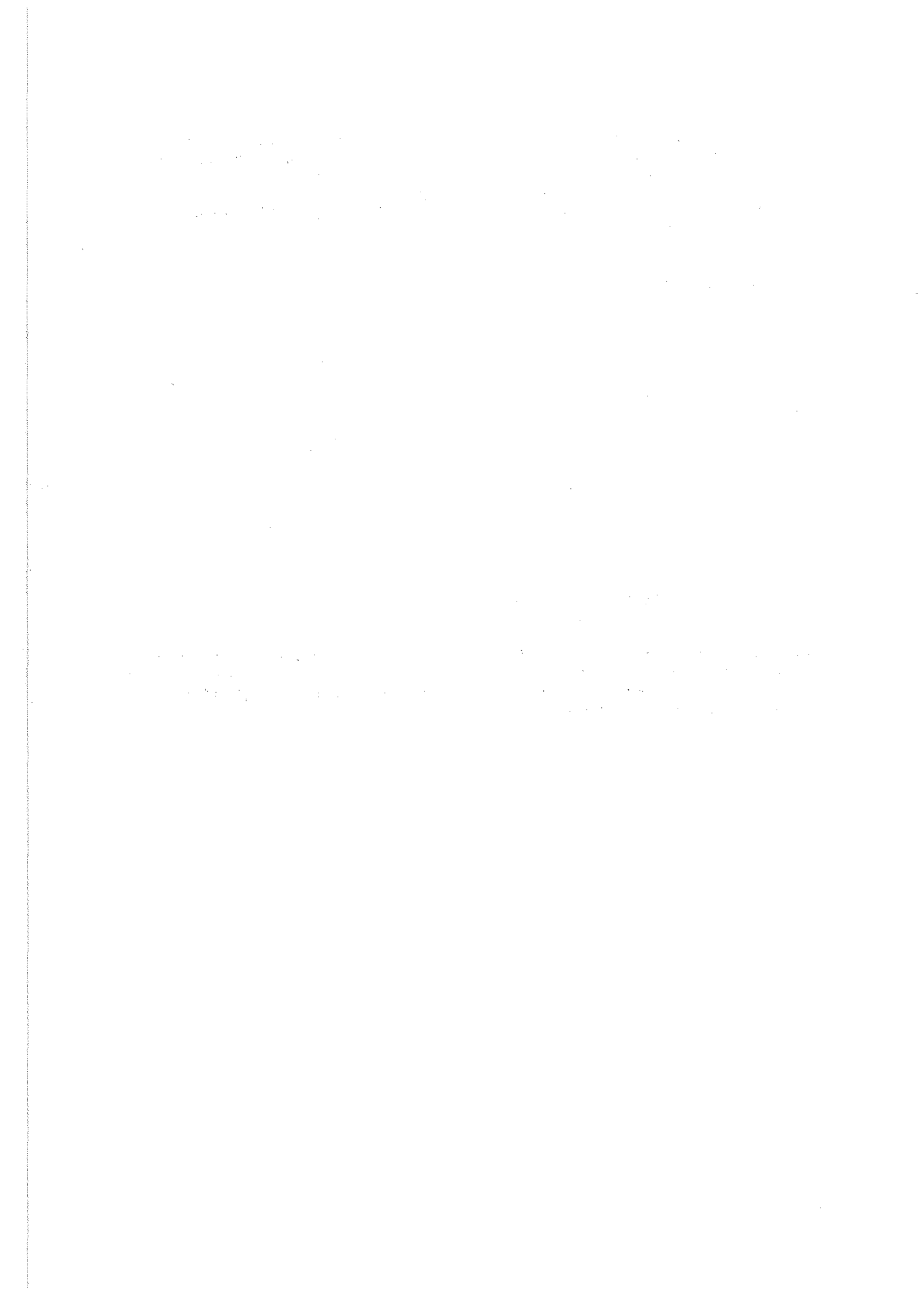
	DM/kg	DM/kg
Milchzahlungspreis (incl. MWSt.)	0,60	0,55
Nebenleistung (Kalb, Altkuh)	0,08	0,08
<hr/>		
Gesamterlös	0,68	0,63
<hr/>		
variable Kosten (einschl. Grundfutter)	0,33	0,33
Lohnkosten	0,13	0,15 (+15%)
sonstige Festkosten	0,14	0,14
<hr/>		
Gesamtkosten	0,60	0,62
<hr/>		
Gewinn (0,63 / . 0,62)	0,08	0,01
<hr/>		

Gewinn Betrieb:

$$0,08 \times 950.000 = 76.000 \text{ DM}$$

$$0,01 \times 950.000 = 9.500 \text{ DM}$$

Obiges Beispiel zeigt deutlich, wie eng die Grenzen gesetzt sind und welche Bedeutung dem unteren Schwellenwert des Milchpreises zukommt. Sehr schnell kann das Betriebsergebnis kippen, und dies ist umso bedrohlicher, wenn mit hohem Fremdkapitaleinsatz finanziert wurde. Hier bringt auch das enorm kostengünstige Betriebsgebäude keine Rettung.



## Veröffentlichungen der Landtechnik Weihenstephan 1991

- AUERNHAMMER, H.: Anbinde- und Laufstallsysteme für die bäuerliche Milchviehhaltung im arbeitswirtschaftlichen und ökonomischen Vergleich. -In: Bau und Technik in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Landbauforschung Völkenrode 1991, SH. 125, S. 250 - 264.
- AUERNHAMMER, H.: Comparison of Dairy Housing Systems. Technical Abstracts and Poster Abstracts on "International Conference on Agricultural Engineering (AG ENG '90)" Berlin: VDI-AGR/MEG 1990, P. 293 - 294.
- AUERNHAMMER, H.: Den Ertrag schon im Mähdrescher ermitteln ?  
-In: Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe 148 (1991), Folge 33, S. 26
- AUERNHAMMER, H.: Elektronik in der Mineraldüngung - Verfahrenstechnik und Nutzen.  
-In: "Effektivität und Qualität bei der umweltgerechten Anwendung von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln", 8. wissenschaftlich-technische Tagung am 27. und 28. November 1990 in Neubrandenburg, S. 18 - 20.
- AUERNHAMMER, H.: Elektronik entlastet die Umwelt. -In: traktor aktuell, Wien 1990, H. 4, S. 14 - 15.
- AUERNHAMMER, H.: Fahrzeuge wiegen - Brücken- und Achslastwaagen als moderne Techniken.  
-In: DGS 43 (1991), H. 23, S. 679 - 682.
- AUERNHAMMER, H.: Gewichtsermittlung in der pflanzlichen Produktion - Systematische Ansätze und technische Möglichkeiten in Wiegemöglichkeiten im Schlepperheckkraftheber und in Transportfahrzeugen. -In: Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan H. 2, 1991, S. 3 - 18.
- AUERNHAMMER, H.: Spurweiten und Spurbahnen - Spurweiten selbstfahrender landwirtschaftlicher Maschinen und Anhänger. -In: Landtechnik 46 (1991), H. 4, S. 184 - 187.
- AUERNHAMMER, H.: Umweltgerechte Düngung am Ertrag orientieren. -In: Der Förderungsdienst 39 (1991), H. 3, S. 87 - 92.
- AUERNHAMMER, H.: Utopie oder Hoffnung - Ernteertrag im Mähdrescher ermitteln und kartieren.  
-In: Bayer. Landw. Wochenblatt 181 (1991), H. 28, S. 26.
- AUERNHAMMER, H.: Verteilen, wiegen, messen, prüfen - was kann die Elektronik eigentlich alles ?  
-In: diz 41 (1990), H. 12, S. 18 - 22.
- AUERNHAMMER, H.: Welcher Bordcomputer darfs sein ? -In: Landwirtschaftliches Wochenblatt, LW BW 158 (1991), Nr. 32, S. 17 - 19.
- AUERNHAMMER, H.: Landtechnische Entwicklungen für eine umwelt- und ertragsorientierte Düngung.  
-In: Landtechnik 45 (1990), H. 7/8, S. 272 - 278.
- AUERNHAMMER, H.: Elektronik in Traktoren und Maschinen. -In: BLV-Verlag 1989.
- AUERNHAMMER, H.: The German Standard for Electronical Tractor Implement Data Communication. AGROTIQUE 89, proceedings of the second international conference, Bordeaux (Frankreich) 1989, S. 395 - 402.
- AUERNHAMMER, H.; DEMMEL M.; ROTTMEIER, J.; MUHR, T.: Future Developments for Fertilizing in Germany. ASAE Summer Meeting, Albuquerque, St. Joseph 1991, Paper-No. 911040.

- AUERNHAMMER, H.; ROTTMEIER, J.: Weight Determination in Transport Vehicles - Exemplary Shown on a Selfloading Trailer. Technical Abstracts and Poster Abstracts on "International Conference on Agricultural Engineering (AG ENG '90)" Berlin: VDI-AGR/MEG 1990, P. 100 - 101.
- AUERNHAMMER, H.; ROTTMEIER, J.; STANZEL, H.: Elektronikeinsatz in der Landtechnik zur Verringerung des Düngemittelaufwandes und der Umweltbelastung im Futterbau. Endbericht zum gleichnamigen Forschungsvorhaben für das Bay. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Weihenstephan 1991.
- AUERNHAMMER, H.; STANZEL, H.; DEMMEL M. (Hrsg): Wiegemöglichkeiten im Schlepperheckkraftheber und in Transportfahrzeugen. -In: Schriftenreihe d. Landtechnik Weihenstephan H. 2, 1991.
- BAUER, R.; SCHÖN, H.: Einsatzbereiche und Chancen von Robotern in der Landwirtschaft. -In: Robotereinsatz in der Landwirtschaft am Beispiel des Melkens. VDI/MEG (Hrsg.) H.9(1990), S. 26 - 44.
- BAUER, R.; SCHÖN, H.: Stoffeinträge zur Unterstützung der landw. Produktion. -In: MUNACK, H.: Beitrag der Mikroelektronik zum Umweltschutz. Hrsg.: Institut für Biosystemtechnik der FAL, Braunschweig 1990, S. 24 - 111.
- BOXBERGER, J.; GRONAUER, A.: Gülle richtig behandeln und ausbringen spart Geld. -In: Mais, 1991, H. 2, S. 16 - 19.
- BOXBERGER, J.; GRONAUER, A. und L. POPP (Hrsg.): Umweltschonende Verwertung von Fest- und Flüssigmist auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, H. 1, 1990.
- BOXBERGER, J.; GRONAUER, A.: Verfahrenstechnik der Flüssigmistbehandlung und -ausbringung. -In: Tagungsband zum Fachgespräch "Umweltschonende Verwertung von Fest- und Flüssigmist auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, H. 1, 1990, S. 12 - 24.
- BOXBERGER, J.; GRONAUER, A.; POPP, L.: Umweltschonende Handhabung von Fest- und Flüssigmist. -In: Vorträge zur Jahrestagung 1990. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, H. 3, 1990, S. 37 - 52.
- BOXBERGER, J.; PIRKELMANN, H.; POPP, L.; WENDL, G.: Technik in der Rinderhaltung. -In: Jahrbuch Agrartechnik 1990. Maschinenbauverlag mbH, Frankfurt/M., 1990, S. 101 - 107.
- BOXBERGER, J.; POPP, L.: Verfahrenstechnik der Festmistbehandlung und -ausbringung. -In: Tagungsband zum Fachgespräch "Umweltschonende Verwertung von Fest- und Flüssigmist auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, H.1, 1990, S. 76 - 87.
- BOXBERGER, J.; RITTEL, L.; POPP, L.: Neuere Kaltstallkonzepte für die Milchviehhaltung - Auswirkungen auf Kapitalbedarf und Arbeitswirtschaft. -In: Landbauforschung Völknerode, Sh. 125, 1991, S. 129-140.
- BOXBERGER, J.; LEHMANN, B.; AMON, T.: Aggressionsverhalten von Sauen bei Gruppenhaltung mit Abruffütterung. -In: Landbauforschung Völknerode, Sh. 125, 1991, S. 184-192.
- BOXBERGER, J.; AMON, T.; GRONAUER, A.; POPP, L.; SCHÜRZINGER, H.: Umweltgerechte Lagerung und Ausbringung von Flüssig- und Festmist (I). -In: DGS 43 (1990), H. 36, S. 1116 - 1119.
- BOXBERGER, J.; POPP, L.: Intensivkompostieranlage für Festmist. Landtechnik 46 (1991), H. 6, S. 284 - 286.

- BOXBERGER, J.; MITTERLEITNER, H.; POPP, L.: Rundballen - Handhabung und Verwertung im landwirtschaftlichen Betrieb. Landtechnik 46 (1991), H. 7, S. 366 - 368.
- BOXBERGER, J.; AMON, TH.; GRONAUER, A.; POPP, L.; SCHÜRZINGER, H.: Umweltgerechte Lagerung und Ausbringung von Flüssig- und Festmist (II). -In: DGS 43 (1990), H. 37, S. 1140 - 1143.
- DEMMELE, M.; GRUNDLER, P.; AUERNHAMMER, H.: Praxiseinsatz mit der Wiegeeinrichtung "System Weihenstephan". -In: Wiegemöglichkeiten im Schlepperheckkraftheber und in Transportfahrzeugen. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan H. 2, 1991, S. 46 - 57.
- DEMMELE, M.; ROTTMEIER, J.; MUHR, T.; AUERNHAMMER, H.: Weight Detection in the Tree-point-linkage and in Trailers. ASAE Summer Meeting, Albuquerque, St. Joseph 1991, Paper-No. 911088.
- DEMMELE, M.; ROTTMEIER, J.; WILD, K.; AUERNHAMMER, H.: Gewichtsermittlung in der Schlepper dreipunkthydraulik. -In: Wiegemöglichkeiten im Schlepperheckkraftheber und in Transportfahrzeugen. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, H. 2, 1991, S. 27 - 45.
- ENGLERT, G.: FCKW-freie Kunststoff-Wärmedämmplatten. -In: Landtechnik 46 (1991) Nr.3, S. 111.
- ENGLERT, G.: Welche Wärmedämmplatte? -In: Top Agrar (1991) Nr.1, S. 116 - 119.
- ENGLERT, G.; NEUHAUSER, J.: Sperrholz, Spanplatte, Hartfaserplatte. -In: Top Agrar (1991) Nr. 1, S. 122 - 125.
- ENGLERT, G.; NEUHAUSER, J.: Wir verlegen Wärmedämmplatten. -In: Top Agrar (1991) Nr. 9, S. 114 - 118.
- ESTLER, M.: Boden- und Wasserschutz in der Landwirtschaft durch umweltschonende Produktionssysteme. -In: Tagungsband zum Kongreß "Technik und Umwelt", Erfurt, 10.-12.10.1991, S. 77 - 88.
- ESTLER, M.: Conservation of Soil and Water by Using a New Tillage System for Row Crops. -In: Proceedings of the Conference "Cover Cops for Clean Water", Jackson/Tenn., 9. - 11. April 1991, S. 34 - 36.
- ESTLER, M.: Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung mechanisch-physikalischer Maßnahmen zur Unkrautregulierung. -In: KTBL-Arbeitspapier Nr. 150, "Umweltschonender Pflanzenschutz in der Landwirtschaft", Darmstadt, S. 39 - 57.
- ESTLER, M.: Technics for mechanical weed control in grain and row crops. -In: Proceedings of the 4th International Conference on Mechanization and Energy in Agriculture, Adana/Türkel, 1. - 4. Okt.1990, S. 114 - 122.
- ESTLER, M.: Schlagkräftig und bodenschonend. -In: Agrar-Übersicht 42 (1991) Nr. 3, S. 22 - 24.
- ESTLER, M.: Pfluglos bestellen: Geräte im Vergleich. -In: DLG-Mitteilungen 106 (1991) H. 9, S. 44 - 51.
- ESTLER, M.: Hacken und Striegeln wieder im Kommen (Teil 1). -In: Schwäbischer Bauer 43 (1991), H. 41, S. 26 - 27.
- ESTLER, M.: Hacken und Striegeln wieder im Kommen (Teil 2). -In: Schwäbischer Bauer 43 (1991), H. 42, S. 14 - 15.
- ESTLER, M.: Strategie einer umweltschonenden Unkrautregulierung mit reduziertem Herbizidaufwand - landtechnische Forschungs- und Entwicklungsansätze. -In: Tagungsband "Landtechnik 1991" VDI/MEG (Hrsg.), (1991), Braunschweig, S. 76 - 79.



- ESTLER, M.: Bestelltechnik unter veränderten Bedingungen. -In: Landwirtschaftskammer Hannover: Maisanbau im Wandel, Praxisinformation Grünland und Futterwirtschaft, H. 12 (1991), S. 57 - 67.
- GEYER, M.: Der Einfluß der Druckrollen auf die Einbettungsqualität von Gemüsepflanzmaschinen. -In: Gartenbauwissenschaft 56 (1991), H.1, S. 25 - 31.
- GEYER, M.: Einflußfaktoren auf den Anwacherfolg bei der Pflanzung von Gemüsejungpflanzen - (I) Der Einfluß von Jungpflanze und Anzuchtverfahren. -In: Gemüse 27 (1991), H. 1, S. 4 - 7.
- GEYER, M.: Einflußfaktoren auf den Anwacherfolg bei der Pflanzung von Gemüsejungpflanzen - (II) Der Einfluß des Pflanzverfahrens. -In: Gemüse 27 (1991), H. 4, S. 213 - 216.
- GEYER, M.: Simulation der Druckausbreitung unter Druckrollen von Gemüsepflanzmaschinen. -In: Gartenbauwissenschaft 55 (1990), H.6, S. 241 - 246.
- GEYER, M., WITTRÖCK, J. und J. MEYER: Mechanische Unkrautbekämpfung im Gemüsebau. -In: Deutscher Gartenbau 45 (1991), H. 15, S. 942 - 945.
- HILDEBRANDT, A.; SCHÖN, H.: Die Spritztechnik im Ackerbau. -In: Landbauforschung Völkenrode 1991, H. 2, S. 103 - 113.
- HILDEBRANDT, A.; SCHÖN, H.; HAMMER, W.: Veränderungen im chemischen Pflanzenschutz des Ackerbaus in den 80er Jahren. -In: Gesunde Pflanzen 43 (1991), H. 3, S. 71 - 78.
- KEMPKENS, K.; LEHMANN, B.: Wie ist die Haltung artgerecht? -In: Unser Land (1991), H. 2, S. 46 - 47.
- LEHMANN, B.; AMON, Th.; BOXBERGER, J.: Aggressionsverhalten von Sauen bei Gruppenhaltung mit Abruffütterung. -In: Landbauforschung Völkenrode (1991), Sh. 125, S. 184 - 192.
- LEHMANN, B., ZIRNGIBL, O.: Unterdachheu an einem Tag? -In: bioland 18 (1991), H. 4, S. 31.
- MEYER, J.: Entwicklungstendenzen für die Technik im Freilandgemüsebau. -In: Deutscher Gartenbau 45 (1991), H. 15, S. 940 - 941.
- MUHR, T.; DEMMEL, M.; AUERNHAMMER, H.: Positionsbestimmung von Fahrzeugen im Feld. -In: Wiegemöglichkeiten im Schlepperheckkraftheber und in Transportfahrzeugen. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan H. 2, 1991, S. 72 - 84.
- PEISL, S.: Einführung der Elektronik für die Außenwirtschaft. -In: Landtechnik 45 (1990), H. 9, S. 340.
- PEISL, S.: Elektronikeinsatz in der Außenwirtschaft. -In: Schwäb. Bauer 9 (1990), Nr. 37, S. 18 - 19.
- PEISL, S.: Elektronikeinsatz in der Außenwirtschaft. -In: Agrar - Übersicht 11/1990, S. 340.
- PEISL, S.; AUERNHAMMER, H.: Kaum Ausfälle zu verzeichnen - die Elektronik hat sich in der Praxis bewährt. -In: dlz 41 (1990), H. 12, S. 23 - 25.
- PEISL, S.; RESCH, L.: Bodendruck vermeiden. Die Maschinen sollten möglichst leicht und gut bereift sein. -In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 9 (1991), Nr.37, S. 45 - 46.
- PIRKELMANN, H.: Baulich-technische Einrichtungen und Arbeitswirtschaft in der Pferdehaltung. -In: PIRKELMANN, H.; SCHÄFER, M.; SCHULZ, H.; AHLSSWEDE, L.; SCHATZMANN, U.: Pferdehaltung. E. Ulmer-Verlag, Stuttgart, 1991, S. 74 - 160.
- PIRKELMANN, H.: Entnahme und Fütterung von Maissilage in der Rinderhaltung. -In: Mais 19 (1991), H. 4, S. 13 - 15.

- PIRKELMANN, H.: Wenn Pferde in Pension stehen. -In: Unser Land, 1991, H. 10, S. 48 - 50.
- PIRKELMANN, H.: Fütterungstechnik in der Milchviehhaltung. -In: Landwirtschaftsblatt Weser-Ems 138 (1991), H. 2, S. 6 - 12.
- PIRKELMANN, H.: Injizierte Transponder - ein neuer Weg der Tieridentifizierung.  
-In: Milchpraxis 29 (1991), H. 2, S. 86 - 91.
- PIRKELMANN, H.: Lohnt sich der Futtermischwagen?  
-In: Landfreund (Schweiz), 1991, H. 12, S. 6 - 11.
- PIRKELMANN, H.: Offenlaufställe für Pferde, ALB-Arbeitsblatt. -In: dlz 41 (1990) Nr. 11, S. 71 - 76.
- PIRKELMANN, H.: Rinder mit dem Mischwaagen füttern?  
-In: Rheinische Bauernzeitung 45 (1991), H. 36, S. 26 - 29.
- PIRKELMANN, H.: Tränkeautomaten für tiergerechte Kälberaufzucht. -In: Stall aktuell (Alfa Laval), 1991, H. 2, S. 6 - 7.
- PIRKELMANN, H.: Technik der Grassilage-Bereitung. -In: IZF-Spezial, 1991, H. 2, S. 4 - 11.
- PIRKELMANN, H.; MITTERLEITNER, H.: Großballen - Hochleistung kostet viel.  
-In: DLG-Mitteilungen 106 (1991), H. 5, S. 46 - 48.
- PIRKELMANN, H.; WENDL, G.; KERN, C.: Injectable Transponders for Identification in Animal Husbandry. ASAE Paper No. 913064. Hrsg: American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, USA, 1991.
- PIRKELMANN, H.; WENDL, G.; KERN, C.: Tiererkennung mit dem Mikrochip.  
-In: Der Tierzüchter 43 (1991), H. 5, S. 202 - 204.
- PIRKELMANN, H.; WENDL, G.; WENDLING, F.: Implantierte Chips sichern die Identität.  
-In: Landtechnik 45 (1990), H. 10, S. 379 - 382.
- PIRKELMANN, H.; WENDL, G.; WENDLING, F.: Erste Erfahrungen mit injizierbaren Transpondern in der Rinderhaltung. -In: Proceedings of the 4th. International Conference on Agricultural Engineering AG'ENG, Berlin, 24. - 26. Oct., 1990. Hrsg: VDI-AGR u. MEG. Berlin, 1990, S. 61 - 62.
- PIRKELMANN, H.; WENDL, G.; WENDLING, F.: Experiences with injected transponders in calves.  
-In: Proceedings of EC-Seminar "Automatic electronic Identification Systems", Brüssel, 17. - 19. Oct. 1990. Hrsg: EC. Brüssel, 1990.
- PIRKELMANN, H.; WENDL, G.; WENDLING, F.: Experiences with injected transponders in calves.  
-In: Report EUR 13198 EN Agriculture: Automatic electronic Identification Systems for Farm Animals, 1991, S. 53 - 60.
- REUB, M.; SCHULZ, H.; WAGNER, B.: Solar Assisted Heat Pump with Seasonal Storage. -In: Utilization of Renewable and Solar Energy for Agriculture, Report and Proceedings of Special Workshop at the 9th International Heat Transfer Conference IHTC 9, Jerusalem, 19. - 24. Aug. 1990, Ed. I., Segal, Tel Aviv, 1991, S. 33 - 42.
- REUB, M.; SCHULZ, H.; WAGNER, B.: Solar Assisted Heat Pump with Duct Storage in Donauwoerth. -In: Proceedings of the Workshop on Seasonal Thermal Energy Storage in Duct Systems, Freising, 19.-20.06.90, Z. f. angew. Geowissenschaften, H. 9, Hrsg.: KNOBLICH, K., Universität Gießen, 1990, S. 79 - 91.

- REUB, M.; TARNAWSKI, V. R.; LEONG, W. H.; WAGNER, B.; SCHULZ, H.: Heat and Moisture Interactions in High Temperature Ground Heat Storage. -In: Proceedings of the Workshop on Seasonal Thermal Energy Storage in Duct Systems, Freising, 19. - 20. Juni 1990, Z. f. angew. Geowissenschaften, H. 9, Hrsg.: KNOBLICH, K., Universität Gießen, 1990, S. 131 - 151.
- REUB, M.; FISCH, N.; HAHNE, E.; HORNBERGER, M.; LOTTNER, V.; SANNER, B.: Summary and Conclusion of the Workshop on Seasonal Thermal Energy Storage in Duct Systems in Weihenstephan, -In: Proceedings of the Workshop on Seasonal Thermal Energy Storage in Duct Systems, Freising, 19. - 20. Juni 1990, Z. f. angew. Geowissenschaften, H.9, Hrsg.: KNOBLICH, K., Universität Gießen, 1990, S. 13 - 20.
- REUB, M.; BLUMENBERG, J.; MAHR, M.; LUBOSCHIK, U.; SCHALAJDA, P.: Bau und Untersuchung eines solaren Trockners mit natürlicher Konvektion. -In: Tagungsbericht des 7ten internationalen Sonnenforums, Frankfurt, 9. - 12. Okt. 1990, Hrsg.: Deutsche Gesellschaft f. Sonnenenergie e.V., München, DGS-Sonnenenergie Verlags-GmbH, 1990, Bd. 1, S. 678 - 683.
- REUB, M.; BECK, M.; SCHULZ, H.; WAGNER, B.: Erfahrungen beim Bau und Betrieb einer Dieselmotor-Wärmepumpe mit Erdwärmespeicher und Solarabsorber. -In: Tagungsbericht des siebten internationalen Sonnenforums, Frankfurt, 9. - 12. Okt. 1990, Hrsg.: Deutsche Gesellschaft f. Sonnenenergie e.V., München, DGS-Sonnenenergie Verlags-GmbH, 1990, Bd. 1, S. 780 - 785.
- REUB, M.; BECK, M.; SCHULZ, H.; SPANNIG, J.; WAGNER, B.: Longterm Storage of Low Temperature Solar Heat in the Ground. -In: Proceedings of the 1991 ISES Solar World Congress, Denver, 19. 23. Aug. 1991, Eds.: ARDEN, M.E.; BURLEY, S.M.A., COLEMAN, M., Oxford, Pergamon Press, S. 1499 - 1504.
- REUB, M.; SCHENK, W.; SCHULZ, H.: Practical Applications of Photovoltaics in Agriculture. -In: Proceedings of the 1991 ISES Solar World Congress, Denver, 19.-23. Aug. 1991, Eds.: ARDEN, M.E.; BURLEY, S.M.A., COLEMAN, M., Oxford, Pergamon Press, S. 195 - 200.
- REUB, M.; SCHENK, W.; SCHULZ, H.: Operating Experience and Performance Measurements of a PV-System for Water-pumping and Power-supply of a Remote Stable -In: Proceedings of the 1991 ISES Solar World Congress, Denver, 19. - 23. Aug. 1991, Eds.: ARDEN, M.E.; BURLEY, S.M.A., COLEMAN, M., Oxford, Pergamon Press, S. 493 - 498.
- REUB, M.; SCHULZ, H.: Performance Measurements on two Selfbuilt Domestic Hot Water Systems. -In: Proceedings of the 1991 ISES Solar World Congress, Denver, 17. - 24. Aug. 1991, Eds.: ARDEN, M.E.; BURLEY, S.M.A., COLEMAN, M., Oxford, Pergamon Press, S. 1742 - 1748.
- REUB, M.; MÜLLER, K.: Solar Drying - a Survey of Different Technologies and their Influence on Product Quality. -In: Proceedings of the 1991 ISES Solar World Congress, Denver, 19. - 23. Aug. 1991, Eds.: ARDEN, M.E.; BURLEY, S.M.A., COLEMAN, M., Oxford, Pergamon Press, S. 2226 - 2231.
- RITTEL, L.: Der Zweitonnenhoflader contra Zweitschlepper. -In: Agrar-Übersicht 41 (1990) Nr. 11, S. 27.
- RITTEL, L.: Reithallen preiswert bauen. -In: Rheinische Bauernzeitung 44 (1990), Nr. 41, S. 20 - 22.
- RITTEL, L.: Eine Reithalle aus Holz, preiswert und zweckmäßig. -In: Pfälzer Bauer 42 (1990), Nr. 42, S. 17 - 19.
- RITTEL, L.: Milchviehställe, Grundlagen für die Planung. -In: Bauen für die Landwirtschaft (1991), Nr. 5, S. 6 - 10.
- RITTEL, L.: Reithallenbau, preiswert und zweckmäßig. -In: Bayerns Pferde 27 (1991), Nr.5, S. 19 - 23.

- RITTEL, L.: Mit Hammer und Nagel Holz verbinden. -In: top agrar (1991), Nr. 3, S. 166 - 168.
- RITTEL, L.: Wie und mit welchem Material Stallgebäude isolieren. -In: dlz (1991), Nr. 9, S. 99 - 102.
- RITTEL, L.: Einschaliges Mauerwerk. -In: Landtechnik 46 (1991), Nr. 10, S. 505 - 509.
- RITTEL, L.; NEUHAUSER, J.: Eine Alternative zum Betonboden.  
-In: Bayer.Landw.Wochenblatt 181 (1991), Nr. 6, S. 28 - 29.
- ROTTMEIER, J.; AUERNHAMMER, H.: Gewichtsermittlung in landwirtschaftlichen Transportfahrzeugen.  
-In: Wiegemöglichkeiten im Schlepperheckkraftheber und in Transportfahrzeugen. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan H. 2, 1991, S. 58 - 71.
- SCHÖN, H.: Technische Entwicklungstendenzen in der Agrarproduktion. -In: Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft - Tendenzen, Auswirkungen, Beeinflussung. Hrsg.: Schriften der Gesell. für Wirtschafts- u. Sozialwissensch. des Landbaues e.V., Münster-Hiltrup, 1990, Bd. 26, S. 23 - 29.
- SCHÖN, H.: Streiflicht: "Zur Bedeutung der Agrarelektronik". -In: Landtechnik 45 (1990), H. 10, S. 3.
- SCHÖN, H.: Haltungssysteme und Management in milchviehhaltenden Betrieben. -In: Der praktische Tierarzt 71 (1990), H. 11, S. 38 - 61.
- SCHÖN, H.: Geteilte Entwicklung - über die Zukunft der landtechnischen Forschung.  
-In: Bayer. Landw. Wochenblatt 180 (1990), H. 47, S. 33.
- SCHÖN, H.; BAUER, R.: Stoffeinträge zur Unterstützung der landw. Produktion. -In: MUNACK, H.: Beitrag der Mikroelektronik zum Umweltschutz. Hrsg.: Institut für Biosystemtechnik der FAL, Braunschweig 1990, S. 24 - 111.
- SCHÖN, H.: Wandel der Landwirtschaft - Folgerungen für die Technik. -In: Tagungsband zur Jahrestagung 1990. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, 1990, S. 7 - 22.
- SCHÖN, H.: Agrartechnische Lehre und Forschung in den 90er Jahren - Rahmenbedingungen.  
-In: agrartechnik, Berlin 41 (1991) H. 1, S. 6 - 7.
- SCHÖN, H.; HILDEBRANDT, A.; HILLE, M.: Entwicklung des chemischen Pflanzenschutzes im Ackerbau. -In: Hannov. Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung 144 (1991), H. 13, S. 26 - 30.
- SCHÖN, H.; ARTMANN, R.; SCHLÜNSEN, D.; SCHILLINGMANN, D.: Intelligente Systeme im Kuhstall.  
-In: Forschung - Mitteilungen der DFG (1991), H. 2, S. 7 - 9.
- SCHÖN, H.; ARTMANN, R.; SCHLÜNSEN, D.: Naturnahe Milchviehhaltung dank elektronischer Hilfen.  
-In: Neue Zürcher Zeitung 21./22. Sept.1991, Nr. 219, S. 11.
- SCHÖN, H.; BOXBERGER, H.: Technische Ansätze zur Entwicklung naturnaher Haltungssysteme in der Milchviehhaltung. -In: Fortschritte in der Tierzucht. Hrsg.: G. BREM, E. Ulmer-Verlag, Stuttgart, 1991, S. 61 - 88.
- SCHÖN, H.: Landwirtschaftliche Rahmenbedingungen. -In: Jahrbuch Agrartechnik 1991.  
Hrsg.: H.J. MATTHIES, F. MEIER, Frankfurt/M., Maschinenbau-Verlag 1991, S. 11 - 19.
- SCHÖN, H.; BOXBERGER, J.; PIRKELMANN, H.: Technik in der Rinderhaltung. -In: Jahrbuch Agrartechnik 1991. Hrsg.: H.J. MATTHIES, F. MEIER, Frankfurt/M., Maschinenbau-Verlag, 1991, S. 141 - 145.

- SCHÖN, H.: Changes in Agriculture and their Consequences for Agricultural Engineering.  
-In: Proceedings of the AG ENG, Berlin 24. - 26. Okt. 1990, Hrsg.: VDI-AGR/MEG, Berlin, 1990, S. 6 - 8.
- SCHÖN, H.: Neuorientierung der Landbewirtschaftung und ihre Konsequenzen für die Landtechnik.  
-In: Landtechnik 46 (1991), H. 1/2, S. 8 - 13.
- SCHÖN, H.; BAUER, R.: Einsatzbereiche und Chancen von Robotern in der Landwirtschaft. -In: Robotereinsatz in der Landwirtschaft am Beispiel des Melkens. VDI/MEG (Hrsg.) H.9(1990), S. 26 - 44.
- SCHULZ, H.: Photovoltaik für netzwerkferne Anwendungen.  
-In: Sonnenenergie und Wärmepumpe, 1991, Nr. 1, S. 11 - 16.
- SCHULZ, H.: Kleine Windkraftanlagen. Ökobuch Verlag, S. 74.
- SCHULZ, H.: Selbstbaulösungen und ökologische Baumaterialien für die Landwirtschaft.  
Stiftung ökologischer Landbau, Sonderausgabe. 1991, Nr. 54.
- SCHULZ, H.; MITTERLEITNER, H.: Erfahrungen mit landwirtschaftlichen Biogasanlagen.  
-In: Sonnenenergie und Wärmepumpe, 1991, Nr. 1, S. 33 - 37.
- SCHULZ, H.: Bau von Pferdeställen, Reithallen und Anlagen. -In: PIRKELMANN, H.; SCHÄFER, M.; SCHULZ, H.; AHLWEDE, L.; SCHATZMANN, U.: Pferdehaltung. E. Ulmer-Verlag, Stuttgart, 1991, S. 165 - 266.
- SCHULZ, H.; MITTERLEITNER, H.: Wie sinnvoll ist ein mobiles Sägewerk.  
-In: Der fortschrittliche Landwirt 69 (1991), Nr. 10, S. 7 - 8.
- SPACHMANN, H.-J.; ENGLERT, G.: Wirtschaftliche Bewertung von im landwirtschaftlichen Betrieb verfügbaren Wärmeenergieträgern. Landbauforschung Völkensrode (1991), Sh.125, S. 98 - 106.
- STREHLER, A.: Biomasse als Brennstoff-Bereitstellung und Verfeuerung - Systemübersicht und Stand der Anwendung. -In: Regenerative Energien, Betriebserfahrungen und Wirtschaftlichkeit der Anlagen in Deutschland, VDI-Berichte Nr. 851, VDI-Verlag Düsseldorf, 1991, S. 295 - 317.
- STREHLER, A.: Die Trocknung von Raps. -In: Das Rapshandbuch, 5. Auflage, Dow Elanco GmbH, München, 1991, S. 152 - 158.
- STREHLER, A.: Möglichkeiten und Potentiale zur Nutzung von Pflanzen als Träger gespeicherter Sonnenenergie - eine globale Betrachtung. Inter. Sonnenforum 9. - 12. Okt. 1990, Frankfurt/M., Tagungsbericht Bd.3, DGS-Sonnenenergieverlag München, S. 1502 - 1509.
- STREHLER, A.: Potentiale und Möglichkeiten der Wärmegewinnung aus Holz, Stroh und in der Landwirtschaft produzierten Energieträgern. -In: Umweltfreundliche Energieerzeugung durch Verfeuerung von pflanzlichen Stoffen, Kloster Banz, 6. - 7. Nov. 1990, Hrsg.: Akademie für Politik und Zeitgeschehen, Hanns-Seidel-Stiftung e.V., Reihe Agrarpolitik, 1991, S. 17 - 40.
- WENDL, G.: Investigations on Tractor Repair Costs. ASAE-Paper No.911090. Hrsg: American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, USA, 1991.
- WENDL, G.: Untersuchungen zum Verlauf und zur Struktur der Reparaturkosten von Traktoren.  
- In: VDI/MEG Kolloquium Agrartechnik, H. 10: Beiträge der Landtechnikwissenschaften für eine effiziente Landwirtschaft, Hrsg: VDI-AGR u. MEG. Düsseldorf, 1991, S. 141 - 143.
- WENDL, G.; PIRKELMANN, H.: Prozeßsteuerung für die Milchviehhaltung im Anbindestall.  
-In: Landtechnik 45 (1990) Nr. 10, S. 375 - 379.

WIDMANN, B.A.: Verwendung von Rapsöl und Rapsölmethylester als Treibstoff - Grundlagenuntersuchungen für die Entwicklung eines Qualitätsstandards für Pflanzenölkraftstoffe. Kurzfassung des Vortrags auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Fettwissenschaften, 24. - 27. Sept. 1990, -In: Fat Science Technology Nr. 11 (1990), S. 425.

WIDMANN, B.A.: Produktion, Aufbereitung und energetische Nutzung von Pflanzenölen.  
-In: Heftreihe des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, H. 33, Okt. 1990, S. 1-15.

WIDMANN, B.A.: Holz als Zukunftsbrennstoff? -In: K&L-Magazin Nr. 2 (1991), S. 66 - 72.

WIDMANN, B.A.: Rapsöl als Schmier- und Energierohstoff. -In: Das Rapshandbuch, 5. Auflage.  
Hrsg.: DowElanco GmbH. München 1991, S. 175 - 183.

WIDMANN, B.A.: Pflanzenöl als Energieträger - Kraftstoffigenschaften, Emissionen, Erfahrungen.  
-In: VDI-Berichte Nr. 851, 1991, S. 365 - 379.

ZEISIG, H.D.: Biologische Abluftreinigung an Kläranlagen. -In: Verbandsbericht Nr. 431,  
Verband Schweizerischer Abwasserfachleute (Hrsg.), Zürich, 1991, S. 1 - 2.

ZEISIG, H.D.; WOLFERSTETTER, W.: Ammoniakemissionen aus dem Stall.  
-In: Tagungsband zum Fachgespräch "Umweltschonende Verwertung von Fest- und Flüssigmist auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, H.1, 1990, S. 58 - 66.

### **Dissertationen 1991**

LEHMANN, B.: Einfluß der Gruppenhaltung mit Abruffütterung auf das Verhalten von Sauen im Vergleich zu Einzelhaltung und Gruppenhaltung mit Einzelfreßständen. MEG-Nr. 205.

### **Diplomarbeiten 1991**

BRANDMAIER, G.: Einfluß des Zweiraum-Tretmiststalles auf das Verhalten von Milchkühen im Vergleich zum Liegeboxenlaufstall.

BRUNNER, H.: Ergebnisse einer Umfrage zur mobilen Elektronik in der Außenwirtschaft.

NOMMENSEN, C.: Die Datenübertragung zwischen Prozeßrechner und Betriebsrechner im Bereich der Sauenhaltung mit Abruffütterung.

SCHUMANN, D.: Achslasten und Drehleistungsverzweigungen am Allradschlepper beim horizontalen Zug.

TUROWSKI, P.: Untersuchungen zur mechanischen Saftgewinnung aus Zuckerhirse.

WILD, K.: Systematische Untersuchungen zur Gewichtsermittlung im Schlepperheckkraftheber.

In Zusammenarbeit mit anderen Instituten von der Landtechnik Weißenstephan betreute Diplomarbeiten  
1991

BECK, M.: Untersuchungen an einer solar unterstützten Dieselmotor-Wärmepumpe mit  
Erd-Wärmespeicher.

BUCHWIESER, B.: Erarbeitung von Auslegungsrichtlinien für kleine Photovoltaikanlagen zur dezentralen Stromversorgung im ländlichen Bereich.

MAYER, H.: Auswahl der Entwicklung Konstruktion und Bau einer Rußfilterregenerationsanlage für stationärbetriebene Dieselmotore am Beispiel einer dieselmotorbetriebenen Wärmepumpe.

SPANNING, J.: Betriebserfahrung und Optimierung einer Dieselmotor-Wärmepumpe mit Erd-Wärmespeicher II.

WIRTZ, G.: Erstellung eines Computerprogramms zur Simulation photovoltaischer Wasserpumpensysteme.

## **Fachgespräche/Kolloquien an der Landtechnik Weihenstephan**

Statusseminar "Erdwärmespeicher" am 19. und 20.06.1991  
Dr. H. Schulz und Dipl.-Phys. M. Reuß

"Umweltschonende Verwertung von Fest- und Flüssigmist auf landwirtschaftlichen Nutzflächen"  
am 27. und 28.06.1990  
Prof. Dr. Dr. habil. J. Boxberger, Dipl.-Ing. agr. Gronauer, Dipl.-Ing. agr. Popp

"Wiegemöglichkeiten im Schlepperheckkraftheber und in Transportfahrzeugen" am 25.09.90  
PD Dr. Dr. habil. H. Auernhammer, Dr. H. Stanzel, Dipl.-Ing. agr. Demmel

Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan  
28.11.90, Triesdorf

"Energie aus Biomasse", Kolloquium der Arbeitsgruppe 7, Arbeitskreis 1 des Forums für Zukunftsenergien am 09.11.90  
Dr. A. Strehler

"Pelletieren von Biomasse als Brennstoff" am 14.05.91  
Dr. A. Strehler, Dipl.-Ing. agr. D. Bludau

"Präsentation einer Erdwärmespeicheranlage" am 12.09.91, Schäfstall b. Donauwörth  
Dr. H. Schulz, Dipl.-Phys. M. Reuß

"Betonschutz in Gärfuttersilos" am 15. und 16.05.91  
Dr. G. Engler, in Zusammenarbeit mit KTBL-Abteilung Bauwesen und tierische Produktion

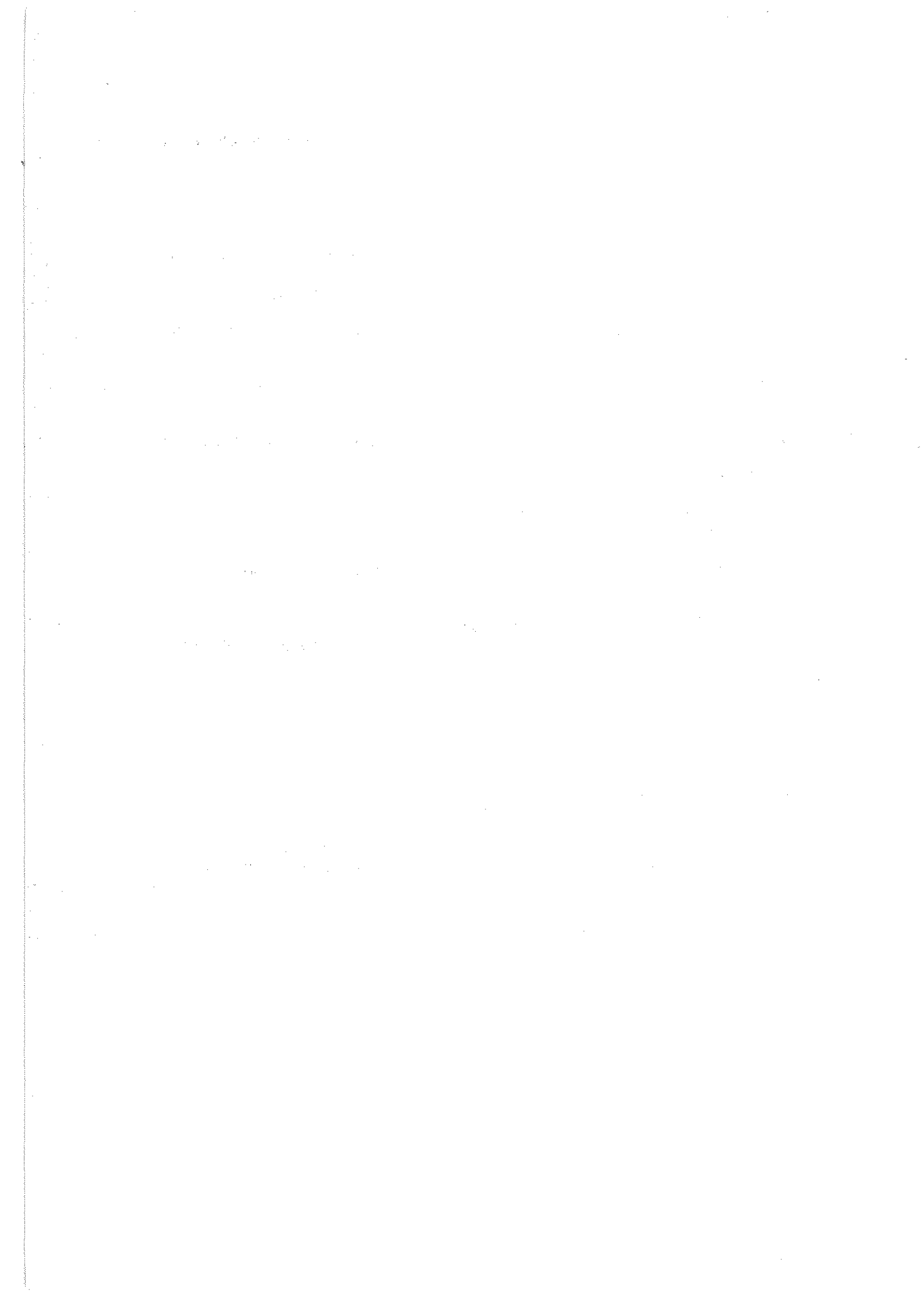
"Weihenstephaner Windenergietagung" am 27.09.91  
Dr. H. Schulz

"Emissionen der Geflügelhaltung" am 15.10.91  
Dr. H.D. Zeisig

"Silofolien und Kunststoffrecycling" am 22.10.91, Hohenkammer  
Dr. H. Schulz, in Zusammenarbeit mit der BayWa

"Rechnergesteuerte Tränkeautomaten für die Kälberhaltung" am 29. und 30.10.91  
Dr. H. Pirkelmann, in Zusammenarbeit mit KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Technik und Bauwesen in der Tierhaltung"





In der Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan sind bisher erschienen:

(mit \* gekennzeichnete Hefte sind vergriffen)

- 1/1973\* Zeisig, H.D. und Kreitmeier, J.: Ablufthauben zur Verminderung der Immissionen aus der Stallluft; 9 Seiten
- 15/1973\* .....: Jahrestagung 1973; Vortragsmanuskripte, 213 Seiten
- 1/1974\* Stanzel, H.: Untersuchungen zur Verbesserung der Maisbestelltechnik; 128 Seiten
- 2/1974\* Whitaker, J. und Zeisig, H.D.: Collection of Samples of Odorous Air from Stables; 14 Seiten
- 3/1974\* Schön, H. und Pen, C.L.: Arbeitswirtschaftliche Simulation verschiedener Melkverfahren;
- 4/1974\* Hamm, A. und Scherb, K.: Biologisch aerober Abbau in Verbindung mit Mineralisierung des Kot-Harn-Gemisches; 25 Seiten
- 5/1974\* Pirkelmann, H.: Lagern von Flüssigkeit in abgedichteten Erdbecken; 10 Seiten
- 6/1974\* Strehler, A.: Die Trocknungslufttemperatur bei der Körnermaistrocknung in ihrer Auswirkung auf Trocknungstechnik, Futterqualität und Kosten; 235 Seiten, Dissertation
- 7/1974\* Schulz, H. und Perwanger, A.: Ergebnisprotokoll über Möglichkeiten und Probleme der Strohverwertung; 26 Seiten
- 8/1974\* .....: Jahrestagung 1974; Vortragsmanuskripte, 126 Seiten
- 1/1975\* Schulz, H. und Pirkelmann, H.: Flach- und Foliensilos, Strohverwertung; 101 Seiten
- 2/1975\* Zeisig, H.D. und Langenegger, G.: Geruchsbeseitigung bei der Förderung, Lagerung und Ausbringung von Flüssigmist; 59 Seiten
- 3/1975\* Langenegger, G. und Zeisig, H.D.: Die Pumpfähigkeit von Flüssigmist, 24 Seiten
- 4/1975\* .....: Jahrestagung 1975; Vortragsmanuskripte, 142 Seiten
- 1/1976\* Auernhammer, H. und Reinholz, J.: EDV-Programmbibliothek, 39 Seiten
- 2/1976\* Lasson, E.: Untersuchungen über die Anforderungen von Rindern an die Wärme- und Härteeigenschaften von Stand- und Liegeflächen; 180 Seiten, Dissertation
- 3/1976\* Metzner, R.: Kennwerte für tiergemäße Versorgungseinrichtungen des Kurzstandes für Fleckviehkühe; 213 Seiten, Dissertation
- 4/1976\* .....: Tätigkeitsbericht 1976; 158 Seiten
- 1/1977\* Zeisig, H.D., Kreitmeier, J. und Franzspeck, J.: Untersuchungen über Erdfilter zur Verringerung der Geruchsbelastung aus Tierhaltungen; 50 Seiten
- 2/1977\* Strehler, A. und Hofstetter, E.M.: Untersuchungen über verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Stroh; 193 Seiten
- 3/1977\* .....: Tätigkeitsbericht 1977; 139 Seiten
- 1/1978\* Strehler, A.: Studien über zur Hochdruckverdichtung geeignete pflanzliche Reststoffe aus der Landwirtschaft und dem Kommunalbereich, 73 Seiten
- 2/1978\* Zeisig, H.D., Kreitmeier, J. und Langenegger, G.: Ozonbehandlung von Gülle zur Verringerung der Geruchsbelastung aus Tierhaltungen, 34 Seiten
- 3/1978\* Grimm, K., Rödel, G. und Beck, A.: Ein neues Verfahren zur Gewinnung und Verwertung des Maiskolbens in der Schweine- und Rinderhaltung, 2. Folge, 82 Seiten
- 4/1978\* Pirkelmann, H. und Wendling, F.: Untersuchungen zur Zuteilgenauigkeit des Volumendosierers bei Kraftfutter in der Milchviehfütterung, 33 Seiten

- 5/1978\* Schulz, H., Heins, F., Hofstetter, E.M., Koller, G. und Mittrach, B.: Energie; 64 Seiten
- 6/1978\* Perwanger, A. und Burgstaller, G.: Strohverwertung; 34 Seiten
- 7/1978\* .....: Tätigkeitsbericht 1978; 155 Seiten
- 1/1979\* Strehler, A., Perwanger, A., Mitterleitner, H. und Hofstetter, E.M.: Stroh- und Holzaufbereitung einschließlich Ermittlung geeigneter Trocknungsverfahren; 123 Seiten
- 2/1979\* Zeisig, H.D., Kreitmeier, J. und Holzer, A.: U-V-Bestrahlung von Stallluft in der Schweinemast; 39 Seiten
- 3/1979\* Strehler, A., Hofstetter, E.M.: Untersuchungen über verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Stroh; Endbericht zum Forschungsvorhaben ET 4117 A, 167 Seiten
- 4/1979\* .....: Tätigkeitsbericht 1979, 117 Seiten
- 1/1980\* Worstorff, H., Prediger, A., Stanzel, H. und Schulz D.: Ringelektrodengeber zur Milchmengenmessung; 22 Seiten
- 2/1980\* Zeisig, H.D., Holzer, A. und Kreitmeier, J.: Anwendung von biologischen Filtern zur Reduzierung von geruchsin-  
tensiven Emissionen; Forschungsbericht 80-1040 33 82 UBA, 100 Seiten
- 3/1980\* Hennlich, W.: Mikroflora in Flüssigmist als Parameter zur Beurteilung der Wirksamkeit desodorierender Maß-  
nahmen; Dissertation Weihestephan, 196 Seiten
- 4/1980\* Strehler, A., Hofstetter, E.M. und Heins, F.: Energiegewinnung aus Stroh; Forschungsbericht zum Vorhaben  
408-77-10 ESD, 320 Seiten
- 1/1981\* .....: Tätigkeitsbericht 1980, 68 Seiten
- 2/1981\* Schulz, H., Boxberger, J., Hammer, K. und Perwanger, A.: Gülle-Biogas, 75 Seiten
- 3/1981\* .....: Tagungsbericht von der 2. LKS-Informationstagung, 06.10.1980, 92 Seiten
- 4/1981\* .....: Bericht über das Fachgespräch "Energiegewinnung aus Stroh und Holz unter besonderer Berücksichtigung  
der geltenden Vorschriften", 234 Seiten
- 5/1981 Zeisig, H.D., Holzer, A., Kreitmeier, J., Langenegger, G., Tastel, P. und Zirngibl, O.: Analyse des elektrischen  
Leistungs- und Energiebedarfes für einige ausgewählte Bereiche der Innenwirtschaft landwirtschaftlicher  
Betriebe, 62 Seiten
- 6/1981\* .....: Bericht über das Fachgespräch "Einsatz der Nahbereichsphotogrammetrie in der Tierbeobachtung", 91  
Seiten
- 7/1981 Zeisig, H.D., Holzer, A. und Kreitmeier, J.: Anwendung von biologischen Filtern zur Reduzierung von geruchsin-  
tensiven Emissionen aus Tierkörper-Verwertungsanstalten; Forschungsbericht 81-1040 33 82 UBA, 79 Seiten
- 8/1981\* .....: Arbeitszeitkalkulation in der Landwirtschaft mit dialogfähigen EDV-Programmen an Groß- und Kleinrech-  
nern. Tagungsband zum 3. Fachgespräch des Projektbereiches A im Sonderforschungsbereich 141 "Produktion-  
stechniken in der Rinderhaltung" am 7./8.10.1981 in Weihestephan, 180 Seiten
- 1/1982\* .....: Tätigkeitsbericht 1981 der Landtechnik Weihestephan mit Vorträgen der "Landtechnischen Jahrestagung  
1981", 134 Seiten
- 2/1982\* .....: Bericht über das Fachgespräch des Projektbereiches F im Sonderforschungsbereich 141 "Produktionstech-  
niken der Rinderhaltung" - Fütterungstechnik in der Rinderhaltung, 125 Seiten
- 3/1982\* Grimm, K.: Tagungsbericht von der 3. LKS- und GPS-Informationstagung, 138 Seiten
- 1/1983\* .....: Tätigkeitsbericht 1982 der Landtechnik Weihestephan
- 2/1983\* .....: Vortragstagung des Landtechnischen Vereins e.V., Weihestephan "Güllebehandlung - Energietechnik -  
Futterkonservierung", 107 Seiten
- 3/1983\* Strehler, A.: Weiterentwicklung und praktischer Einsatz von Anlagen zur Energiegewinnung aus Holz und Stroh  
im landwirtschaftlichen Bereich (ländlicher Raum), Endbericht zum Forschungsvorhaben 03 E 5268 A, Förde-  
rung durch BMFT Bonn über KFA Jülich, 3/1983, 255 Seiten

- 4/1983\* Auernhammer, H.: Prozeßsteuerung in der Tierhaltung, 131 Seiten
- 1/1984\* .....: Tätigkeitsbericht 1983 der Landtechnik Weihestephan, 110 Seiten
- 2/1984\* Grimm, K.: Tagungsbericht von der 4. LKS- und GPS-Informationstagung, 92 Seiten
- 3/1984\* .....: Vortragstagung des Landtechnischen Vereins e.V., Weihestephan, Techniken zur Verbesserung der Grundfutterqualität im Grünlandbetrieb, 58 Seiten
- 1/1985\* .....: Tätigkeitsbericht 1984, 187 Seiten
- 2/1985 Pirkelmann, H.: Prozeßsteuerung i.d. Tierhaltung, 114 Seiten
- 3/1985\* Grimm, K.: Informations- und Tagungsbericht der 5. LKS- und GPS-Tagung, 7. Folge, 103 Seiten
- 1/1986\* Grimm, K.: Informations- und Tagungsbericht der LKS- und GPS-Tagung, 8. Folge, 60 Seiten
- 1/1987 Grimm, K. ....: Abschlußbericht GPS- und LKS-Verfahren, 9. Folge, 110 Seiten
- 2/1987\* .....: Vorträge zur Jahrestagung, 160 Seiten
- /1987 Wenner, H.L., Böhm, W., Demmel, M. und Auernhammer, H.: Elektroenergiekosten für die Landwirtschaft, 169 Seiten
- /1988 Edelmann, H., Reuß, M., Schmaischläger, Th. und Schulz, H.: Leistungsmessungen an bestehenden Solaranlagen in der Landwirtschaft, 110 Seiten
- /1988 Schulz, H., Mitterleitner, J.: Erhebung von Daten an Praxis-Biogasanlagen (Endbericht zum Forschungsvorhaben der Schweisfurth-Stiftung), 149 Seiten
- 2/1988 Zeisig, H.D., Kreitmeyer, J.: Grundlagen der Dimensionierung und Ausführung von Porenlüftungsanlagen, 25 Seiten
- 3/1988\* .....: Vorträge zur Jahrestagung 1988, 90 Seiten
- 1/1989\* .....: Vorträge zur Jahrestagung 1989, 78 Seiten
- 1/1990 Boxberger, J., Gronauer, A. u. L. Popp (Hrsg.): "Umweltschonende Verwertung von Fest- und Flüssigmist auf landwirtschaftlichen Nutzflächen" (Lieferbar Anfang 91)
- 2/1990 Auernhammer, H. u. H. Stanzel (Hrsg.): "Wiegemöglichkeiten im Schlepperheckkraftheber und in Transportfahrzeugen" (Lieferbar Anfang 91)
- 3/1990 .....: Vorträge zur Jahrestagung 1990,

