

**Sonderforschungsbereich 141
der
TU-München Weihenstephan**

**Produktionstechniken
der
Rinderhaltung**

**Forschungsbericht
1. 6. 1974 - 31. 5. 1976**

Juni 1976

Sonderforschungsbereich 141
der
TU - München Weihenstephan

PRODUKTIONSTECHNIKEN DER RINDERHALTUNG

Forschungsbericht

1.6.1974 - 31.5.1976

Landtechnik Weihenstephan
der TU - München - Weihenstephan

Juni 1976

Forschungsbericht 1.6.74 - 31.5.76

Bezeichnung des Sonderforschungsbereiches

"Produktionstechniken der Rinderhaltung"

Sprecherhochschule

TU - München/Weihenstephan

Sprecher

Prof. Dr. Heinz Lothar Wenner

Sekretariat des SFB

Dr. Manfred Schurig

Dienstanschrift

Institut für Landtechnik
805 Freising
Vöttinger Straße 36

Dienstanschrift

Bayer. Landesanstalt für Landtechnik
805 Freising
Vöttinger Straße 36

Telefon

08161/71440

Telefon

08161/71452

Freising, 30.6.1976

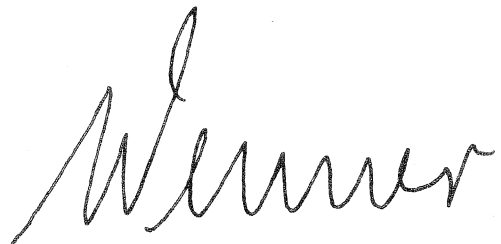


Sprecher des SFB

Der Sonderforschungsbereich 141 legt hiermit seinen zweiten Forschungsbericht vor, der einen Überblick über die erzielten Ergebnisse und den Stand der Forschungsarbeiten für den Zeitraum vom 1.6.1974 bis 31.5.1976 gibt.

Diese Zwei-Jahres-Arbeitsphase erscheint für einen kontinuierlichen Fortgang der Arbeiten und die Bereitstellung umfassender Ergebnisse als zu kurz, um den langfristig angelegten Forschungsarbeiten des Sonderforschungsbereiches gerecht zu werden. Darüber hinaus beeinflussten die einschneidenden Mittelkürzungen 1975 und 1976, die kurzfristig zu Umdispositionen nicht nur im Sachprogramm sondern auch im Personalbereich führten, den Fortgang der Arbeiten nachteilig.

Wenn in dem jetzt vorliegenden Bericht trotzdem auf eine Vielzahl von bedeutenden Ergebnissen verwiesen wird, so ist das dem hohen Verantwortungsbewußtsein und einer in den vergangenen Jahren herangewachsenen Teamarbeit aller beteiligten Mitarbeiter zu danken, die mit außerordentlichem Engagement die Arbeiten vorantrieben; auch in der stark gestiegenen Zahl der Veröffentlichungen findet das seinen sichtbaren Ausdruck.



Prof. Dr. H.L. Wenner

Sprecher

Projektbereich A

Prozeßanalyse und Systemoptimierung der Produktionsverfahren in der Rinderhaltung. 4

Leiter: Prof. Dr. H.L. Wenner

Projektbereich F

Technologien zur optimalen Futterkonservierung, Lagerung und Fütterung. 50

Leiter: Dr. H. Pirkelmann, OLR

Projektbereich G

Untersuchungen zur optimalen Gestaltung des maschinellen Milchentzuges durch programmgesteuerte Melkanlagen. 87

Leiter: Dr. H. Schön, akad. Oberrat

Projektbereich H

Technologien der Dungbeseitigung und Immissionsschutz bei größeren Nutztierbeständen. 154

Leiter: Dr. Ing. H.D. Zeisig, OBR

Projektbereich I

Anwendung neuer Werkstoffe, verbesserter und verbilligter Bauweisen und Konstruktionen für landwirtschaftliche Betriebsgebäude und bauliche Anlagen. 167

Leiter: Dr. H. Schulz, Landwirtschaftsdirektor

Projektbereich L

Ermittlung von Kennwerten für die optimale Stallhaltung von Rindern. 216

Leiter: Dr. J. Boxberger, LR

Darstellung des Bestandes an Teilprojekten

Teilprojekt	73	74	75	76	77	78	79	
A 1	—————▶							
A 2		—————						
A 3	—————▶							
A 4			xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx				—————▶	
A 5					—————▶			
F 2	—————▶							
F 3					—————▶			
F 5		—————			—————▶			
F 6		—————			—————▶			
F 7		-----xxxxxxx-----		—————▶				
F 8					—————▶			
G 1	—————▶							
G 2	—————▶							
G 3			—————				—————▶	
G 4	—————▶							
G 5				—————▶				
G 7	—————							
G 8	—————							
G 9	—————▶							
G 10					—————▶			
H 1		—————			—————▶			
H 6			xxxxxx		—————▶			
H 9					—————▶			
I 1	—————▶							
I 2	—————▶							
L1/L3	—————▶							
L4/L5			-----xxxxxxx-----				—————▶	
L 7					—————▶			
L 8						—————▶		
Z	—————▶							

Zeichenerklärung: ————— volles Arbeitsprogramm
 ----- reduziertes Arbeitsprogramm
 xxxxxx zurückgestellte Arbeiten

Abgeschlossene Teilprojekte:

- A 2 Seite 30
- A 3 Seite 39

Projektbereich A

Prozeßanalyse und Systemoptimierung der Produktionsverfahren in der Rinderhaltung

Leiter: Prof.Dr.H.L. Wenner
Institut für Landtechnik und Bayer.Landesanstalt für Land-
technik
8050 Freising, Vöttingerstr. 36
Tel. 08161/71440

Antrag vom 5.4.1976 S. 48 - 78

Entsprechend dem Forschungsantrag vom 5.4.1976 sollten im Antragszeitraum 1975 - 1977 die Forschungsaktivitäten in allen Teilprojekten des Projektbereiches A zielstrebig fortgesetzt werden. Die angespannte Finanzsituation in den Jahren 1975 und 1976 sowie die Verkürzung des Bewilligungszeitraumes auf 2 anstelle der vorgesehenen 3 Jahre mußten jedoch zu einer Änderung der Forschungsstrategie führen.

Der wichtigste Punkt dieser neuen Situation war dabei der einstimmige Beschluß einer außerordentlichen Delegiertenversammlung, neu in Angriff zu nehmende Teilprojekte zu stornieren, um den schon im SFB tätigen Wissenschaftlern der Ergänzungsausstattung die Weiterarbeit zu ermöglichen. Darüber hinaus sollte versucht werden, die Aktivitäten der externen Mitarbeiter am SFB frühzeitiger als vorgesehen zu Ende zu bringen.

Für den Projektbereich A bedeutete dies die uneingeschränkte Weiterarbeit in A 1. Dagegen war im Teilprojekt A 2 durch eine Einengung des Forschungszieles ein vorzeitiger Abschluß anzustreben. Die fehlenden Ergebnisse sollen zu einem späteren Zeitpunkt im Teilprojekt A 5 erarbeitet werden. Auch für das Teilprojekt A 3 war nach dem genannten Beschluß eine Einengung des Forschungszieles notwendig und für das Teilprojekt A 4 bedeutete eine vollständige Zurückstellung auf die Antragsjahre 1977 - 1979.

Diese Situation innerhalb des Projektbereiches A muß bei den nun folgenden Arbeits- und Ergebnisberichten der einzelnen Teilprojekte beachtet werden.

Teilprojekt A 1

Durchführung der Prozeßanalyse für die Verfahren der Rinderhaltung hinsichtlich des Arbeitszeitbedarfes, des Kapitalbedarfes und des Energiebedarfes

Leiter: Prof.Dr.H.L. Wenner
Institut für Landtechnik und Bayer.Landesanstalt für
Landtechnik
8050 Freising, Vöttingerstr. 36
Tel. 08161/71440

Mitarbeiter: Auernhammer, H., Dr.agr.
Ayik, M., Dr.agr.
v.Heyl, L., Dr.agr.
v.Henneberg, B., Dipl.-Ing.agr.
Krunner, L., Dipl.-Ing.agr., LR

Antrag vom 5.4.1976 S. 50 - 61

Auch im Antragszeitraum 1975 - 1977 nahm die methodische Arbeit im Teilprojekt A 1 einen breiten Raum ein. Sie wurde aber bei den Fragestellungen nach dem Arbeitszeit- und dem Energiebedarf durch umfangreiche Untersuchungen mit den neu erarbeiteten Methoden ergänzt und führte alleine im Teilprojekt A 1 zu 3 abgeschlossenen Dissertationen. Auf sie wird im folgenden an der jeweiligen Stelle verwiesen. Um jedoch die Übersichtlichkeit zu wahren, wird der Bericht in die drei Problemkreise der Arbeitszeitbedarfsermittlung, der Kapitalbedarfsermittlung und der Energiebedarfsermittlung getrennt.

1. Analyse des Arbeitszeitbedarfes in der Rinderhaltung

Dieser Problemkreis wird bearbeitet von

Dr. H. Auernhammer
Dipl.-Ing.agr. B.v. Henneberg
Prof.Dr. H.L. Wenner

und erbrachte im Forschungszeitraum 1975 - 1976 die Dissertation von AUERNHAMMER (1):

Eine integrierte Methode zur Arbeitszeitanalyse, Planzeiterstellung und Modellkalkulation landwirtschaftlicher Arbeiten, dargestellt an verschiedenen Arbeitsverfahren der Bullenmast.

Zielsetzung

In der Rinderhaltung stellen der Arbeitszeitbedarf und damit die Kosten der Arbeitserledigung einen bedeutsamen Anteil an den

Produktionskosten dar. Jede Einsparung beim Arbeitszeitbedarf führt deshalb zu einer Verringerung des Aufwandes und damit zu einer Verbesserung der Produktivität. Zur Einleitung gezielter Rationalisierungsmaßnahmen müssen aber jene Stellen des Produktionsablaufes bekannt sein, welche den höchsten Effekt erwarten lassen.

Deshalb müssen gezielte Untersuchungen an allen Arbeitsverfahren der Rinderhaltung Aufschluß über den Produktionsablauf und über die auf ihn einwirkenden Faktoren durchgeführt werden. Dazu reichen aber die bisher benützten Methoden nicht mehr aus, weil sie den Zeitaufwand nicht differenziert genug erfassen können, oder weil sie den Arbeitsablauf der Praxis vollständig außer Acht lassen.

Das erste Ziel aller Bemühungen im Teilprojekt A 1 war deshalb die Erarbeitung einer Methode zur Arbeitszeitanalyse in der Praxis. Eine derartige Methode befriedigt aber noch nicht vollständig, wenn sie nicht auch allgemeingültige Aussagen für Arbeitsverfahren unter gleichen Bedingungen zuläßt. Deshalb war ein weiteres Ziel die Einarbeitung der Möglichkeit zur Erstellung von universell anwendbaren Planungsdaten in einer Gesamtmethode. Diese sollte dann auch exakte Untersuchung der auf den Zeitbedarf einwirkenden Faktoren zulassen, um damit schon im Modell die erforderlichen Maßnahmen zur Arbeitszeiteinsparung erarbeiten zu können, welche für einen optimalen Produktionsablauf notwendig sind.

Die erarbeitete Methode

Während im Zeitraum bis 1974 die methodischen Grundlagen zur Ist-Analyse und zur Modellkalkulation erarbeitet wurden, galten die Bemühungen der vergangenen 2 Jahre der Zusammenfügung und Verfeinerung dieser Einzelschritte einer integrierten Methode der Ist-Analyse, der Planzeiterstellung und der Modellkalkulation. Diese Gesamtmethode liegt nunmehr vor (Abb. 1).

Bei dieser Methode steht der praktische Betrieb im Mittelpunkt der Betrachtungen. An ihm werden die Untersuchungen durchgeführt und auf ihn wirken die gefundenen Ergebnisse wieder ein. Dabei wird auf der einen Seite die Ist-Situation der Betriebe untersucht. Auf der anderen Seite werden betriebsspezifische Modelle erstellt, welche der jeweiligen Ist-Situation gegenübergestellt werden können oder diese Modelle werden mit allgemeingültigen Einflußgrößen belegt und erlauben dann allgemeingültige Aussagen über die darin dargestellten Arbeitsverfahren. Das Wesentliche aber ist, daß beide Methoden auf die nur einmal erhobenen Daten in der Praxis aufbauen. Dabei erlauben die in einem Betrieb durchgeführten Zeitaufnahmen mit ihren Wiederholungen die betriebsspezifische Ist-Analyse mit Aussagen über den Zeitaufwand insgesamt, den Zeitaufwand für Tätigkeiten und Tätigkeitsunterbrechungen und den Zeitaufwand für einzelne Arbeitselemente.

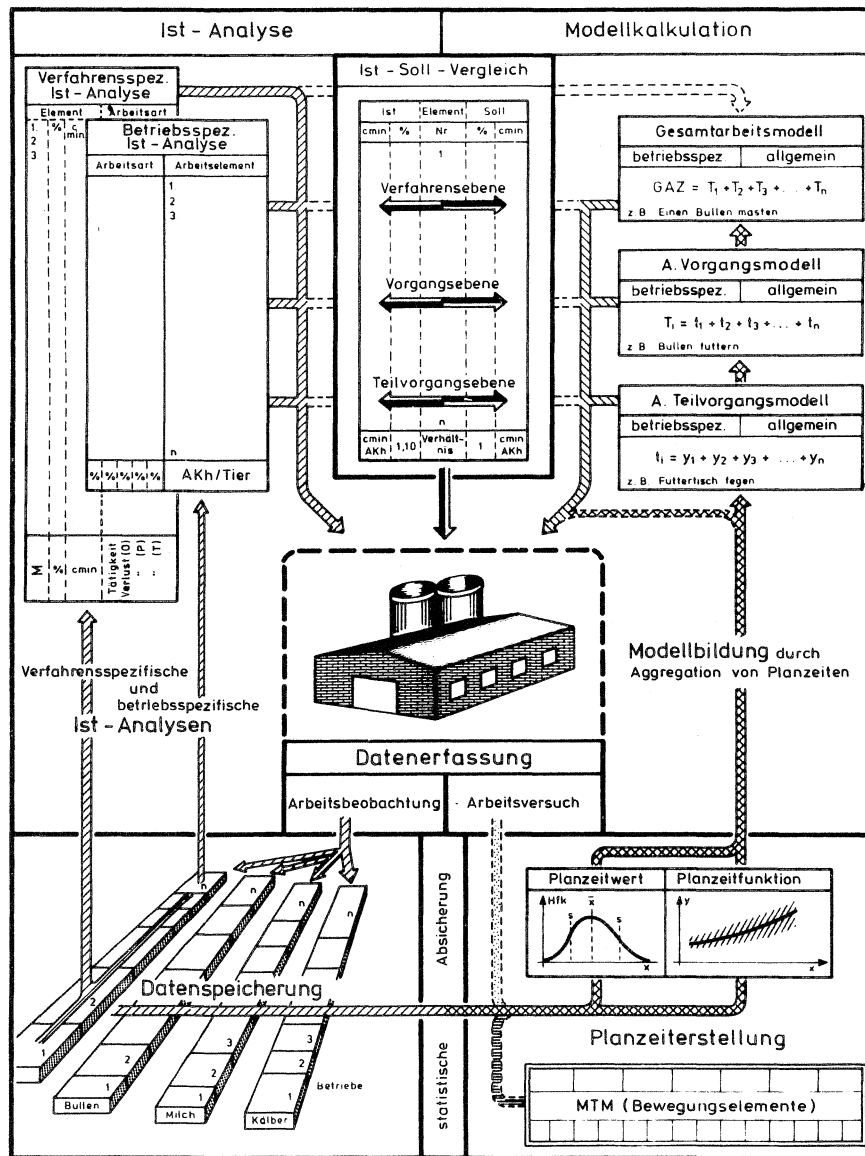


Abbildung 1: Die Arbeitszeitanalyse in der Landwirtschaft

Werden dagegen mehrere Betriebe mit gleichen Arbeitsverfahren untersucht, so können in dieser verfahrensspezifischen Ist-Analyse exakte Werte über den tatsächlichen Zeitaufwand in der Praxis ermittelt werden. Es wird aber auch möglich, den Anteil der verfahrensspezifischen Stör- und Verlustzeiten zu ermitteln und daraus die Zuschlagsfaktoren für die Modelle abzuleiten.

Die für die Ist-Analysen erhobenen Daten können aber auch für Modellkalkulationen verwendet werden, wenn sie nach einheitlichen Grundsätzen gemessen werden. Dann stellen sie nämlich Zeitbedarfswerte für identische Arbeitselemente dar, welche im Zeitverbrauch die unterschiedlichen, in der Praxis üblichen Einflußgrößen der Arbeitspersonen und der örtlichen Verhältnisse beinhalten. Über die statistische Absicherung werden sie zu praxisnahen Planzeiten und sind damit den in aufwendigen Arbeitsversuchen erhobenen Daten gleichwertig.

Für die Modellbildung wurde in dieser Methode eine hierarchische Aggregation eingeführt, welche im ersten Schritt die zu einem in sich geschlossenen Arbeitsablauf notwendigen Planzeiten zu einem Teilvorgangmodell zusammenschließt. Aus mehreren Teilvorgangsmo-
dellen können dann Vorgangsmo-
delle und daraus schließlich die für einen Produktionszweig möglichen und sinnvollen Gesamtarbeits-
modelle gebildet werden. Alle Modellebenen greifen damit auf nur einmal vorhandene Planzeiten zurück. Zudem sind sie alle mit allgemein gültigen Einflußgrößen versehen und tragen somit universell anwendbaren Modellcharakter. Diese Einflußgrößen können aber auch mit betriebsspezifischen Einflußgrößen überschrieben werden, wodurch jedes Modell zum betriebsspezifischen Modell wird.

Da es sich bei der gesamten Methode um umfangreiche Kalkulations- und Sortierarbeiten handelt, wurden alle methodischen Schritte durch EDV-Programme ergänzt. Derzeit wird an einer Datenbank für Planzeiten und Modelle gearbeitet, welche die Übernahme von extern gespeicherten Daten in ein universelles Rechenprogramm erlaubt und gleichzeitig die Funktion der Dokumentation übernehmen kann.

Ergebnisse der Analysen aus der Bullenmast

Innerhalb der Analyse des Zeitaufwandes in der Bullenmast wurden 21 Betriebe untersucht. Sie verteilten sich auf die in Abbildung 2 dargestellten Haltungsverfahren.

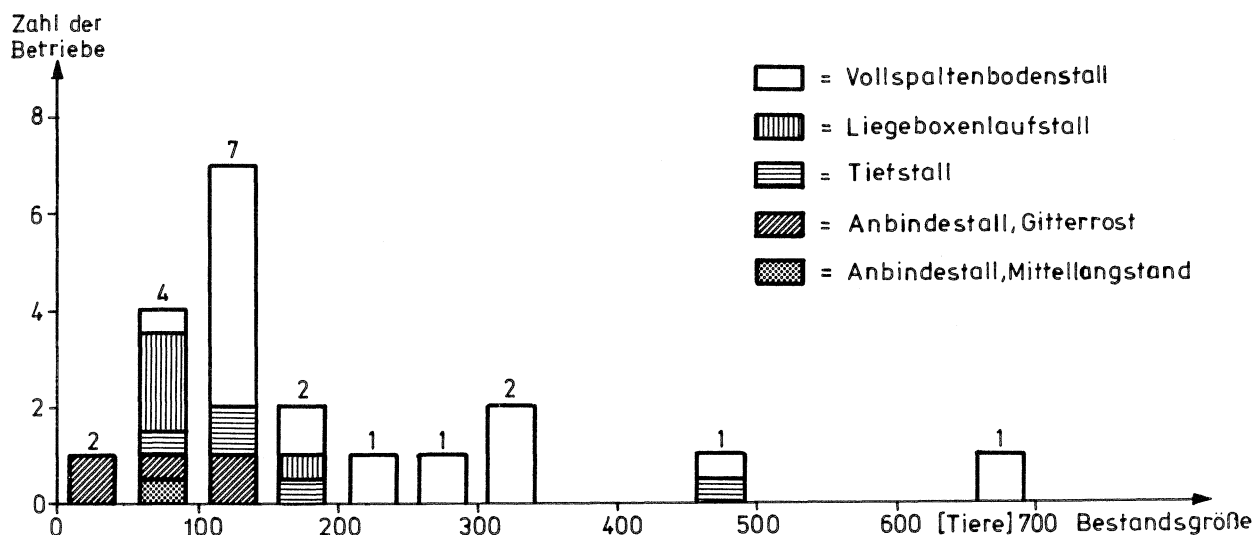


Abbildung 2: Bestandsgrößen und Aufstallungsarten bei den untersuchten Betrieben der Bullenmast (n = 21)

Die Auswahl der Betriebe erfolgte aufgrund der relativ geringen Zahl von spezialisierten Bullenmastbetrieben im süddeutschen Raum nicht nach dem Zufallsprinzip, sondern es wurde versucht, derzeit relevante Haltungsverfahren zumindestens einmal zu erfassen. Zum Teil lagen dabei auch mehrere Haltungsverfahren im gleichen Betrieb vor, wie es die Angabe halber Betriebe auf Abbildung 2 zeigt. Insgesamt zeigt sich jedoch eine eindeutige Vorherrschaft des Vollspaltenbodenstalles bei Bestandsgrößen über 100 Bullen. Gleichzeitig wird deutlich, daß die derzeitigen Bestandsgrößen in der Mehrzahl zwischen etwa 70 und 200 Tieren liegen und daß Betriebe mit über 300 Bullen die Ausnahme darstellen.

Werden nun die aufgrund der Zeitaufnahmen ermittelten Zeitaufwandsergebnisse je Tier und Fütterung als Vergleichszahlen aller Betriebe über der Bestandsgröße aufgetragen, dann ergibt sich die Situation von Abbildung 3.

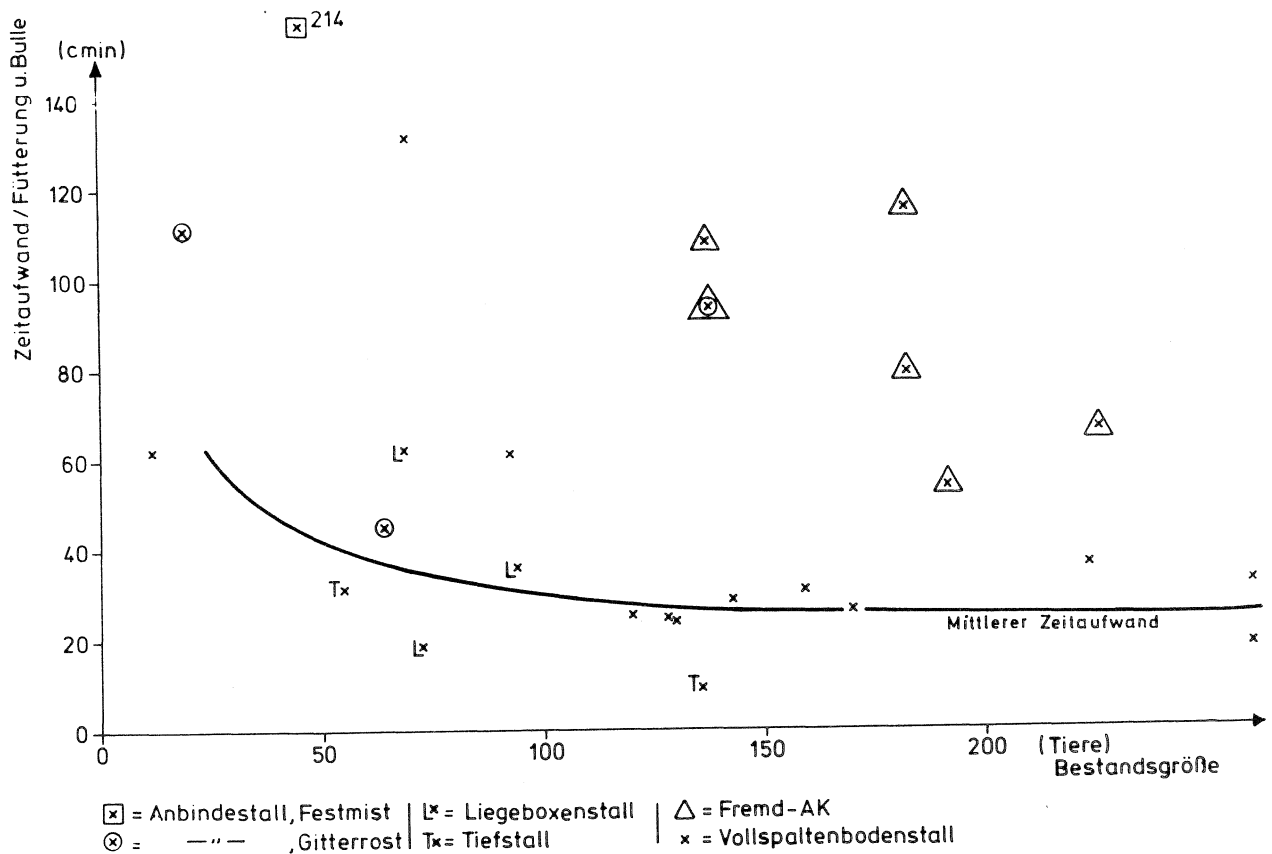


Abbildung 3: Der Zeitaufwand/Bulle und Fütterung in den analysierten Betrieben in Abhängigkeit von der Bestandsgröße (21 Betriebe mit insgesamt 26 Stalleinheiten)

Darauf zeigt sich die erwartete Degression des Zeitaufwandes in Abhängigkeit von der Bestandsgröße auf etwa 0,3 Akmin/Bulle und Fütterung. Sie wird jedoch schon ab etwa 100 Tieren Bestandsgröße erreicht und auch bei größeren Tierbeständen nimmt sie nur noch unwesentlich ab. Wichtig ist auch die Tatsache, daß in Betrieben mit Fremdarbeitskräften in allen Fällen ein höherer Zeitaufwand je Bulle und Fütterung benötigt wird als in den Betrieben mit eigenen Arbeitskräften. Zum Teil beträgt der Mehraufwand bis zu 300 % und kann nur dadurch erklärt werden, daß neben einer grundsätzlich schlechteren gerätetechnischen Ausstattung schlechtere Arbeitsmethoden und uneinheitlichere Futtergrundlagen die Ursachen des ungünstigen Abschneidens darstellen.

Diesen Ergebnissen aus der Ist-Analyse stehen nun die Modellkalkulationen gegenüber. Ist-Soll-Vergleiche an Einzelbetrieben zeigten dabei Abweichungen von bis zu 10 %, wobei das Modell immer unterhalb des Ist-Ergebnisses lag. Werden die bei den Ist-Analysen ermittelten 10 % Zeitaufwandsanteil für Verlustzeiten den Modellen zugeschlagen, dann sind demnach Ist- und Soll nahezu identisch. Für die reinen Tätigkeitszeiten erbrachten die Modellkalkulationen die auf Abbildung 4 dargestellten Abhängigkeiten.

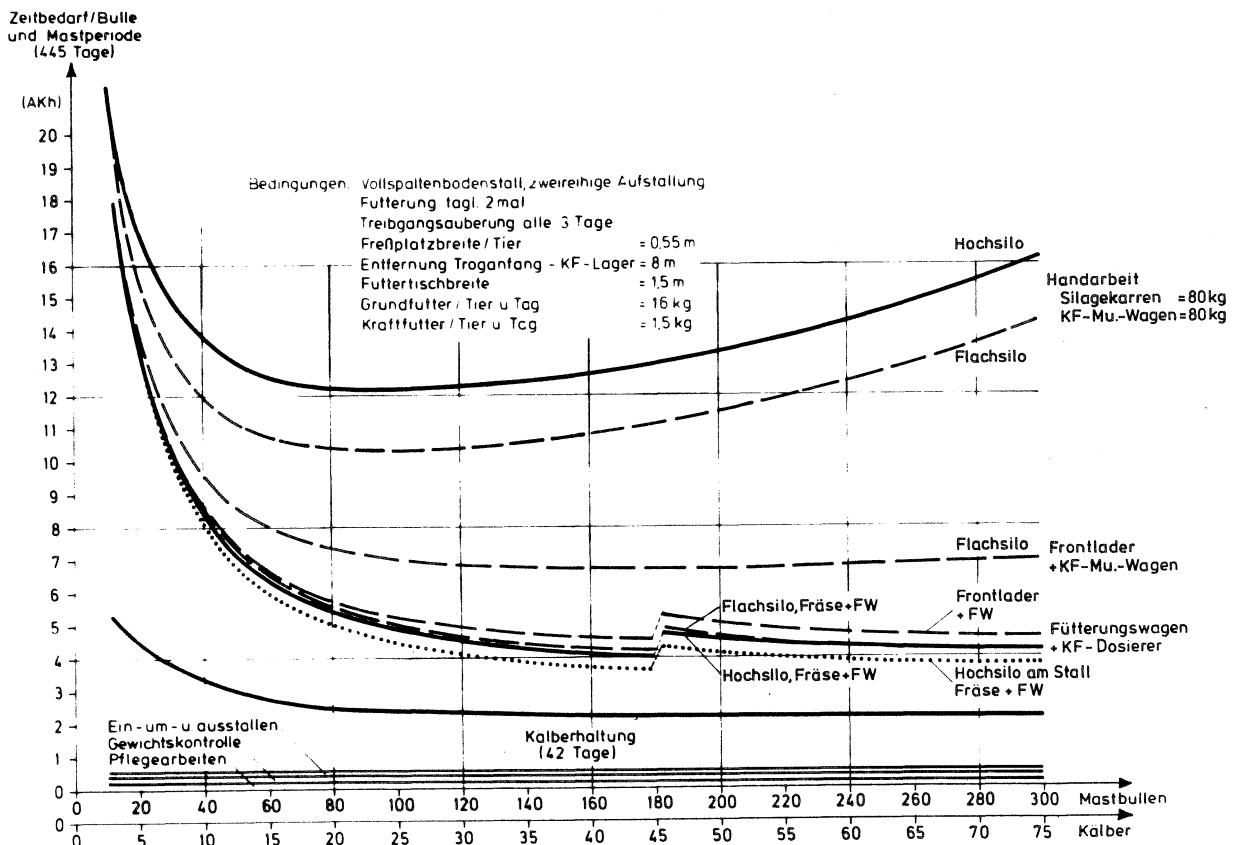


Abbildung 4: Der Zeitbedarf in der Bullenmast bei verschiedenen Arbeitsverfahren in Abhängigkeit von der Bestandsgröße (Entfernung Stall - Silo = 40 m)

Dabei gilt die Bedingung, daß eine Mastperiode 445 Tage umfaßt und damit jedes Tier etwa 15 Monate im Betrieb ist. Von dieser Gesamtmastdauer entfallen 42 Tage auf die Kälberhaltung (Frühentwöhnung).

Den höchsten Zeitbedarf erfordert nach diesen Kalkulationen die Handarbeit in Verbindung mit dem Hochsilo mit etwa 12 Akh/Bulle und Mastperiode bei der günstigsten Bestandsgröße von 80 Tieren. Das gleiche Arbeitsverfahren in Verbindung mit dem Flachsilo bringt eine Senkung des Zeitbedarfes auf etwa 10,5 Akh/Bulle und Mastperiode.

Kommt der Frontlader für die Silageentnahme und den Transport zum Einsatz, dann kann der Zeitbedarf ab etwa 120 Tieren Bestandsgröße auf 7 Akh/Bulle und Mastperiode gesenkt werden. Eine weitere Senkung wird möglich, wenn der Futterwagen mit Kraftfutterdosierer zum Einsatz kommt. Dann ist es möglich, schon ab etwa 80 Tieren Bestandsgröße auf einen Zeitbedarf von 6 Akh zu kommen und diesen ab etwa 160 Tiere auf 4 Akh/Bulle und Mastperiode zu senken. Darunter ist nur zu gelangen, wenn das Silo unmittelbar am Stall steht und evtl. noch größere Fütterungswagen zum Einsatz gelangen.

Aus diesen Ergebnissen lassen sich nun wichtige Hinweise auf die weiteren Forschungsarbeiten ableiten. Sie beziehen sich in methodischer Hinsicht auf das eigene Teilprojekt und in praktischer Hinsicht auf die anderen am SFB beteiligten Projekte.

Folgerungen für die laufenden Arbeiten

Folgerungen für die Methodik der Arbeitszeitanalyse

Die im Rahmen dieses Teilprojektes erarbeitete Methode der Arbeitszeitanalyse hat die in sie gesetzten Erwartungen und Forderungen weitgehend erfüllt. Daß sie geeignet ist, die Fragen nach den Zeitbedarf in der Rinderhaltung und in anderen Produktionsbereichen der Landwirtschaft systematisch bearbeiten zu können, beweist nicht zuletzt die Tatsache, daß sie in fast identischer Form vom KTBL angewendet wird.

Problematisch ist derzeit nur noch die Speicherung der immer umfangreicher werdenden Datenmengen. Daran muß im nun laufenden Forschungszeitraum intensiv gearbeitet werden. Notwendige Absprachen mit dem KTBL haben dazu schon stattgefunden und auch die Programmtechnik zur Übernahme von Daten in funktioneller Darstellung aus einer Datenbank ist in den Grundzügen vorhanden.

Folgerungen aus den Analyseergebnissen

Aufgrund der umfangreichen methodischen Arbeiten konnten bisher nur Modellkalkulationen mit konstanten Einflußgrößen bei unterschiedlichen Bestandsgrößen und ausgewählten Arbeitsverfahren durchgeführt

werden. Die dabei erzielten Ergebnisse bestätigen die ermittelten Zeitaufwandswerte der durchgeführten Ist-Analysen und können damit als Hinweis auf die Richtigkeit der Methode gedeutet werden. Sie zeigen aber auch, daß technische Bemühungen um eine weitere Senkung des Zeitbedarfes in der Bullenmast nur noch einen geringen Erfolg zeigen können, solange der Anteil des Zeitbedarfes für die Kälberhaltungsperiode bei etwa 2,5 Akh/Bulle und Mastperiode liegt.

Deshalb müssen Untersuchungen in der Kälberhaltung einsetzen, um grundlegende Erkenntnisse über den Tränkvorgang zu bekommen (Projektbereich L). Gleichzeitig muß nach Handlungs- und Mechanisierungsverfahren gesucht werden, welche eine wesentliche Zeitbedarfs-senkung in der Kälberhaltungsperiode erlauben (Projektbereich F). Ebenso wird es erforderlich, nach neuen Handlungsformen zu suchen (Kälberfrühentwöhnungsbetriebe) und dafür die geeigneten Gebäude (Projektbereich I) sowie die der Umwelt zuträglichen Entmistungsmöglichkeiten (Projektbereich H) zu erforschen.

Veröffentlichungen:

- (1) Auernhammer, H. Methodik zur Erstellung von Planzeiten
 Schön, H. am Beispiel Bullenmast
 v.Henneberg, B.: in: Die Landarbeit, Bad Kreuznach 1974
 25. Jahrgang, 6 - 9
- (2) Auernhammer, H.: Die Planzeitaggregation zu Arbeitsvorgängen,
 dargestellt an den Handlungsverfahren der
 Bullenmast
 in: Wiss.Hefte der Studiengesellschaft für
 landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft
 e.V. (1975) Heft 4, S. 125 - 138
- (3) Auernhammer, H. Konzeption eines Systems der überbetrieblichen
 Schön, H.: arbeitswirtschaftlichen Datenermittlung
 und Datenfortschreibung
 in: Wiss.Hefte der Studiengesellschaft für
 landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft
 e.V. (1975) Heft 4, S. 111 - 124
- (4) Henneberg, v.B.: Planzeiten für die Kälbermast
 in: Wiss.Hefte der Studiengesellschaft für
 landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft
 e.V. (1975) Heft 4, S. 139 - 152

Vorträge:

- (1) Auernhammer, H.: Die Planzeitaggregation zu Arbeitsvorgängen,
 dargestellt an den Handlungsverfahren der
 Bullenmast
 Wiss.Seminar der Arbeitsgruppe Arbeits- und
 Verfahrenswissenschaften in der Studien-
 gesellschaft für landwirtschaftliche Arbeits-

wirtschaft e.V., Göttingen 2.4.1975

- (2) Auernhammer, H. Konzeption eines Systems der überbetrieblichen arbeitswirtschaftlichen Datenermittlung und Datenfortschreibung
Schön, H.: Wiss.Seminar der Arbeitsgruppe Arbeits- und Verfahrenswissenschaften in der Studiengesellschaft für landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft e.V., Göttingen 2.4.1975
- (3) Henneberg, v.B.: Planzeiten für die Kälbermast
 Wiss.Seminar der Arbeitsgruppe Arbeits- und Verfahrenswissenschaften in der Studiengesellschaft für landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft e.V., Göttingen, 2.4.1975

Wissenschaftliche Kontakte:

KTBL-Arbeitssitzungen in Darmstadt im Oktober 1974, Juli 1975 und Oktober 1975

Mehrere Arbeitsgespräche mit den Sachbearbeitern für das bayerische Datenbanksystem "BALIS" Herrn Haimerl, Miller und Wolfahrt beim Bayer.Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in München.

2. Die Ermittlung des Gebäudekapitalbedarfes bei der Rinderhaltung

Dieser Problemkreis wird bearbeitet von:

Dipl.-Ing.agr. L.Krinner
Prof.Dr. H.L. Wenner
Dr. H. Auernhammer

Bedingungen für die Kapitalbedarfsermittlung in der Landwirtschaft

Die Angaben über die Höhe des Kapitalbedarfes in der Rinderhaltung bewegen sich in einem breiten Rahmen. Dies ist im wesentlichen auf folgende Ursachen zurückzuführen:

- individuelle Planung und Herstellung der Betriebsgebäude, so daß mit Ausnahme der Fertigställe hierfür keine Richt- oder Listenpreise existieren.
- verschiedene bauliche Lösungsmöglichkeiten
- Unterschied in der baulichen und technischen Ausstattung der Produktionsanlagen

- aufgrund von Markteinflüssen, z.B. globale und regionale Konjunkturschwankungen und Inflation unterliegen die geforderten Preise für Bauleistungen einem ständigen Wandel. Preisangaben haben daher immer nur örtlich und zeitlich eng begrenzten Aussagewert
- unterschiedliche Ermittlungsmethoden

Bei der Ermittlung des Kapitalbedarfes müssen diese Gegebenheiten berücksichtigt werden.

Derzeit übliche Ermittlungsmethoden

Zur Ermittlung und zum Vergleich von Preisen für Gebäude und bauliche Anlagen bedient man sich verschiedener Methoden (DIN 276). Diese werden dort als "Herstellungskosten" bezeichnet:

Preisschätzung aufgrund von Erfahrungswerten ("empirische Methode"). Der Gesamtpreis von Gebäuden mit gleichen Merkmalen wird auf eine einheitliche Bezugsgröße (m^3 , umbauter Raum, m^2 Nutzfläche oder Stallplatz) umgerechnet und hierfür ein Durchschnittspreis gebildet. Dieser dient als Grundlage für Schätzungen. Mit dieser Methode kann bei guter Kenntnis der Marktlage ein grober Anhaltswert über die absolute Höhe des Kapitalbedarfes gewonnen werden. Eine Ermittlung der Ursachen unterschiedlicher Preise ist dadurch nicht möglich.

Preisvoranschlag aufgrund von Ausschreibungsunterlagen ("Additionsmethode"). Nach exakten Massenermittlungen werden detaillierte Ausschreibungen für landwirtschaftliche Betriebsgebäude vorgenommen. Um die Ergebnisse der Ausschreibungen allgemein anwenden zu können, werden für alle im Bereich des landwirtschaftlichen Bauwesens vorkommenden Teilleistungen Angebote verschiedener Bauunternehmer eingeholt, aus denen je Position ein mittlerer Einheitspreis gebildet wird. Anhand von Modellen mit exakten Massenangaben können durch Addition der mittleren Einheitspreise Mittelpreise für verschiedene Aggregationsstufen bis hin zur Gesamtanlage gebildet werden.

Voraussetzungen für die Zuverlässigkeit dieser Methode sind:

- genügend große Menge an Angeboten bei regional ausreichender Differenzierung
- ständige Datenpflege durch Auswertung von Ausschreibungen
- Vollständigkeit und Einheitlichkeit aller Ausschreibungen nach gleichen Leistungsbeschreibungen, z.B. nach dem Standardleistungsbuch und Übernahme der Einheitlichkeit durch die Bieter.

Preisfeststellung aufgrund von Abrechnungen in Anlehnung an die technische Nachkalkulation in Baubetrieben (Analytische Methode). Anhand von Rechnungsunterlagen und Arbeitszeitaufzeichnungen wird der Aufwand für Gebäude getrennt nach Baumaterialien und Verarbeitungsaufwand erfaßt, untergliedert in verschiedene Bauabschnitte. Um diese Daten allgemein anwenden zu können, werden Material und Verarbeitungsaufwand für gleiche Bauteile aus verschiedenen Abrechnungen verglichen und daraus mittlere Bedarfsdaten abgeleitet. Anhand von Modellen kann daraus über mehrere Aggregationsstufen der Material- und Arbeitszeitbedarf zur Erstellung von landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden kalkuliert werden. Durch Bewertung mit den jeweiligen Material- und Arbeitspreisen wird der Endpreis für die jeweiligen Aggregationsstufen gebildet.

Voraussetzungen für die Brauchbarkeit dieser Methode sind:

- Vollständigkeit der Abrechnungsunterlagen
- ausreichende Differenzierung des Materialflusses und der Arbeitsaufzeichnungen (Führung eines Bautegebuches)
- ständige Datenpflege durch Auswertung von Material- und Arbeitspreisunterlagen.

Für die Kapitalbedarfskalkulation geeignete Methoden

Die Preisschätzung nach Erfahrungswerten scheidet aufgrund ihrer hohen Ungenauigkeit aus.

Die beiden übrigen Methoden, Preisvoranschlag und Preisfeststellung, dürften unter den genannten Voraussetzungen zu ausreichend genauen Daten führen. Grundlage für die Kalkulation ist bei beiden Methoden das Modell, das vollständig und möglichst praxisnah zu entwerfen ist. Die Methoden unterscheiden sich jedoch in der Art der verwendeten Grunddaten:

Die für den Voranschlag notwendigen Einheitspreise für Teilleistungen unterliegen den Markteinflüssen und sind daher ständig durch weitere Ausschreibungen zu erneuern. Das erfordert einen hohen Aufwand zur Datenpflege. Bei der Kostenfeststellung wird über eine Nachkalkulation mehrerer in Konstruktion und Herstellungsweise gleicher Gebäude einmalig ein Mengengerüst erstellt. Die ständige Datenpflege erstreckt sich dabei auf die Preise für Baumaterialien, Maschinenstunden und Handarbeitsstunden. Im Gegensatz zu den Bauleistungen ist hierfür der Umfang der Einzelpositionen geringer, außerdem ist der Markt bei Baustoffen und Löhnen wesentlich transparenter.

Da über die Methode der Preisfeststellung/Nachkalkulation ein geringerer Aufwand für die Datenpflege zu erwarten ist, wurde diese für die vorgesehenen Untersuchungen ausgewählt.

Datengewinnung (Material- und Arbeitszeitbedarf)

Nachkalkulation mit Bautagebuchführung und Arbeitszeitstudien

Zunächst war vorgesehen, den Material- und Arbeitsaufwand an verschiedenen Bauprojekten durch Materialbuchführung und Arbeitstagebuchführung zu erfassen. Allerdings hat sich herausgestellt, daß dieses Verfahren zu keinen detaillierten Ergebnissen führt, daß daraus eine Analyse über den tatsächlichen Arbeits- und Materialbedarf bei den einzelnen Teilleistungen möglich wäre. Die Ermittlungen sind jedoch für eine spätere Kontrolle im Ist-Soll-Vergleich unumgänglich. Die Ermittlung über Arbeitszeitstudien am Baubetrieb ist für die vorgesehenen Untersuchungen zu aufwendig.

Arbeitszeit- und Materialbedarfsrichtwerte

Deshalb sollen Arbeitszeitrichtwerte aus dem Baugewerbe übernommen werden, die dort zu einem großen Teil nach Refa-Methoden ermittelt wurden. Eigene Zeitstudien sind dann nur noch in Ergänzung zu den Richtwerttabellen vorzunehmen sowie an neueren Konstruktionen, die nach den Ergebnissen aus Projekt I 2 erstellt werden.

Der Materialbedarf kann aufgrund exakter Massenermittlungen und anhand von Erfahrungswerten über die Verluste aus der Bauliteratur ermittelt werden. Die vorgesehene Methode zur Kapitalbedarfsanalyse ist in Abbildung 5 graphisch wiedergegeben.

Modellkalkulationen

Grunddaten

Baumaterialien sowie Hand- und Maschinenstunden können mit den zusätzlichen Angaben über Einheiten, Qualitätsmerkmale und Preise in einer EDV-Datei abrufbereit gespeichert werden. Ebenso werden die einzelnen Bauteile mit der erforderlichen Aufwandsstruktur (Material und Arbeit) in einer Modelldatenbank gespeichert, so daß auf Abruf sowohl das Mengengerüst als auch der Endpreis zur Verfügung stehen.

Aggregationen

Die Kalkulation von ganzen Betriebsanlagen erfolgt durch Aggregation der Bauteile über mehrere Stufen nach dem Schema in Abbildung 6. Dabei ist in jeder Aggregationsstufe der Abruf des jeweiligen Mengengerüsts an Bauelementen sowie des jeweiligen Endpreises möglich. So ist stets die Bedarfsstruktur erkennbar.

Kapitalbedarfsanalyse

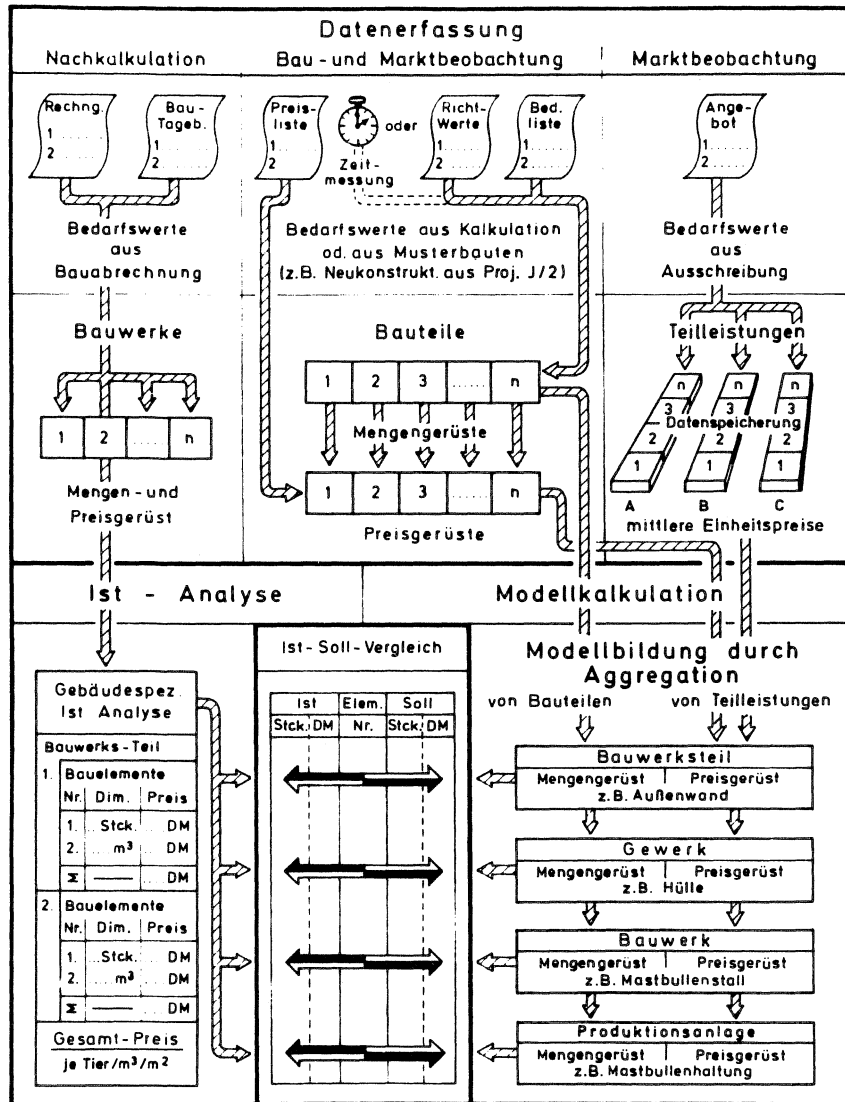


Abbildung 5: Kapitalbedarfsanalyse

Modelle

Für die Kalkulation von Anlagen ist die Erstellung von praxisnahen Modellen erforderlich. Dabei werden die Vorschläge der AVA-Hessen sowie der ALB-Bayern für die Grundrisse zugrunde gelegt.

Gliederung zur Ermittlung des Kapitalbedarfes für landwirtschaftliche Produktionsanlagen

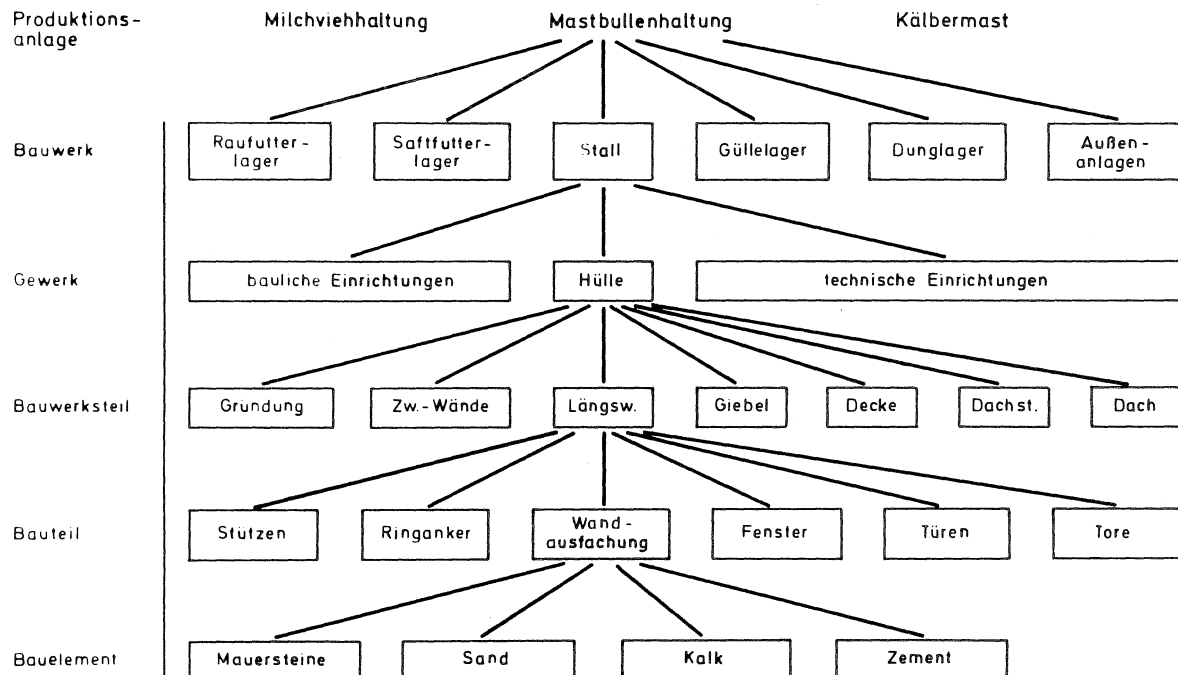


Abbildung 6:

Derzeitiger Stand der Arbeiten

Bisher wurden die aus der Literatur und dem Baugewerbe übernommenen Daten in die Kartei eingespeichert und erste Modelle für die Erstellung von Bauteilen gebildet. Es ist vorgesehen, bis zum Herbst ein Modellgebäude anhand eines Beispiels zu kalkulieren.

Wissenschaftliche Kontakte

Innerhalb Bayerns finden ständige Kontakte mit dem Amt für angewandte landwirtschaftliche Betriebswirtschaft (Herrn Wolfahrt) beim Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten statt sowie mit der Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern (ALB-Bayern).

Kontakte bestehen außerdem zur AVA in Hessen und zum Institut für landwirtschaftliche Bauforschung der FAL in Völkensrode.

Es haben sich auch Kontakte zum Institut für Milchtechnik in Ljubljana (Jugoslavien) ergeben.

3. Ermittlung der elektrischen Energiebedarfswerte in der Rinderhaltung

Dieser Problemkreis wird bearbeitet von:

Dr. M. Ayik
Dr. L.v. Heyl
Prof. Dr.H.L. Wenner

und erbrachte im vergangenen Forschungszeitraum die Dissertationen von AYIK (1)

Analyse des elektrischen Leistungs- und Energiebedarfes wichtiger Bereiche der Milchviehhaltung

sowie von v. HEYL (2)

Analyse des elektrischen Leistungs- und Energiebedarfes wichtiger Bereiche der Rinder- und Schweinehaltung

Einleitung

Nach der im Forschungsbericht für den Forschungszeitraum vom 1.3.73 - 31.5.1974, Seite 13 - 14 geschilderten Methodik wurden die elektrischen Energieverbraucher, welche innerhalb der Produktionsbereiche der Rinderhaltung üblicherweise verwendet werden, untersucht. Sie lassen sich nach sachlicher Zugehörigkeit gruppenweise verschiedenen Arbeitsverfahren zuordnen, und zwar der Milchgewinnung, der Futterkette, der Mistkette und der Stallklimatisierung. Im folgenden sollen die Einzeldaten in Abhängigkeit der wesentlichen Einflußfaktoren nur kurz erläutert werden, wobei eine modellmäßige Darstellung verschiedener Bestandsgrößen und Arbeitsverfahren der Rinderhaltung erfolgt.

Die Elektroenergieverbraucher der Rinderhaltung

Milchgewinnung

Die Arbeitsbereiche der Milchgewinnung umfassen das Melken, die Reinigung und die Milchkühlung. Hierbei sind vor allem die Vakuumpumpen, die Warmwasserbereitung und die Kühlanlagen bedeutungsvoll.

Der Leistungsbedarf der Vakuumpumpen läßt sich mit folgender allgemeinen Beziehung darstellen, wobei in der Praxis durchgeführte Messungen und Literaturangaben zugrunde liegen:

$$N = 0,2 + 0,003 \times V$$

$$N = \text{el. Leistungsbedarf (kW)}$$

$$V = \text{Luftdurchsatz der Pumpe (l/min)}$$

Nach Zugrundelegung des in der DIN 11845 festgelegten Luftdurchsatzes läßt sich diese Beziehung in Abhängigkeit der Melkzeugzahl darstellen

(Abb. 7)

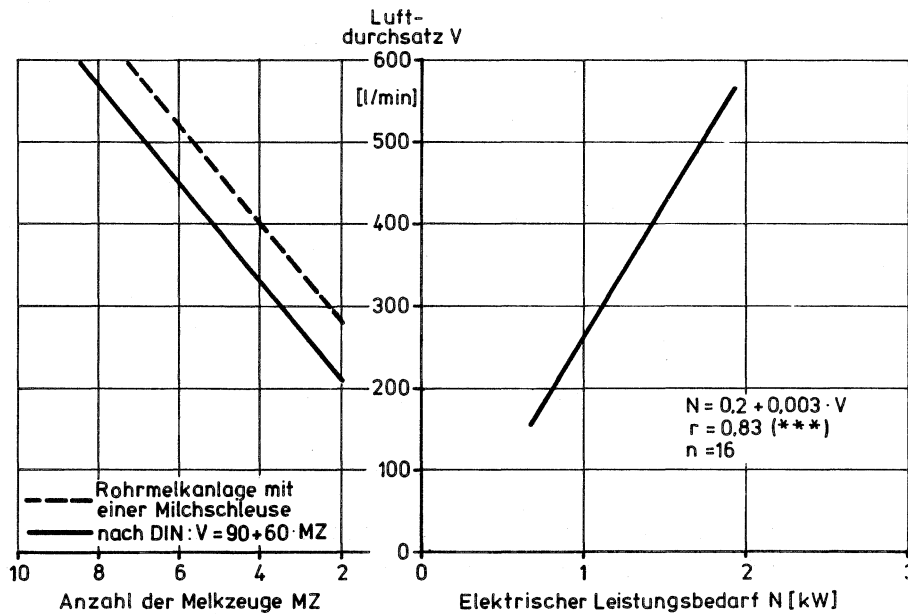


Abbildung 7: Leistungsbedarf und Luftdurchsatz von Vakuumpumpen (20° C Raumtemperatur; 0,5 bar Gegendruck)

So ergibt sich beispielsweise ein erforderlicher Luftdurchsatz von 530 l/min für 6 Melkzeuge und ein Leistungsbedarf in Höhe von 1,8 kW.

Da die Leistungsaufnahme der Motoren nicht schwankt, wird der elektrische Energieverbrauch ausschließlich durch die Dauer der Melkzeiten bestimmt und kann den arbeitswirtschaftlichen Daten entsprechend errechnet werden. Es werden üblicherweise zwischen 30 und 60 kWh/Kuh und Jahr benötigt.

Von geringerer Bedeutung hinsichtlich des Energiebedarfes sind die Milchpumpen, verbreitet als Radialkreiselpumpen (max 3.600 l/h). Sie weisen einen Leistungsbedarf zwischen 0,3 und 0,7 kW auf, der Energieverbrauch ist sehr gering und beträgt zwischen 3 und 5 kWh/Kuh und Jahr. In der gleichen Größenordnung ist bei Kraftfutterzuteileinrichtungen zu rechnen (Leistungsbedarf = 0,07 - 0,18 kW).

Hohe Leistungsansprüche treten durch die Geräte zur Heißwasserbereitung auf, wärmeisolierte Speicher sind elektrizitätswirtschaftlich günstig zu beurteilen. Der Leistungsbedarf und der Energieverbrauch richtig angeordneter Geräte liegt je nach Bestandsgröße zwischen 4,5 und 9 kW, bzw. 110 - 78 kWh/Kuh und Jahr (Tab. 1).

Durchlauferhitzer finden meist in Spülautomaten Verwendung, da mit hohen Wärmeverlusten in den Rohrleitungen zu rechnen ist. Dies ergeben Messungen an Melkanlagen, die Ergebnisse sind in Abb. 8 dargestellt, wobei Cr-Ni-Rohranlagen deutlich höhere Wärmeverluste verursachen.

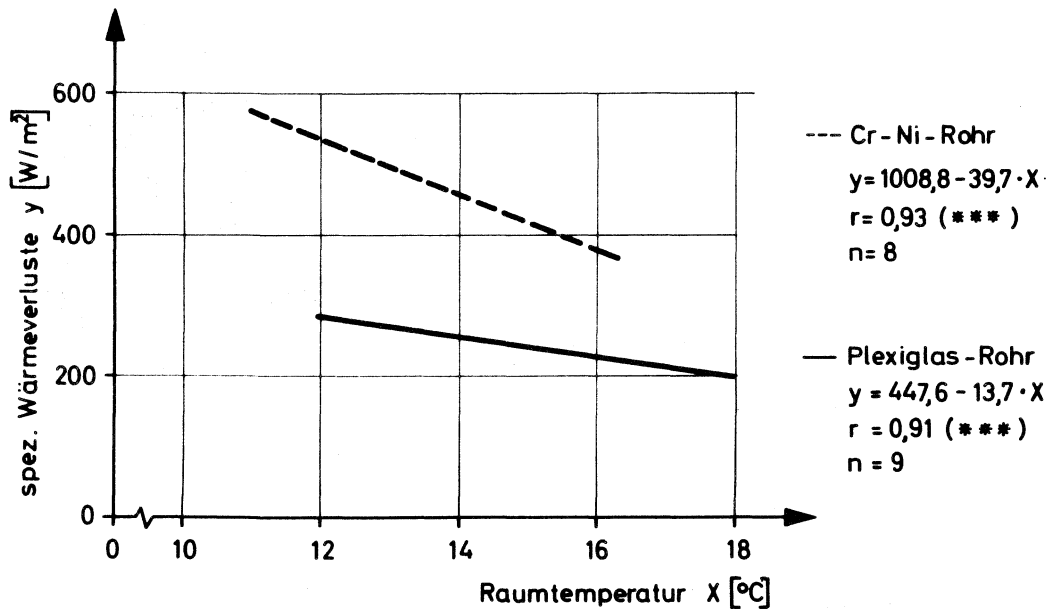


Abbildung 8: Spezifische Wärmeverluste bei Spülanlagen mit Cr-Ni-Rohr und Plexiglasrohr (Hauptspültemperatur 50° C)

Die Elektroenergiekenndaten alternativer Installationsmöglichkeiten von Spülanlagen sind in Tabelle 2 angegeben.

Zur Kühlung der Milch sind die nach dem Direktverdampfungsprinzip arbeitenden Anlagen verbreitet. Es wurden Untersuchungen über den Elektroenergieverbrauch in Abhängigkeit der Raumtemperatur und der Auslastung der Anlage durchgeführt. An dieser Stelle sind einige Daten bei 100 % Auslastung der Anlage und 15° C Raumtemperatur zusammengefaßt und in Tabelle 3 angegeben.

Futterkette

In der Futterkette treten die Schwerpunkte des Leistungsbedarfes neben der Heubelüftung bei der Hochsilomechanisierung durch Einlagerung, Entnahme und Fütterung auf.

Leistungsfähige Fördergebläse zeichnen sich durch hohe Umfangsgeschwindigkeiten der Schaufeln, enge Rohrdurchmesser und somit durch eine hohe Luftgeschwindigkeit aus. Bei der Hochsilobefüllung (14 m) tritt an der Antriebswelle ein Leistungsbedarf von 0,5 - 0,7 kW je t/h auf.

Die Versuche zeigten, daß bei 30 % höherem Leistungsbedarf auch Förderhöhen bis zu 30 m erreichbar sind. Bei der richtigen Zuordnung der Geräte zum Ernteverfahren sind beispielsweise folgende Leistungen zu installieren:

- 22 kW bei 1 AK-Verfahren mit Häckselladewagen
- 18,5 kW bei dem absätzigen Verfahren mit 3 AK und Selbstentladewagen
- 15 kW bei den Parallelverfahren (4 AK).

Mit dem Einsatz von Dosiergeräten (4 kW) gehen die Leistungsansprüche des Gebläses durch gleichmäßige Zuführung und kontinuierliche Be-

Tabelle 1: Elektrischer Leistungs- und Energieverbrauch der Heißwasserbereitung in der Milchviehhaltung

Bestandsgröße	GV	Mittlerer Warmwasserverbrauch (60°C)	Heißwasserspeichergröße	Anschlußwert	Jährlicher Energieverbrauch		
Kühe		Liter/Tag	Liter	kW	kWh ⁽¹⁾	kWh/Kuh	
20	ohne Nachzucht	20,0	90	120	1,5/4,5 ⁽¹⁾	2204	110
	mit Nachzucht	29,6	105	200	6,0	2571	129
40	ohne Nachzucht	40,0	150	200	6,0	3674	92
	mit Nachzucht	59,2	175	300	6,0	4265	107
60	ohne Nachzucht	60,0	190	300	6,0	4653	78
	mit Nachzucht	88,8	230	400	6,0	5633	94
80	ohne Nachzucht	80,0	260	300	6,0	6367	78
	mit Nachzucht	118,4	310	600	9,0	7592	94

(1) Zweikreisgerät.

(2) Unter Berücksichtigung eines Wärmeverlustes von 10 %.

Tabelle 2: Elektrischer Leistungsbedarf und Energieverbrauch von Spülautomaten (Ø Raumtemperatur 15°C Hauptspülzeit 15 min., Hauptspültemperatur 50°C)

Bestandsgröße	Rohr- oberfläche	PLEXIGLASROHRE						CR - NI - ROHRE							
		Elektrischer Leistungsbedarf			Elektrischer Energieverbrauch			Elektrischer Leistungsbedarf			Elektrischer Energieverbrauch				
		kW			kWh/Jahr			kW			kWh/Jahr				
Kühe	m ²	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)		
Anbindestall	30	5,5	5,8	3,4	1,5	1060	1104	1179	7,0	4,6	1,5	1280	1330	1376	
	40	8,0	8,6	4,9	1,5	1570	1771	1771	10,4	6,6	1,5	1891	1952	2066	
	60	11,0	11,6	6,6	2,0	2117	2208	2361	14,0	9,0	2,0	2555	2646	2754	
Laufstall	Fischgrätenmelkstand	40	4,0	4,3	2,4	1,5	788	816	885	5,2	3,3	1,5	949	976	1033
		60	5,5	5,8	3,4	1,5	1060	1104	1179	7,0	4,6	1,5	1280	1330	1376
		80	6,5	7,1	4,0	1,5	1299	1352	1475	8,6	5,5	1,5	1562	1616	1721
	Karusselmelkstand	100	12,0	12,9	7,3	2,0	2358	2460	2656	15,6	10,0	2,0	2840	2940	3098

(1) Wasserzulauftemperatur 10°C, Spülautomat mit Durchlauferhitzer.

(2) Wasserzulauftemperatur 35°C, Spülautomat mit Durchlauferhitzer und Heißwasserspeicher. Hierbei wird die Hälfte von der zur Hauptspülung verwendeten Wassermenge aus dem vorhandenen Speicher entnommen. Dazugehörige Energiemengen sind bei den Verbrauchswerten jeweils mitberücksichtigt.

(3) Heißwasserspeicher ohne Durchlauferhitzer (60°C).

schickung um 50 % zurück, Höhenförderer stellen dagegen mit 3 - 4 kW geringste Ansprüche hinsichtlich des elektrischen Leistungsbedarfes.

Bei der Entnahme von Gärfutter aus Hochsilos bedarf es bei den üblichen Fräsen ebenfalls einer erheblichen Leistung, wobei die Zerkleinerung, TM, u.a. Faktoren entscheidenden Einfluß besitzen. Den Daten in Tabelle 4 sind die auf dem Markt üblichen Geräte und gute Einsatzbedingungen modellmäßig zugrunde gelegt.

Mechanische Fütterung läßt sich mit stationären Verteileinrichtungen oder mobilen Geräten durchführen. Stationäre Schneckenförderer (0,15 kW/m) Schubstangen (0,1 kW/m) und Kettenförderer (0,08 kW/m) sind in Laufställen, Hängebahnförderer (0,05 kW/m) oder Förderbandverteiler (0,1 kW/m) meist in Anbindeställen verbreitet. Da in großen Beständen hohe Leistungsansprüche auftreten, sind mobile Fütterungswagen mit 2,5 - 3,0 kW Nennleistung elektrizitätswirtschaftlich besser einzusetzen.

Die Heubelüftung wirft in Grünlandgebieten hinsichtlich des Elektroenergieeinsatzes große Probleme auf.

Der Leistungsbedarf von Axial-Ventilatoren ist abhängig von Volumenstrom (m^3/s) und Gesamtdruck (mbar). Diese Zusammenhänge sind nach DLG-Prüfberichten in Abb. 9 zusammengefaßt, die zu installierende Lüfterleistung richtet sich nach den erforderlichen Luftmengen des jeweiligen Betriebes.

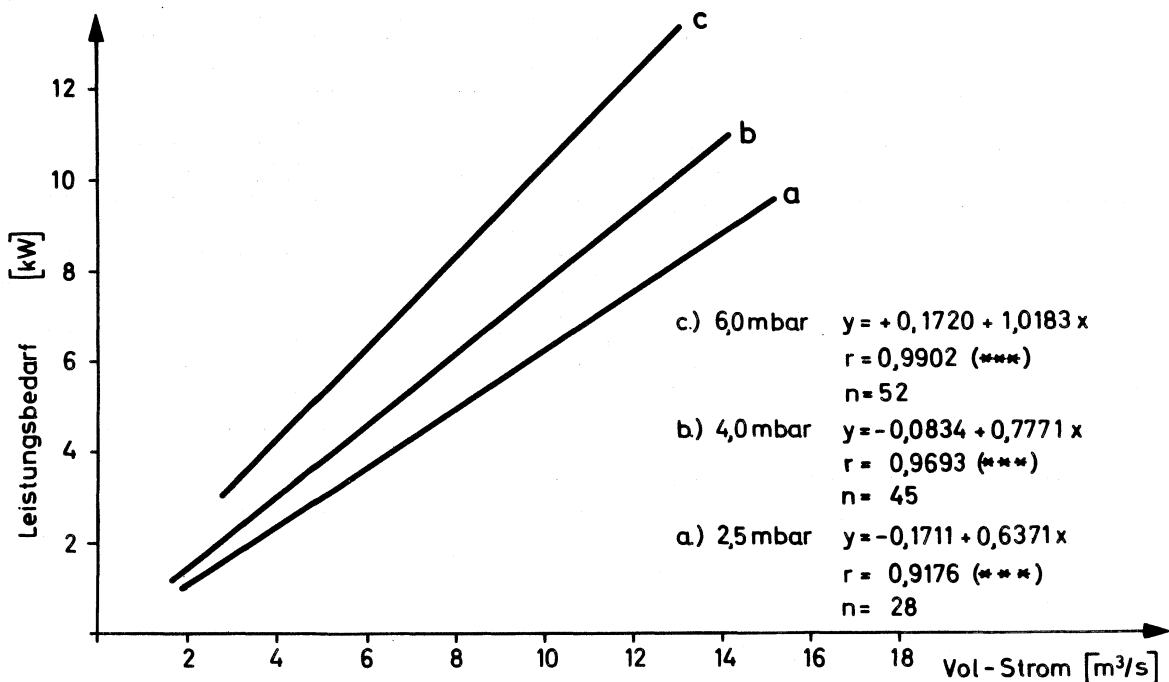


Abbildung 9: Leistungsaufnahme von Heubelüftungsgebläsen (Axiallüfter) in Abhängigkeit von Volumen-Strom (m^3/s) und Gesamtdruck (mbar).

Mistkette

Während die mechanischen Entmistungsanlagen aufgrund der in Tabelle 5 genannten niedrigen Kennwerte weniger ins Gewicht fallen, sind die Flüssigmistpumpen, falls sie elektrisch angetrieben werden, von zentraler Bedeutung.

Der Leistungsbedarf und Durchsatz ist in erster Linie von der Konsistenz des Mistes abhängig, weiterhin von Förderstrecke, Lagerzeit und Behältergröße. Da die genannten Faktoren sehr vielfältig in der Praxis variieren und daher keine allgemeingültigen Aussagen zu treffen sind, erfolgt die Zusammenstellung der Daten über den Leistungsbedarf und Energieverbrauch von Flüssigmistpumpen nach Erfahrungswerten aus praktischen Betrieben (Tabelle 6). Bei dünnflüssigem Mist beanspruchen die Pumpen maximal 15 kW. Der gesamte Elektroenergieverbrauch läßt sich nach der Einsatzdauer errechnen und beträgt zwischen 302 und 456 kWh/Jahr und 60 Tiere Bestandsgröße.

Wesentlich höhere Leistungsansprüche treten bei dickflüssigem Mist auf (GK = 20). In einem Behälter mit 300 m³ Fassungsvermögen wird eine Leistung von 28 kW beansprucht, bei größeren Behältern bis zu 40 kW.

Stallklimatisierung

Im Bereich der Stallklimatisierung sind insbesondere die Lüftung sowie die Beleuchtung elektrizitätswirtschaftlich bedeutungsvoll.

Bei der Stalllüftung muß die Leistung der Ventilatoren so ausgelegt sein, daß die Anlage unter Berücksichtigung des gesamten Strömungswiderstandes die notwendigen Sommerluftraten fördert.

Nach Auswertung von 27 DLG-Prüfberichten ist der elektrische Leistungsbedarf von Axialventilatoren in Abhängigkeit von der geförderten Luftmenge bei einer statischen Druckdifferenz von 0,5 mbar mit der folgenden Gleichung zu ermitteln.

$$y = 0,04 + 0,21 \cdot x \quad \left(r = 0,92^{xxx} \right. \\ \left. n = 27 \right)$$

mit y = Leistungsaufnahme (kW)

x = Volumenstrom (m³/s)

Die erforderlichen Luftraten können nach den in der DIN 18910 angegebenen Werten errechnet werden, so daß die in Tabelle 7 dargestellten Werte angegeben sind.

Hierbei wurde neben dem Leistungsbedarf auch der Elektroenergieverbrauch für die in der Rinderhaltung überwiegenden Unterdrucklüftungssysteme errechnet, wobei berücksichtigt wurde, daß durch Drehzahlregelung im Winter mit 1/3 Drehzahl (40 % Leistungsaufnahme) in Übergangsjahreszeiten mit 1/2 Drehzahl (50 % Leistungsaufnahme) und im Sommer mit maximaler Drehzahl (100 % Leistungsaufnahme) ge-

Tabelle 3: Elektrischer Leistungsbedarf und Energieverbrauch bei Direktmilchkühlung

Bestandsgröße	Jahresmilchmenge (Ø 5000 l/Kuh)	Höchstgemelk	Behältergröße		Elektrischer Leistungsbedarf	Elektrischer Energieverbrauch (100 % Auslastung, Ø 15°C Raumtemperatur)	
			Tägliche Abholung	2-tägige Abholung		Tägliche Abholung	2-tägige Abholung
Kühe	Liter/Jahr	Liter	Liter	Liter	kW	kWh/Jahr	kWh/Jahr
20	100.000	200	400	800	1,0	1520	1748
40	200.000	400	800	1600	2,0	3040	3496
60	300.000	600	1200	2400	3,0	4560	5244
80	400.000	800	1600	3600	4,0	6080	6992

Tabelle 4: Jährlicher Elektroenergiebedarf (kWh) von Siloentnahmefräsen in unterschiedlichen Bestandsgrößen der Rinderhaltung.

Bestandsgröße	Milchviehhaltung (212 Stalltage, 30 kg Silage/Kuh u. Tag) <u>Anwelksilage</u>			Mastbullen (ganzjährige Stallhaltung, Ø 17 kg Silage/Bulle u. Tag) <u>Maissilage</u>		
	40	60	80	100	300	500
<u>Obenfräse</u> 11 kW, 4 t/h 8 kW, 6,5 t/h	699,6	1049,4	1399,2	763,7	2291,0	3818,5
<u>Untenfräse</u> 11 kW, 2 t/h 8 kW, 3,25 t/h	1399,2	2098,8	2798,4	1527,4	4582,0	7637,0

Tabelle 5: Elektroenergieverbrauch mechanischer Entmistungsanlagen in der Milchviehhaltung (kWh/Jahr)

	Entm. tägl.	kWh/GV pro Vorgang	Bestandsgröße Kühe			
			20	40	60	80
			kWh/Jahr			
Faltschieber (0,55 kW) *	2	0,0015	22	44	66	88
	3	0,0015	33	66	99	131
Kettenförderer (2,2 kW) *	2	0,0100	146	292	438	584
Schubstange (1,5 kW/Mistgang)*	2	0,0070	102	204	306	408
Seilzug (1,5 kW)*	2	0,0015	22	44	65	88
Mobiler Dungschieber	2	0,0200	292	584	876	1168

Einstreumenge: 2-3 kg Stroh/Tier und Tag
 Frischmist: 40 kg/Kuh und Tag
 1 Milchkuh = 1,0 GV
 *installierte Motorenleistung

Tabelle 6: Leistungsbedarf und Elektroenergieverbrauch von Kreiseltauchpumpen in unterschiedlichen Bestandsgrößen (Güllekonsistenz = 5 bzw. 20)

Bestandsgröße	GV	40	60	66	100
Lagerzeit	Tage	150	100	150	100
Behältergröße Hauptbeh.	m ³	300	300	500	500
Vorgrube	m ³	60	60	80	80
Güllekonsistenz = 5					
Leistungsbedarf der Pumpe	kW	15	15	15	15
Homogenisieren Hauptbehälter	h	1,5	1	3	2
Leistungsaufnahme	kW	12	12	12	12
Durchsatz	m ³ /min	3,5	3,5	3,5	3,5
Jährl. Ges.-Verbrauch	kWh	215	302	340	465
Ben.-Dauer der Pumpe	h	14	20	22	31
Jährlicher spez. E.-Verbrauch	kWh/GV	5,4	5,0	5,2	4,6
Güllekonsistenz = 20					
Leistungsbedarf der Pumpe	kW		25		40
Homogenisieren Hauptbehälter	h		1		2
Leistungsaufnahme	kW		20		33
Durchsatz	m ³ /min		4		6
Jährlicher Ges.-Verbrauch	kWh		483		1002
Ben.-Dauer der Pumpe	h		19		28
Jährlicher spez. E.-Verbrauch	kWh/GV		8,0		11,0

Tabelle 7: Elektrischer Leistungsbedarf und Energieverbrauch der Stalllüftung in der Milchviehhaltung (Unterdrucklüftungssystem, Drehzahlsteuerung)

Bestandsgröße		Sommertemperaturzone 26°C					Sommertemperaturzone 26°C					
		Luft-rate im Sommer	Anzahl der Ventilatoren	Elektrischer Leistungsbedarf	Energieverbrauch		Luft-rate im Sommer	Anzahl der Ventilatoren	Elektrischer Leistungsbedarf	Energieverbrauch		
	GV	m ³ /h	Stück	kW	(1) kWh/Jahr	(2) kWh/Jahr	m ³ /h	Stück	kW	(1) kWh/Jahr	(2) kWh/Jahr	
20	ohne Nachzucht	20,0	4780	2	0,36	2128	1025	6380	3	0,50	2957	1424
	mit Nachzucht	29,6	7452	3	0,56	3310	1594	9946	3	0,71	4198	2021
40	ohne Nachzucht	40,0	9560	4	0,73	4316	2078	12760	5	0,96	5676	2733
	mit Nachzucht	59,2	14904	6	1,12	6622	3188	19892	6	1,42	8397	4043
60	ohne Nachzucht	60,0	14340	6	1,10	6505	3132	19140	7	1,42	8397	4043
	mit Nachzucht	88,8	22350	8	1,68	9934	4783	29838	8	2,08	12299	5922
80	ohne Nachzucht	80,0	19120	8	1,46	8633	4157	25520	8	1,83	10821	5210
	mit Nachzucht	118,4	29808	10	2,20	13009	6263	39784	10	2,75	16261	7829

(1) Ganzjährige Stallhaltung

(2) Weidegang 5 Monate (im Sommer)

arbeitet wird.

Für die Beleuchtung in landwirtschaftlichen Betrieben werden Glühlampen oder Leuchtstofflampen verwendet.

Die in der Milchviehhaltung erforderlichen Beleuchtungsstärken sind in der DIN 18910 angegeben, Tabelle 8 faßt den daraus resultierenden Lichtleistungsbedarf zusammen.

Da ein mittlerer Flächenbedarf aller beleuchteten Zonen in Höhe von 6 - 7 m²/GV zu unterstellen ist, ergibt sich ein Licht-Leistungsbedarf von 61 - 74 Watt/GV für Glühlampen oder 25 - 31 Watt/GV für Leuchtstofflampen. Bei einer mittleren Beleuchtungszeit von 3 h/Tag ergibt sich ein Energieverbrauch in Höhe von 38 kWh/GV und Jahr für Leuchtstofflampen, dieser Wert kann bei Verwendung von Glühlampen um das 3-fache höher sein.

Folgerungen

Die gesamten Elektroenergiebedarfswerte zeigen aus der Sicht der Messungen noch große Lücken. Mit diesen ersten Untersuchungen wurden jedoch für die wichtigsten Zweige der Rinderhaltung alle notwendigen Werte erstellt.

Sie zeigen, daß in der nächsten absehbaren Zeit vor allem bei der Futtereinlagerung und Futterentnahme nach günstigeren technischen Lösungen gesucht werden muß (Projektbereich F) und daß die Problematik der Flüssigmistaufbereitung und -förderung einer verstärkten Forschungsaktivität bedarf (Projektbereich H).

Die noch fehlenden Daten sollen zu einem späteren Zeitpunkt in gesonderten, den SFB aber bedienenden Forschungsvorhaben erstellt werden.

Veröffentlichungen

- (1) Ayik, M.: Analyse des elektrischen Leistungs- und Energiebedarfes wichtiger Bereiche der Milchviehhaltung
Dissertation, Weihenstephan 1975
- (2) Heyl, v.L.: Analyse des elektrischen Leistungs- und Energiebedarfes wichtiger Bereiche der Rinder- und Schweinehaltung
Dissertation, Weihenstephan 1975
- (3) Heyl, v.L.
Ayik, M.: Elektrischer Leistungs- und Energiebedarf in der Rinderhaltung
Berichte über die Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan 8, (1974) S. 59 - 75

Tabelle 8: Beleuchtungsbedarf (nach DIN 18.910, 143).

Raumart	Hauptbeleuchtungszone	Beleuchtungsstärke in Lux (=lm/m ²)	Spezifischer Lichtleistungsbedarf	
			in (W/m ²) Glühlampen (0,07 W/lm)	Leuchtstofflampen 1) (0,02 W/lm)
Milchvieh- Anbindestall	Melkgang	120	21,0	6,0
	Futtergang	30	5,3	1,5
	Mistgang	60	10,5	3,0
Milchvieh-Laufstall	Futtergang	30	5,3	1,5
Warteraum für Kühe				
Melkstand	Melkgang	250	43,8	12,5
Milchraum	Arbeitszone	120	21,0	6,0
Futteraufberei- tungs- raum		60	10,5	3,0

1) mit Vorschaltgerät

Vorträge

- (1) Heyl, v.L.
Ayik, M.: Elektrischer Leistungs- und Energiebedarf
in der Rinderhaltung
Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan
Weihenstephan, 8.10.1974
- (2) Wenner, H.L.: Probleme des elektrischen Leistungsbedarfes
und des Stromverbrauches in modernen Ver-
edelungsbetrieben
KTBL-Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitäts-
anwendung in der Landwirtschaft, Darmstadt
5.12.1974

Wissenschaftliche Kontakte

Teilnahme am Kongreß der C.I.G.R., Sektion IV "Elektrifizierung der
Landwirtschaft", 7. internationale Arbeitstagung am 6. - 11.10.1975
in Budapest.

Laufende Kontakte mit der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke
(VDEW) und der Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in
der Landwirtschaft (AEL).

Teilprojekt A 2

Erarbeitung einer integrierten Methode zur Planung von Rindviehproduktionsanlagen

Leiter: Prof.Dr. Th. Bischoff
Institut für Agrartechnik
Fachgebiet Verfahrenstechnik in der Tierproduktion
7000 Stuttgart 70 (Hohenheim), Garbenstr. 9
Tel. 0711/47012500

Mitarbeiter: Gekle, L. Dr.agr.

1. Zielsetzung

Infolge Fehlens eines geeigneten Planungsinstrumentariums ist die praktische Vorgehensweise bei der Planung von "Gebäude und Technik" in der Tierproduktion einerseits durch einen hohen Anteil von "Handarbeit" und andererseits durch eine ständige Wiederholung gleicher oder ähnlicher Vorgänge an verschiedenen Orten gekennzeichnet.

Es ist daher das Ziel, den Planungsbereich "Gebäude und Technik" methodisch besser auszustatten. Für den konkreten Fall bedeutet das eine quantitative und qualitative Ausweitung von Planungsalternativen als Grundlage für die Anwendung betriebswirtschaftlicher Entscheidungsmethoden.

2. Methode

Bei den Gegebenheiten einer zu erarbeitenden neuen Planungsmethode handelt es sich um konkret Gegenständliches (Gebäude, Technik, Tiere, Stoffe) mit materieller und technischer Ausformung sowie beschränkter Teil- und Verschiebbarkeit, worin sich im besonderen eine Planung im technischen von der im betriebswirtschaftlichen Bereich unterscheidet. Bei den Planungszielen geht es um die Gestaltung eines technisch funktionsfähigen Zusammenspiels der genannten Gegebenheiten.

Das allgemeine Problem bei einer solchen Planung besteht somit in der Lösung von Fragen des technischen Zusammenspiels konkreter Faktoren, was bedeutet, daß sinnvollerweise nicht ganze Einheiten (Stallsysteme) sondern deren Elemente als Planungsteile in die Rechnung eingehen. Das spezielle Problem bei vorliegender Aufgabe ist es darüber hinaus dieses Zusammenspiel losgelöst von einem bestimmten Anwendungsfall in allgemeingültiger Form zu fassen. Das heißt, daß alle oder möglichst viele Planungsprobleme aus dem jeweiligen Sektor mit einem solchen Planungssystem lösbar sein müssen.

Als methodische Grundlage der gegenseitigen Zuordnung von Elementen

wird eine systemorientierte Vorgehensweise gewählt. Dabei werden die Systemelemente und Systemzusammenhänge zunächst analysiert und anschließend explizit als Grundlage und Gerüst der Planungsmethode verwendet. Die funktional erfassten Systemzusammenhänge sind somit als Planungsablauf (Methode) festgeschrieben, während die Größe und Zuordnung der Elemente als Variable in die Planung eingehen. So ist z.B. bei Änderung von Funktionsmaßnahmen die Richtung der Wirkung auf das System festgelegt, das Ausmaß der Wirkung jedoch kann erst aus dem Planungsergebnis entnommen werden.

Anwendbar ist eine derartige Planungsmethode zum einen dann, wenn stark unterschiedliche Typen von Stallsystemen vergleichend untersucht werden sollen, der Suchbereich also weit ist, zum anderen aber auch, wenn die Auswirkungen kleiner Änderungen der Ausgangsbedingungen schrittweise ermittelt werden sollen, so z.B. bei gegebener Datenunsicherheit.

Das dargestellte Verfahren weist damit Unterschiede auf sowohl gegenüber pragmatischer als auch gegenüber schematischer Vorgehensweise. Bei pragmatischem Vorgehen werden die wichtigsten, die gebräuchlichsten oder auch typischen Ausformungen bereits bekannter Systeme erfaßt. Systemelemente und -zusammenhänge sind darin enthalten und brauchen daher nicht gesondert analysiert zu werden. Eine derartige Vorgehensweise wird meist dann gewählt, wenn die Planungsdaten einer begrenzten Anzahl von Systemvarianten zu ermitteln sind. Ihren Ausdruck finden diese Daten oft in Planungskatalogen.

Bei schematischem Vorgehen werden im ersten Schritt Systemelemente kombiniert und im zweiten Schritt nicht funktionsfähige Systeme selektiert. Die Größe der kombinierten Einheiten kann unterschiedlich sein. Es ist jedoch zu beachten, daß die zunehmende Berücksichtigung technischer Einzelzusammenhänge eine Verkleinerung der Aggregate erfordert und folglich zu einer Komplizierung des Rechenablaufes führt. Für die vorliegende Aufgabe der Planung im Bereich Gebäude und Technik, bei der gerade die Wirkungen von Einzelzusammenhängen im Mittelpunkt stehen, eignet sich somit eine Kombinationsmethode weniger.

Mehrfach wurde zur Ermittlung und Auswahl optimaler Gebäudeformen aus baulichen und technischen Elementen auch die Lineare Programmierung verwendet, die in diesem Zusammenhang als Methode restringierter Kombination bezeichnet werden kann. Dabei treten jedoch im wesentlichen zwei bedeutende Probleme auf. So können zum einen aus technischen Gründen (Formulierung des Tableaus, Rechenumfang) nur relativ große Einheiten wie ganze Entmistungssysteme u.ä. als Planungselemente verwendet werden, was wiederum nur eine Aussage entsprechenden Feinheitsgrades zuläßt. Zum anderen sind mit dieser Methode die räumlichen Bezüge der Planungselemente nicht oder nur mit einem unverhältnismäßig großen Aufwand zu berücksichtigen. Das bedeutet, daß auch die Lineare Programmierung für die Planung von Gebäude und Technik nur bedingt anwendbar ist.

Das angestrebte Ziel und die vorgesehene Vorgehensweise bedingten umfangreiche Rechenvorgänge. Daher wurde ein Rechenprogramm, und zur verbesserten Übersichtlichkeit, auch ein Zeichenprogramm für eine elektronische Anlage entwickelt.

3. Ermittlung von Funktionsvarianten

Inhaltlich zielt die Planungsmethode zunächst auf die Ermittlung konkreter Funktionsvarianten, bestehend aus Systemelementen und Systemzusammenhängen ab. Sie steht also am Anfang der Vorentwurfsplanung (s. Abb. 1). Beide Systemkomponenten gehen aus der Art der erforderlichen Funktionen, den Zuordnungsmöglichkeiten der Funktionsbereiche und der Art der möglichen Funktionsträger hervor.

Planungsbereiche	Planungsabschnitte
1 Erfassen der planerischen Ausgangssituation	<u>Ausgangssituation</u> Analyse von persönlichen und sachlichen Produktionsgrundlagen, -Kapazitäten und Restriktionen natürlicher und wirtschaftlicher Art; Erträge, Faktor- und Produktpreise
2 Betriebliche Entwicklungsplanung	<u>Betriebsziel</u> Ermittlung des Betriebszieles in quantitativer und qualitativer Hinsicht. Teilergebnis: Raum- und Funktionsprogramm für die beabsichtigte bauliche Maßnahme
3 Vorentwurfsplanung und Entwurfserfertigung	<u>3.1 Funktionsplanung</u> Erstellung und Vorauswahl von Funktionsplänen (Funktionsvarianten) <u>3.2 Faktorbedarfsermittlung, Produktions- und Produktbeeinflussung</u> (für die Funktionsvarianten) a) Kalkulation der Preise und Kosten für Bauhülle und bauliche Anlagen bei Berücksichtigung verschiedener Kombinationen von Baumaterialien sowie verschiedener Baukonstruktionen (bauliche Varianten) b) Kalkulation der Preise und Kosten für die technischen Einrichtungen; c) Kalkulation des Arbeitsbedarfes <u>3.3 Auswahl</u> Vergleichende Beurteilung der Funktionsvarianten; Selektion nach betriebsabhängigen Kriterien Ergebnis: Entwurf
4 Planung der Bauausführung	Baugesuch Ausführungspläne

Abbildung 1: Gliederung einer Gebäudeplanung

Anhand von Abb. 2, die für den Boxenlaufstall zur Vereinfachung den Bereich der Tiere vollständig, den Bereich der Stoffe (Futterlager, Mistlager) jedoch nur teilweise berücksichtigt, ist der Planungsablauf näher erläutert. In Phase 1 sind lediglich die Bereiche der Tiere vorhanden. Diese erhalten in der Phase 2 eine bestimmte gegenseitige Zuordnung. Da den Tieren im Boxenlaufstall bestimmte Funktionen (z.B. Futterabholung) übertragen sind, werden ihnen in Phase 3 die erforderlichen Funktionsflächen dafür zur Verfügung gestellt. In den Phasen 4 und 5 werden die Funktionsbereiche Melken bzw. Fressen zugeordnet und in Phase 6 die zusätzlichen Funktionsflächen zur Vervollständigung des Stallsystems eingebaut. Auf diese Weise erfährt das Gebäude durch Einfügen von Funktionsbereichen und Funktionsflächen eine Erweiterung bis zur vollen Funktionsfähigkeit.

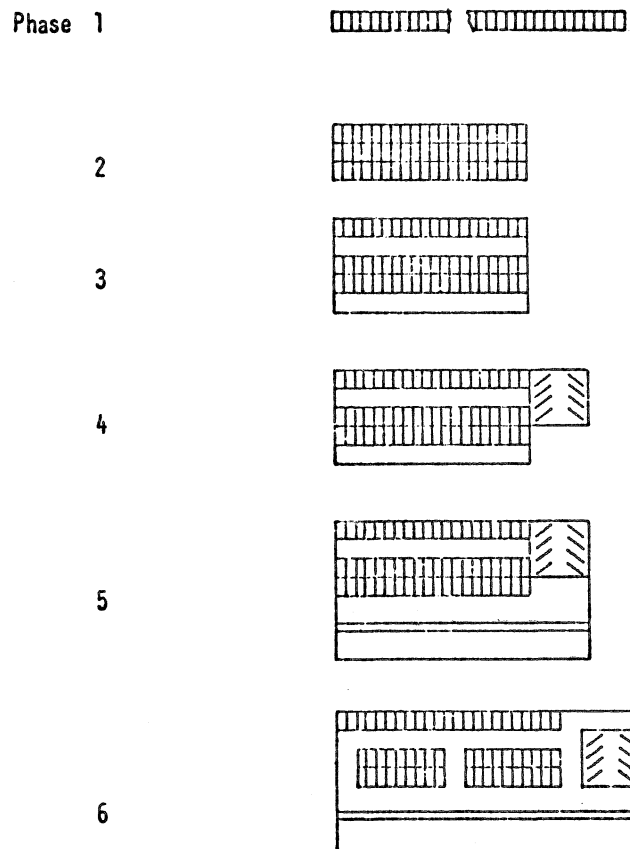


Abbildung 2: Phasen im Planungsablauf

Trotz dieser systemorientierten Vorgehensweise können Funktionspläne anfallen, die hinsichtlich resultierender Größen die geforderten Mindestwerte nicht erreichen (z.B. Freßplatzbreite). Diese sind daher in einem eingeschobenen Selektionsschritt auszuschneiden.

Tabelle 1: Gebäudemaße bei unterschiedlicher Zuordnung der Funktionsbereiche

Tierzahl und Gebäudemasse		Grundriss Nr.														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tierzahl	Stück	59	61	60	62	62	59	60	61	60	62	60	61	59	61	61
Gesamte Länge	a	40,60	50,40	37,20	33,60	31,20	30,00	25,20	24,00	22,60	21,60	52,30	31,90	23,50	19,50	17,50
Gesamte Breite	a	18,00	12,90	13,80	18,60	22,10	17,90	22,10	20,00	23,00	24,20	9,60	12,40	18,60	24,60	31,60
Freiplatzbreite	a	1,33	0,83	0,62	1,03	0,95	0,51	0,78	0,39	0,70	0,64	0,10	0,20	0,32	0,41	0,51
Grundfläche	a ²	572	603	513	577	561	537	540	480	524	510	361	356	437	494	543
Grundfläche/Tier	a ²	9,70	9,88	8,56	9,31	9,38	9,10	8,99	7,87	8,74	8,64	6,02	6,49	7,41	8,10	8,90
Lauffläche/Tier	a ²	3,81	4,00	3,24	3,99	4,19	4,10	4,07	3,25	3,95	3,89	2,25	2,44	2,99	3,44	3,94
Außenwandfläche	a ²	376	407	340	357	367	338	351	327	355	355	377	292	305	357	427
Unbauter Raum	a ³	2221	2271	1986	2366	2333	2255	2357	2083	2350	2295	1218	1517	1856	2302	2756
Unbauter Raum/Tier	a ³	37,67	37,23	33,11	38,16	37,63	38,22	39,29	34,15	39,67	37,02	20,29	24,86	31,45	37,74	45,17

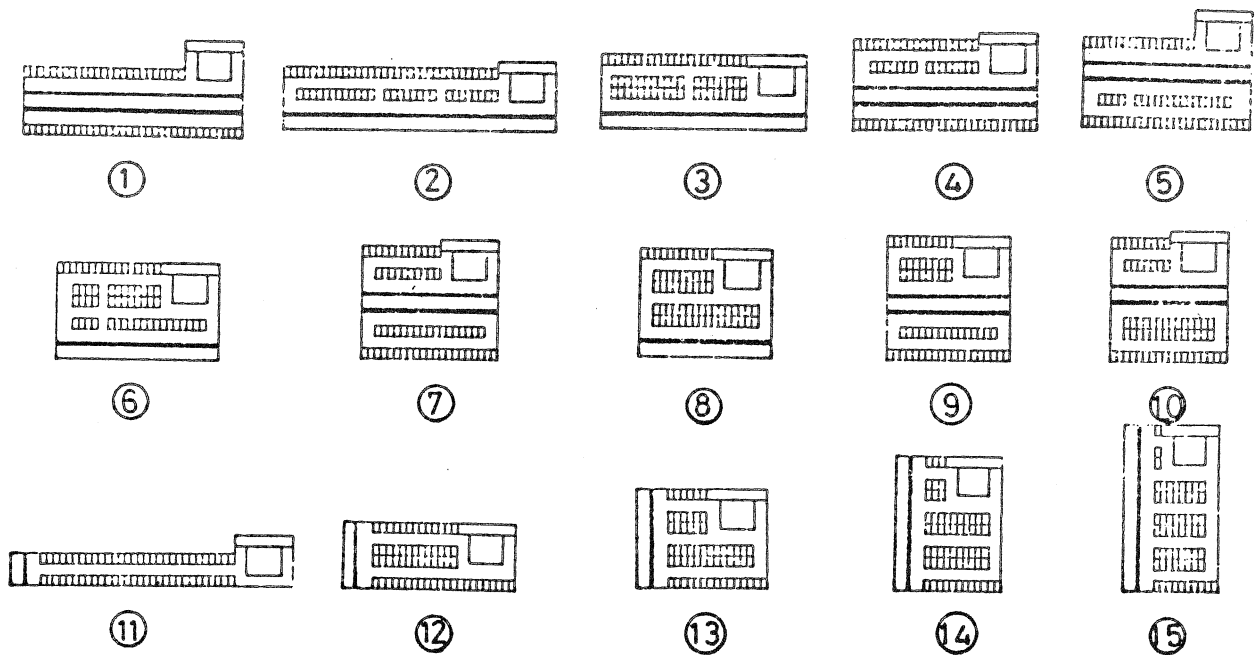


Tabelle 2: Gebäudemaße bei unterschiedlicher Bestandsgröße

Tierzahl	Stück	31	40	53	62	71	81	91	100
Gesamte Länge	a	20,40	24,00	30,00	33,60	37,20	42,00	45,60	49,20
Gesamte Breite	a	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Freiplatzbreite	a	1,20	1,11	1,08	1,03	1,01	0,99	0,97	0,95
Grundfläche	a ²	356	416	517	577	638	719	779	840
Grundfläche/Tier	a ²	11,47	10,40	9,75	9,31	8,99	8,88	8,56	8,40
Lauffläche/Tier	a ²	4,84	4,38	4,25	3,99	3,87	3,84	3,69	3,59
Außenwandfläche	a ²	278	299	335	357	379	407	429	451
Unbauter Raum	a ³	1493	1741	2157	2405	2659	2990	3235	3489
Unbauter Raum/Tier	a ³	48,16	43,52	40,70	38,79	37,45	36,91	35,55	34,89

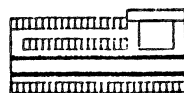
Tabelle 3: Gebäudemaße bei unterschiedlichen Liegeboxenmaßen

Tierzahl	Stück	63	62	62	64
Boxenlänge	■	2,00	2,10	2,20	2,30
Boxenbreite	■	1,00	1,10	1,20	1,30
Gesamte Länge	■	30,00	31,90	33,60	36,40
Gesamte Breite	■	17,90	18,00	18,10	18,20
Freiplatzbreite	■	0,90	0,97	1,03	1,08
Grundfläche	■ ²	508	547	585	646
Grundfläche/Tier	■ ²	8,07	8,83	9,44	10,09
Lauffläche/Tier	■ ²	3,51	3,81	4,00	4,23
Außenwandfläche	■ ²	331	346	359	380
Unbauter Raum	■ ³	2116	2283	2445	2702
Unbauter Raum/Tier	■ ³	33,59	36,82	39,44	42,22

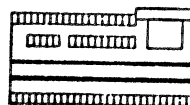
Tabelle 4: Gebäudemaße bei unterschiedlichen Bewegungsräumen für die Tiere

Tierzahl und Gebäudemaße		Grundriss Nr.			
		16	17	18	19
Tierzahl	Stück	61	62	62	63
Gesamte Länge	■	32,40	33,60	33,60	34,80
Gesamte Breite	■	15,20	18,00	19,20	20,50
Freiplatzbreite	■	1,01	1,03	1,02	1,04
Grundfläche	■ ²	469	577	616	679
Grundfläche/Tier	■ ²	7,68	9,31	9,93	10,78
Lauffläche/Tier	■ ²	2,38	3,99	4,61	5,48
Außenwandfläche	■ ²	322	357	616	679
Unbauter Raum	■ ³	1877	2405	2609	2928
Unbauter Raum/Tier	■ ³	30,78	38,79	42,09	46,47

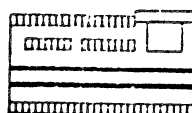
1) verändert sind Breite der Laufgänge sowie Zahl und Breite der Quergänge



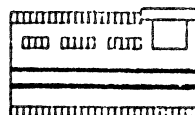
16



17



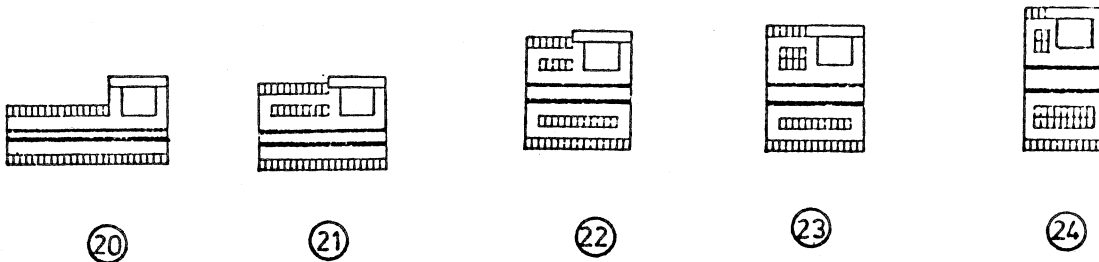
18



19

Tabelle 5: Gebäudemaße bei unterschiedlicher Fütterungstechnik, Boxenanordnung und unterschiedlichem Bestand

Tierzahl und Gebäudemaße		Grundrisse Nr.														
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Tierzahl	Stück	41	40	40	40	37	61	62	60	60	63	81	81	80	79	81
Breite Futtertisch	■	1,00	2,00	2,50	3,00	4,00	1,00	2,00	2,50	3,00	4,00	1,00	2,00	2,50	3,00	4,00
Gesamte Länge	■	30,00	24,00	19,20	18,00	14,40	42,00	33,60	25,30	22,80	20,40	54,00	42,00	32,40	28,80	24,00
Gesamte Breite	■	16,20	17,50	22,10	23,50	26,60	16,20	17,50	22,10	23,50	26,60	16,20	17,50	22,10	23,50	26,60
Freiplatzbreite	■	1,39	1,12	0,87	0,82	0,63	1,33	1,03	0,78	0,70	0,63	1,30	0,99	0,76	0,68	0,55
Grundfläche	■ ²	390	404	414	423	383	524	561	540	536	543	659	698	690	677	639
Grundfläche/Tier	■ ²	9,15	10,10	10,36	10,58	10,35	8,60	9,04	8,99	8,93	8,62	8,14	8,61	8,63	8,97	7,88
Lauffläche/Tier	■ ²	4,16	4,38	4,75	5,05	4,16	3,78	3,99	4,07	3,95	3,75	3,59	3,84	3,99	3,80	3,19
Außenwandfläche	■ ²	301	294	316	330	350	358	352	352	359	386	471	481	411	401	408
Umbauter Raum	■ ³	1594	1678	1843	1935	1832	2097	2320	2399	2451	2596	2602	2880	3057	3096	3052
Umbauter Raum/Tier	■ ³	38,87	41,95	46,07	48,37	49,50	34,37	37,42	39,99	40,85	41,20	32,13	35,56	38,21	39,20	37,67



Grundrisse 25 - 29 : Bestandsgröße 60
 Grundrisse 30 - 34 : Bestandsgröße 80

Tabelle 6: Arbeitszeitbedarf für das Entmisten

Zeitbedarf	Grundrisse Nr.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
absolut (cm/m/T.u.T.)	54	56	51	63	67	64	76	59	76	75
relativ	71	74	67	83	88	84	100	78	100	99
Rangfolge	8	7	9	5	3	4	1	6	1	2

4. Ermittlung des Faktorenbedarfes

Auf der Grundlage solcherart entwickelter Funktionspläne ist im weiteren der naturale Faktorbedarf (s. Abb. 1) zu ermitteln. Für das Gebäude kann dies direkt aus dem Funktionsplan selbst, für die Technik aus den Eingabegrößen und für den Arbeitsbedarf indirekt über Arbeitszeitfunktionen erfolgen.

Die folgenden Angaben zu Gebäudemaßnahmen und Arbeitsbedarfswerten sind exemplarisch dargestellte Ergebnisse aus der Variation der Gliederung von Funktionsbereichen (z.B. Zahl der Reihen) und den Werten von Funktionsmaßen. So gestattet die Tabelle 1 eine Aussage über die Gebäudemaße bei unterschiedlicher Zuordnung der Funktionsbereiche, die Tabelle 2 über Auswirkungen der Bestandsgröße. Andere, das Tier direkt betreffende Maße werden in den Tabellen 3 und 4 variiert. Diese Maße sind bedeutend bei Berücksichtigung züchterischer Auswirkungen sowie sozialer Gegebenheiten innerhalb der Herde. In der Tabelle 5 sind die Auswirkungen veränderter Fütterungstechnik bei unterschiedlicher Bestandsgröße und Anordnung der Funktionsbereiche dargestellt. Die Einflüsse unterschiedlicher Gebäudegestaltung auf den Arbeitszeitbedarf zeigt die Tabelle 6 am Beispiel für das Entmisten.

Zur Ermittlung des monetären Faktorbedarfes werden die naturalen Bedarfsdaten bewertet. Es liegen dazu verschiedene Methoden vor. Zu diesem Bereich sind Gebäudekapitalbedarfswerte aus zwei verschiedenen Berechnungsverfahren in Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7: Gebäudekapitalbedarf bei unterschiedlicher Zuordnung der Funktionsbereiche

Gebäudekapitalbedarf		Grundriss Nr.														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
nach Kubik- metermethode	DM/Tier	3794	3815	3395	3910	3856	3917	4025	3502	4065	3793	2093	2558	3229	3867	4625
	relativ	82	82	73	85	83	85	87	76	88	82	45	55	70	84	100
	Rangfolge	9	8	12	5	7	4	3	11	2	10	15	14	13	6	1
nach Bauteil- methode	DM/Tier	3188	3140	2683	2912	2812	2718	2774	2393	2703	2568	2069	1980	2204	2386	2651
	relativ	100	98	84	91	88	85	87	75	85	81	65	62	69	75	83
	Rangfolge	1	2	8	3	4	6	5	11	7	10	14	15	13	12	9

5. Auswahl zwischen den Varianten

Im Anwendungsfalle sind aus den nunmehr durch Funktionsplan und Faktorbedarf definierten Varianten in einem ersten Schritt die-

Teilprojekt A 3

Ermittlung der quantitativen Beziehungen zwischen Haltungsverfahren und Leistungen beim Rindvieh

Leiter: Prof.Dr. Th. Bischoff
Institut für Agrartechnik
Fachgebiet Verfahrenstechnik in der Tierproduktion
7000 Stuttgart 70 (Hohenheim), Garbenstr.9
Tel. 0711/47012500

Mitarbeiter: Gerstlauer, H. Dipl.-Ing.agr.

1. Ziel des Teilprojektes

Als Schwerpunkt des Teilprojektes A 3 wurden im Rahmen einer eigenen Versuchsanstellung während der Winterfutterperiode 1975/76 die quantitativen Beziehungen zwischen Haltungsverfahren und tierischer Leistung für verschiedene Freßstellenbesätze (Verhältnis zwischen Anzahl der Freßstellen und Anzahl der Kühe) im Liegeboxenlaufstall untersucht. Dabei sollte geprüft werden, ob und bei welchen Freßstellenbesätzen sich die Leistung der Milchkühe signifikant ändert. Zu diesem Zweck wurden im Versuch die Freßstellenbesätze 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 und 1:6 herangezogen.

Ziel dieser Versuchsanstellung war es, anhand eines Großversuches mit in hoher Leistung stehenden Tieren, Daten über die Auswirkung der Freßstellen-Einschränkung zu erhalten. Eine Verringerung der Zahl der Freßstellen erlaubt bei der Stallplanung die Einsparung überbauter Fläche und eine Verkürzung der Arbeitswege. Die daraus resultierende Baukosteneinsparung entspricht den Forderungen nach verbilligtem Bauen. Neben anderen Möglichkeiten wie Anwendung moderner Konstruktionen, Verwendung neuer Baustoffe und Bauweisen, ist jedoch diese Möglichkeit verbilligten Bauens bisher auf Skepsis und Ablehnung gestoßen, weil sie die Funktionsfähigkeit ganzer Haltungsverfahren in Frage stellte. Die Futtermittelverteuerung vergangener Jahre hat das Risiko einer eventuellen Leistungsbuße noch erhöht, so daß aus Gründen wirtschaftlicher Sicherheit das Tier-Freßplatzverhältnis 1:1 auch in neueren Ställen überwiegt.

Bisherige Arbeiten, u.a. von Anreue¹⁾, Bijsterveldt²⁾, Eichhorn³⁾, Esmay⁴⁾, Huismann⁵⁾, Schön⁶⁾, Wander⁷⁾, konnten diese Vorbehalte nicht entkräften. Die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen beruhen auf Teilaspekten der vorliegenden Problematik oder auf Versuchen mit beschränkter Tierzahl. Diese und andere Ergebnisse aus der Literatur sind weder miteinander vergleichbar noch statistisch abgesichert. Diese Arbeiten reichen daher zu einer Klärung unter heutigen Produktionsbedingungen nicht aus.

2. Versuchsplanung und besondere Voraussetzungen

Um die Möglichkeit zu schaffen, anfallende Versuchsergebnisse statistisch abzusichern, wurde der Versuchsplanung die Methode der lateinischen Quadrate zugrunde gelegt. Es standen 60 Kühe in 5 Gruppen zu je 12 Tieren im Versuch. Der Versuchszeitraum von 20 Wochen wurde in 5 Versuchsabschnitte mit je 4 Wochen aufgeteilt. Da 5 Freßstellenbesätze (1:1, 1:2, 1:3, 1:4 und 1:6) zu prüfen waren, bestand die Möglichkeit, jede der 5 Tiergruppen jeden Freßstellenbesatz einmal durchlaufen zu lassen.

Die große Anzahl von benötigten Versuchstieren setzte für die Auswahl einen umfangreichen Tierbestand voraus. Ebenso waren besondere Stallverhältnisse zur Bildung der 5 Tiergruppen notwendig, wobei gewährleistet sein mußte, daß der Umtrieb zum Melkstand hin und von dort zurück reibungslos gestaltet werden konnte. Bedingt durch die Freßstelleneinschränkung kam die Vorratsfütterung zur Anwendung, bei der die Tiere ständig Futter im Trog vorfinden.

Für den Großversuch mit diesen Voraussetzungen schien ein Milchviehbetrieb im württembergischen Oberland geeignet, der auch dafür gewonnen werden konnte. Es handelt sich dabei um einen Betrieb mit 140 schwarzbunten Kühen, die bei vorwiegender Herbstkalbung eine Milchleistung im Durchschnitt von ca. 5000 l/Jahr erbringen. Nach dem Zufallsprinzip wurden aus der Zahl der Kühe diejenigen ausgewählt, die dem Laktationsstand nach für die 20-wöchige Versuchsperiode, aufgeteilt in 5 Versuchsgruppen, in Frage kamen. Der vierrei-

hige Liegeboxenlaufstall mit in der Mitte angeordnetem durchfahrbarem Futtertisch und einem 3-er Rotationsmelkstand bot die Möglichkeit, die Buchten mit je 12 Liegeboxen für die einzelnen Gruppen so anzuordnen, daß der Umtrieb beim Melken durchführbar war. Der Freßzaun aus senkrecht einbetonierten 1 1/2 Zoll-Pohren im Abstand von 20 cm war für die Einschränkung der Freßstellen mit Rohren und Rohrschellen gut geeignet. Als Freßstellenbreite pro Kuh ergaben sich aus der Troglänge der Buchten für die 12-er Gruppen 75 cm, ein Maß, das für schwarzbunte Kühe als völlig ausreichend angesehen werden kann. Als Futtergrundlage diente Maissilage und Anwelksilage aus Hochsilos, ferner Heuturm- und Ballenheu sowie Kraftfutter in pelletrierter und mehligter Form.

3. Meßkriterien und Technik der Datenerfassung

Für die Erfassung der Beziehung zwischen Freßstellenbesatz und Leistung wurden Daten aus folgenden Bereichen erhoben:

a) direkte Leistungsdaten vom Tier

- Milchleistung
- Fettgehalt der Milch
- Tiergewicht

b) Fütterung

- Futteraufnahme (incl. Futteranalysen)

c) Tierverhalten

- Häufigkeit der Freßstellenbelegung
 - Dauer der Freßstellenbelegung
 - Häufigkeit der Boxenbelegung
 - Dauer der Boxenbelegung
- } unterschieden nach liegenden und stehenden Kühen

d) Stallklima und Außenklima

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Windgeschwindigkeit
- Windrichtung
- Globalstrahlung
- Regen und Trockenheit

Zu a) Die Milchleistung der Versuchstiere wurde täglich außer sonntags mit Hilfe der im Melkkarussell installierten Milchsammelbehälter gemessen. Proben zur Bestimmung des Milchfettgehaltes wurden 3 mal wöchentlich abends und morgens genommen. Zur genauen Kontrolle wurde das im Sammelbehälter unter Vakuum stehende Gemelk vor der Entnahme durch Einlassen von Luft aufgewirbelt, um so die Fettanteile in der Milch möglichst gleichmäßig zu verteilen.

Das Tiergewicht wurde in Abständen von 4 Wochen, d.h. vor und nach jedem Versuchsabschnitt, ermittelt. Dazu wurde eine Laufgewichtswaage im Treibgang plaziert, den die Tiere nach Verlassen des Melkstandes zu passieren hatten.

Zu b) Die Fütterung erfolgte mit aufgewertetem Grundfuttter auf der Basis der Vorratsfütterung. Zur Vermischung der einzelnen Futterkomponenten diente ein Futtermisch- und -verteilwagen. Durch dieses Mischverfahren war es möglich eine annähernd homogene Futtermischung zu bekommen, um die Tiere gezielt füttern zu können. Bei dem verwendeten Futterwagen handelte es sich um einen Muldenwagen mit Zwangsmischeinrichtung, bestehend aus einer Rohrflügelwelle und dieser gegenläufig, zwei darüber liegenden Förderschnecken.

Die stets korrekte Einwaage der einzelnen Komponenten in den Futtermischwagen wurde durch eine am Wagen angebaute elektronische Wiegeeinrichtung sichergestellt.

Die Aufwertung des Grundfutters war notwendig, weil im Melkstand nur die Kraftfuttergabe für die Leistungsspitze verabreicht wurde. Die Zuteilung der Mischung erfolgte zweimal täglich mittels eines handgeschobenen Muldenwagens der, von der Asutrageinrichtung des Futtermischwagens befüllt, anschließend auf der Laufgewichtswaage gewogen und dann im Freßbereich ausgekippt werden konnte. Das Zurückwiegen des Restfutters vollzog sich ebenso mit Handwagen und Laufgewichtswaage. Proben von jeder angefertigten Futtermischung geben Aufschluß über den TS-Gehalt des Futters und erlauben die Umrechnung auf Futteraufnahme in kg TS.

Zu c) Die Daten bezüglich des Tierverhaltens wurden über eine in der Versuchsanlage installierte elektronische Lichtschrankenanlage erfaßt. Die in Metallgehäuse eingebauten Lichtschranken wurden an jeder Freßstelle in der Weise angebracht, daß Sender und Empfänger in der Ebene des Freßzauns schräg gegenüberstanden und der Infrarotlichtstrahl jeweils die ganze Freßstellenöffnung erfaßte. Ebenso wurden an den Liegeboxenabtrennungen in ca. 55 cm und 105 cm Höhe Lichtschranken montiert, die Liegen und Stehen der Kühe in der Box anzeigten. Auch hier erfolgte die Anbringung von Sender und Empfänger so, daß der Lichtstrahl diagonal durch die Liegebox ging.

Die erwähnten Lichtschranken arbeiten im Infrarotbereich und wurden von einer speziell zu diesem Zweck entwickelten Zentraleinheit gesteuert. Über einen Multiplexer war es möglich, die im Stall installierten 147 Lichtschranken im Abstand von 0,2 s abzufragen. Die Funktionsweise war folgende: Eine Speichersteuerung spricht zunächst einen Verzögerungszeitähler und nach Ablauf einer kurzen Verzögerungszeit einen Belegungszeitähler an, der die Belegungszeit in 4 s - Linheiten zählt, sofern eine Freßstelle oder Liegebox belegt ist. Nach beendeter Belegung und wiederum einer kurzen Verzögerungsphase werden Impulse auf einen Ausgabespeicher übernommen, von dem aus die Ausgabe an die peripheren Geräte, nämlich Digitaldrucker und Lochstreifenstanze,

vorgenommen wird. Auf Loch- und Druckstreifen werden außerdem Datum, Nummer der belegten Lichtschranke, Zeitpunkt des Endes der Belegung und Belegungsdauer registriert.

Zu d) Die Erfassung von Daten im Bereich des Stall- und Außenklimas wurde mit 6 Thermohygrometer und einem 6 - Kanal-Potentiometer-schreiber mit elektronischen Gebern vorgenommen.

4. Zusätzliche Datenerfassung beim Einzeltier

Die bisher dargestellte Datenerfassung zielt jeweils auf Durchschnittswerte der gesamten Tiergruppe ab, da weder im Bereich der Futteraufnahme noch im Bereich des Tierverhaltens das einzelne Tier identifiziert wird. Daher wurden bei einer der 5 Tiergruppen auch die Daten des Einzeltiers erfaßt.

Somit konnten auch etwaige negative Auswirkungen eines Freßstellenbesatzes auf ein einzelnes Tier - wie z.B. eine rückläufige Futteraufnahme - festgestellt werden. Dies wäre bei der ausschließlichen Erfassung von Gruppendurchschnittswerten nicht möglich gewesen.

Diese Einzelbeobachtungen erstreckten sich auf jeweils 2 Wochen innerhalb eines jeden der fünf 4-wöchigen Versuchsabschnitte.

Zur Ermittlung der individuellen Futteraufnahme war bei der Beobachtungsgruppe vor jeder Freßgitteröffnung eine elektronische Waage mit Holztrogaufsatz installiert. Da die Wagen ebenfalls an die oben beschriebene Zentraleinheit angeschlossen waren, löste eine Kuh bei Beginn oder Ende der Futteraufnahme jeweils eine Wiegung durch Unterbrechen bzw. Freigeben der Freßstellenlichtschranke aus. Eine Beobachtungsperson hatte die Nummer der betreffenden Kuh über einen Code-Wandler einzugeben.

Die mittels der peripheren Geräte ausgegebenen Daten wurden somit außer den oben schon aufgezählten, um die folgenden erweitert: Kuhnummer, Waagenummer, Futtergewicht bei Beginn und bei Ende der Freßtätigkeit. Aus den Daten der Futteraufnahme und Belegungsdauer läßt sich dann die jeweilige Freßgeschwindigkeit errechnen. Zusätz-

lich wurden vom Beobachter in einem Handprotokoll die individuellen Ruhezeiten der Tiere sowie die sozialen Auseinandersetzungen innerhalb der Gruppe festgehalten.

Mit diesen zusätzlichen Daten ist es möglich, den Einfluß des Freßstellenbesatzes auf das einzelne Tier sowie etwaige Verschiebungen im sozialen Gefüge der Gruppe festzustellen.

5. Beobachtungen und Erfahrungen

Es konnte festgestellt werden, daß nach einer Umstellung die Anpassung der Gruppen an den jeweiligen Freßstellenbesatz sich sehr rasch (in etwa 1 bis 2 Tagen) vollzogen hatte. In Bezug auf die Freßzeiten spielte sich ein gewisser Rhythmus bei den einzelnen Freßstellenbesätzen ein. Bei den Besätzen 1:1 und 1:2 war zu erkennen, daß die Tiere bei der Futteraufnahme sich viel Zeit ließen und häufig die Freßstellen wechselten, um so die besten Futterpartien herauszufinden. Bei den übrigen Besätzen fraßen die Tiere zügiger; Sortierversuche und Wegschieben des Futters waren hier seltener zu beobachten. Gegenseitiges Verdrängen von den Freßstellen fand in erster Linie nach dem Einwiegen von frischem Futter am Abend statt; jedoch gab es keine Kämpfe. In den frühen Morgenstunden wurden in den Gruppen mit den Besätzen 1:1 bis 1:4 die Freßstellen kaum noch aufgesucht. Die beiden Freßstellen bei 1:6 waren dagegen abgesehen von kurzen Zeitabschnitten vor und nach dem Morgenmelken ständig besetzt.

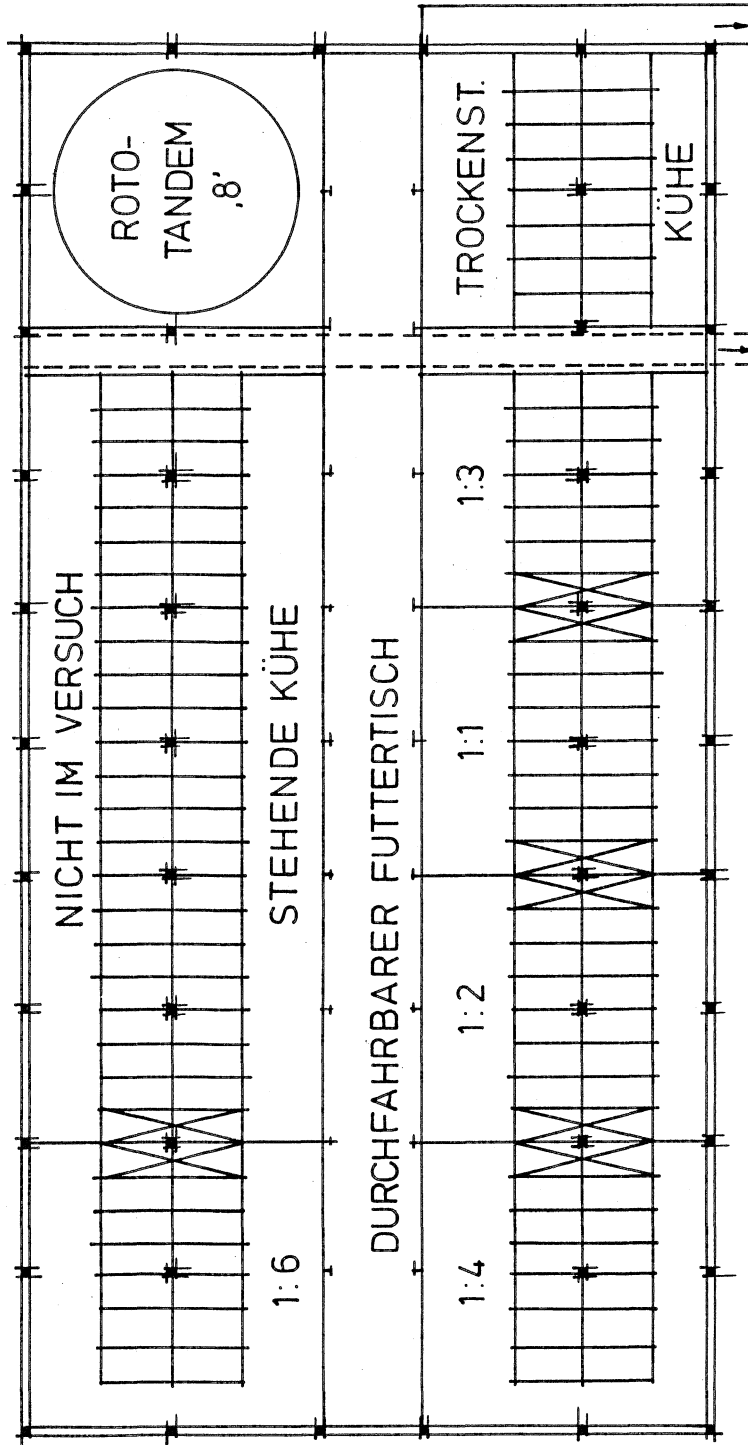
Die Lichtschrankenanlage erwies sich für die hier zu registrierenden Tieraktivitäten als ein sehr zuverlässiges Instrument. Störungen in geringem Umfang traten nur durch gelegentliche Verschmutzung von Lichtschranken auf, die aber bei den zweimaligen Routinekontrollen pro Tag beseitigt werden konnten.

Nach den Erfahrungen während der Versuchsdurchführung zeichnen sich weder bei Milchleistung, Milchfettgehalt, Futteraufnahme und Tiergewicht noch beim Tierverhalten Tendenzen ab, die auf einen Leis-

tungsabfall im weiteren Sinne hindeuten. Eine Anmerkung ist allerdings im Hinblick auf die Futtervorlage zu machen: So konnte bei zweimaliger Fütterung und einem Freßstellenbesatz 1:6 nur mit Hilfe einer geeigneten Holzkonstruktion genügend Futter in Reichweite der Tiere vorgelegt werden.

Die Erfahrungen der **Versuchspraxis** scheinen daher die bisherige Annahme nicht zu bestätigen, daß die Leistung der Tiere im Bereich der untersuchten Freßstellenbesätze rückläufig sein soll.

Die Sichtung und Auswertung der in 20 Wochen gesammelten Daten- und Analysenwerte ist angelaufen. Eine endgültige Aussage ist durch die statistische Auswertung möglich. Die Ergebnisse sind für den Winter 1976/77 zu erwarten.



SKIZZE VERSUCHSSTALL (KRAFTWANGEN)

Literatur:

- 1) Andreae, U.: Besatzdichte u. Besatzstärke von Mast-
 bullen am Flachsilo
 DLG-Mitteilungen, Jg. 86, Heft 6, S.125-128

- 2) Bijsterveldt, W.P.M. und van Schulking:
 Zelvoedering en voorraadvoedering bij melkvee
 Landbou mechanisatie 18 (1967) 7, S.693-697

- 3) Eichhorn, H., Hecht, H. und Seufert, H.:
 Fressplatzbreiten u. Baukosten in Laufställen
 für die Bullenmast
 Bauen auf dem Lande, 25.Jg., Heft 6/74

- 4) Esmay, M.L. und D.B. Brooker:
 Horizontal self-feeding silos
 Agr. Engineering 34 (1953) S.620-623

- 5) Huismann, L.H.: Kapitalexensive Verfahren in der Rindvieh-
 fütterung
 Landtechnik 19 (1964) H.9, S.259-264

- 6) Schön, H.: Voraussetzungen u. Möglichkeiten einer
 Mechanisierung der Vorratsfütterung in
 Rinderlaufställen
 KTBL-Berichte über Landtechnik 133

- 7) Wander, J.-F.: Fressplätze für Rinder bei Zuteil- und
 Vorratsfütterung mit mobilem Gerät,
 ILB-FAL Braunschweig Völkenrode
 Referat anlässlich des VIII. CIGR-Kongresses
 in Flevohof/Holland

Veröffentlichungen:

- (1) Bischoff, Th. Kurzbericht über den Versuch "Freßstellen-
Gerstlauer, H.: besatz"
 top agrar (z.Zt.im Druck)

Vorträge:

- (1) Gerstlauer, H.: Bericht über den Versuch "Freßstellen-
 besatz" sowie Vorführung der Versuchsanlage
 Kontaktgespräch der Universität Hohenheim
 am 8. April 1976 in Ostrach

Wissenschaftliche Kontakte:

Dr.J.-F. Wander, Institut für Bauforschung der Forschungsanstalt
in Braunschweig-Völkenrode, Leiter: Prof.Dr. Piotrowski
Dr.K.Zeeb, Abt. für angewandte Ethologie am Institut für Tierhygiene
in Freiburg, Leiter: Prof.Dr.Englert
Architekt A.Stuber und Agronom P.Jakob, Sektion landw.Bauwesen
und Sektion Technologie der Tierhaltung der Eigen.Forschungsanstalt
in Tänikon/Schweiz, Leiter: Dir.Dr.Fässler
Dr.M.Süß, Referat Verhaltensforschung an der Bayer.Landesanstalt
für Tierzucht in Grub, Leiter: Dr. H. Bogner
Dipl.-Ing.agr. R.Pflug, Institut für Landtechnik der Universität
Gießen, Leiter: Prof.Dr. Eichhorn
Ing.Tj.Westendorp und Ing.J.A. Gels, Hoofdafdeling
Bouwkunde, Institut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen,
Wageningen/Holland

Projektbereich F

Technologien zur optimalen Futterkonservierung, Lagerung und Fütterung

Leiter: Dr. H. Pirkelmann
Bayer. Landesanstalt für Landtechnik
8050 Freising, Vöttingerstr. 36
Tel. 08161/71463

Antrag vom 5.4.1976 S. 79 - 129

Das Arbeitsprogramm des Projektbereiches F wurde einer Anregung der Gutachter folgend neu formuliert (Antrag vom 5.4.1976 S. 81), um vor allem den landtechnischen Untersuchungen neben den arbeitswirtschaftlichen und ernährungsphysiologischen Untersuchungen entsprechend Raum zu geben. Neben allen grundlegenden Untersuchungen werden vor allem die Belange einer praktischen Nutzenanwendung ständig verfolgt und enge Querverbindungen zu den anderen Projektbereichen (A, I, L) gehalten.

Die 1975/76 notwendig gewordenen finanziellen Einschränkungen bedeuteten eine Reduzierung des Arbeitsprogrammes, wovon in besonderem Maße das Teilprojekt F 7 betroffen ist. Eine sich im Laufe der Forschungsarbeiten abzeichnende notwendige Ausdehnung des Teilprojektes F 6 auf einen größer angelegten Respirationsversuch konnte bisher aufgrund begrenzter Mittel nicht erfolgen, er ist in der kommenden Arbeitsperiode vorgesehen.

Die seit der Neuformulierung (Oktober 1974) des Forschungsprogrammes gewählte Gliederung in drei Schwerpunkte

1. Technische Untersuchungen
2. verfahrenstechnische Untersuchungen
3. ernährungsphysiologische Untersuchungen

hat sich bewährt und wird zukünftig in erweitertem Maße fortgeführt.

Die Ergebnisse aus den einzelnen Teilprojekten wurden in zahlreichen Veröffentlichungen und Vorträgen publiziert.

Teilprojekt F 2

Erarbeitung von Grundlagen für die Verfütterung aufgewerteter Grundfuttermischungen

Leiter: Dr. H. Pirkelmann OLR
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik
8050 Freising, Vöttinger Straße 36
Tel. 08161/71463

Antrag vom 5.4.1976 S. 79 - 129

Auf Anregung der Gutachter wurde das Arbeitsprogramm des gesamten Teilprojektes F 2 neu überarbeitet und ab Oktober 1974 unter das o.g. Thema gestellt. Bis zu diesem Zeitpunkt liefen die Arbeiten im Teilprojekt F 2 unter dem Thema: Herstellung und Vorlage von komplettierten Futtermischungen. Die jetzige Ausrichtung des Teilprojektes F 2 bedeutet eine stärkere Betonung der Grundlagenarbeiten, wobei aber die Verbindung zur landwirtschaftlichen Praxis stets aufrecht erhalten wird.

Wie sich gezeigt hat sind mit Kraftfutter aufgewertete Grundfuttermischungen eine besonders interessante Möglichkeit, in tierphysiologischer und arbeitswirtschaftlicher Hinsicht die Fütterung in der Rindviehhaltung zu verbessern. Einige grundsätzliche Untersuchungen im Teilprojekt F 2 über physikalische Eigenschaften der Mischungen und das Freßverhalten der Tiere gegenüber Einzelfutter, sollen zu einer möglichen Bewertung dieses Fütterungsverfahrens beitragen.

1. Vergleich zwischen Einzel- und Mischfutter hinsichtlich Freßverhalten und Verzehrmenge

Milchvieh

In einem Einzeltierfütterungsversuch in 3 Abschnitten mit je 3 Wochen wurden 6 laktierende Kühe wechselweise in 2 Gruppen mit Mischfutter und mit Einzelfutter gefüttert. Die Milchleistung in der Versuchs- und der Vergleichsgruppe lag in gleicher Höhe. Innerhalb jeder Gruppe war eine Leistungsabstufung von ca. 6 kg von Tier zu Tier gegeben, wobei Kuh Nr. 1 und 4 die höchste, Kuh Nr. 3 und 6 die niedrigste Leistung erbrachten. Die Futterrationsration bestand einheitlich für alle Versuchstiere aus:

20 kg Maissilage, 3 kg Grassilage, 3 kg Heu, 8 kg Kraftfutter und 1,5 kg Rübenschnitzel. Die Futtevorlage erfolgte 2 x täglich, die Rückwaage 1 x am Tag. Das Einzelfutter wurde in folgender Reihenfolge vorgelegt: Maissilage, Kraftfutter, Grassilage und Heu. Die Tröge waren über Drahtseile an Zugkraftgebern aufgehängt. Durch die alle 60 Sekunden erfolgte Gewichtsregistrierung ist der Freßrhythmus

und die Versuchsmenge pro Zeiteinheit festzustellen.

Die tägliche Futteraufnahme in kg TM über die gesamte Versuchsperiode ist in Tabelle 1 zusammengestellt. In der Versuchsserie A ist bei den vergleichbaren Kühen Nr. 1 zu 4 (Milchleistung 29 und 27 kg) und 2 zu 5 (Milchleistung 19 und 23) eine deutliche Mehraufnahme beim Mischfutter gegeben, wobei die deutliche Minderaufnahme bei Kuh Nr. 4 durch Krankheit in den ersten Tagen des Versuches mitverursacht sein dürfte. Bei den Kühen Nr. 3 zu 6 (Milchleistung 18 und 17 kg) ist bei Einzelfutter eine höhere Futteraufnahme gegeben.

In der zweiten Versuchsserie wurden die Gruppen gewechselt. Bei den Kühen 1 (an 2 Tagen krank) und 2 ging durch die Umstellung auf Einzelfutter die Aufnahme um 0,6 - 1,1 kg/TM/Tag zurück. Bei Kuh 3 ergab sich keine Änderung. Bei den mit Mischfutter gefütterten Tieren Nr. 4 war ein Anstieg, bei 5 und 6 ein Rückgang zu verzeichnen. In der abermals in die Ausgangsposition zurückgewechselten Versuchsserie C ist mit Ausnahme der Kuh 6 bei allen Tieren eine erhöhte Futteraufnahme festzustellen, wobei durchschnittlich mehr Misch- als Einzelfutter gefressen wurde.

Im Mittel aller Versuche liegt die tägliche TM-Aufnahme bei Mischfutter signifikant um 0,5 kg über der vom Einzelfutter. Dieser Mehrverzehr ist von den Tieren 1 - 3 verursacht, während bei den Kühen 4 - 6 das Einzelfutter dominiert. Die erste Gruppe fraß generell gleichmäßiger als die zweite, die teilweise auch beim Grundfutter stark selektierte. So war bei Kuh Nr. 5 in der Rückwaage ausschließlich Maissilage, bei Kuh Nr. 6 nur Grassilage und Heu zu finden. Da diese Tiere die offensichtlich nicht sehr gerne gefressenen Komponenten im Mischfutter nicht ausselektieren konnten, ist vermutlich die Gesamtfutteraufnahme zurückgegangen. Dies gibt aber auch den Hinweis, daß eine leistungsbezogene Bemessung der Grundfutterration in Frage gestellt werden kann, wenn die Tiere die einzelnen Komponenten frei aufnehmen können.

Die Zuteilung einer einheitlichen Ration an alle Tiere ohne Berücksichtigung der individuellen Leistung, sollte unter anderem Hinweise geben, ob bei höherer Leistung auch eine höhere Futteraufnahme gegeben ist. Dieser Gesichtspunkt könnte eine wertvolle Hilfestellung zur Bemessung der Leistungsspannen bei der Einteilung in Leistungsgruppen sein. Bei den Tieren 1 mit 3 ist mit abnehmender Milchleistung ein deutlicher Rückgang der Futteraufnahme festzustellen. Der Unterschied ist bei Mischfutter größer, als bei Einzelfutter. Bei den Kühen 4 mit 6 ist diese eindeutige Tendenz nicht gegeben. Die Kuh 4 mit der höchsten Leistung nimmt zwar auch hier das meiste Futter auf, ein Vergleich zwischen 5 und 6 zeigt aber eine gegenteilige Entwicklung.

Tabelle 1: Tägliche Futteraufnahme in kg/TM bei Misch- und Einzelfutter

Versuchsserie A			Versuchsserie B			Versuchsserie C			Gesamtversuch (Mittelwert)				
Mischfutter		Einzelfutter	Einzelfutter		Mischfutter	Einzelfutter		Mischfutter	Einzelfutter				
Kuh-Nr.	kg/TM	Kuh-Nr.	kg/TM	Kuh-Nr.	kg/TM	Kuh-Nr.	kg/TM	Kuh-Nr.	kg/TM	kg/TM			
1	19.5	4	15.5	1	18.4	4	17.9	1	19.3	4	18.3	18.9	17.4
2	17.6	5	16.8	2	17.0	5	14.9	2	17.9	5	15.9	16.8	16.6
3	16.5	6	17.8	3	16.7	6	16.9	3	16.9	6	17.0	16.8	17.2
∅	17.9		16.7		17.4		16.5		18.1		17.1	17.5	17.0
1-3												18.0	17.4
4-6												16.5	16.9

Zur Klärung dieser Fragestellung werden daher noch weitere Versuche mit einer größeren Tierzahl erforderlich sein.

Eine Aussage über die Beeinflussung der Milchleistung war in diesem Versuch nicht zu erwarten. Dennoch wurden zur besseren Erfassung die verschiedenen Einflußfaktoren, die Milchleistung täglich, der Fettgehalt 2 x wöchentlich und das Körpergewicht jeweils am Anfang und Ende jeder Versuchsserie ermittelt. Die Daten sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Nach neueren physiologischen Erkenntnissen soll über den Tagesablauf vor allem beim Kraftfutter eine möglichst gleichmäßige Futteraufnahme erfolgen. Damit kommt dem Freßrythmus eine verstärkte Bedeutung zu. Bei freiem Zugang zum Futter erfolgt die Aufnahme durchschnittlich in 10 - 15 Perioden. Der Hauptverzehr liegt dabei im Zeitraum von 3 - 4 Stunden nach der Futtervorlage. Danach ist die Futteraufnahme individuell verschieden. In den Nachtstunden ist von 3⁰⁰ bei manchen Tieren bereits ab 1⁰⁰ bis ca. 4⁰⁰ eine durchgehende Freßpause. Im Gegensatz zur sehr schnellen Aufnahme des Einzelfutters nach der Vorlage, wird das Mischfutter von Anfang an gleichmäßiger gefressen. Zum Teil ist die Mischfutteraufnahme auch über den Tagesablauf besser verteilt. Dies wird verdeutlicht durch eine vergleichende Gegenüberstellung der Versuchsserie B und C der Kühe 4, 5 und 6 und ist noch besser zu erkennen bei der Kuh Nr. 4 (Darstellung 1 und 2).

Mastbullen

In einem vom Institut für Wirtschaftslehre des Landbaues (Prof. Dr. Steinhauser) durchgeführten Vergleichsversuch zwischen den Eiweißfutterarten Sojaschrot und Ackerbohnen konnten die Versuchsgruppen mit 14 - 15 Tieren halbiert und in der Fütterungstechnik variiert werden. Bei der Versuchsgruppe wurde das Kraftfutter homogen eingemischt, bei der Vergleichsgruppe auf die Maissilage aufgestreut und beim Zuräumen nur grob untergemengt. Das Futter wurde für die ca. 400 kg schweren Mastbullen der Rasse Fleckvieh gruppenweise zugewogen. Die Kraftfuttermischung betrug pro Tier: 1,0 kg Getreideschrot, 1,5 kg Ackerbohnen, 55 g Mineralstoffe und 110 g Harnstoff bzw. 1,9 kg Getreideschrot, 0,75 Sojaschrot, 55 g Mineralstoffe und 110 g Harnstoff. Maissilage wurde bis zur Sättigung gegeben. Der Versuch lief 2 x 28 Tage. Nach jedem Abschnitt wurden die in einem Anbindestall gehaltenen Bullen gewogen (jeweils 2 Wiegunen an 2 aufeinanderfolgenden Tagen).

Der Futterverzehr an Maissilage lag in allen Versuchsperioden beim Mischfutter geringfügig über dem der Vergleichsgruppe (Tab.3). Die

Tabelle 2: Milchleistung und Körpergewicht der Versuchstiere

Kuh Nr.	Lebendgewicht kg	Versuchsserie A		Versuchsserie B		Versuchsserie C				
		Milchl. kg	Fettgeh. %	Veränderung des Lebend- gew. kg	Milchl. kg	Fettgeh. %	Veränderung des Lebend- gew. kg	Milchl. kg	Fettgeh. %	Veränderung des Lebend- gewichts kg
1	490	29.4	3.89	+ 32	23.7	4.05	+ 7	21.4	3.73	+ 8
2	597	18.7	3.82	+ 7	16.5	3.77	+ 22	15.2	3.65	+ 14
3	590	15.1	4.0	+ 20	14.5	4.08	+ 22	13.9	3.67	+ 3
4	491	27.1	4.76	- 11	29.7	4.08	+ 11	27.5	3.53	- 9
5	524	22.7	3.94	+ 14	21.5	4.02	+ 14	21.1	3.41	+ 6
6	549	18.0	3.92	+ 30	17.4	3.94	+ 0	17.5	3.52	+ 20

Mehraufnahme bewegte sich zwischen 1,2 und 9,7 %, im Mittel zwischen 4,4 und 7,9.

Tabelle 3: Aufgenommene Silomaismenge kg/Tier/Tag

Versuchszeit	I (Ackerbohnen)		II (Soja)	
	Versuchsgruppe	Vergleichsgruppe	Versuchsgruppe	Vergleichsgruppe
16.1.-13.2.	16,97	16,66	17,82	17,09
13.2.-13.3.	19,12	17,94	19,88	17,97
16.1.-13.3.	18,5	17,25	18,85	17,53

Die Gewichtsentwicklung der Versuchstiere zeigt ebenfalls geringe Vorteile zu Gunsten des Mischfutters (Tabelle 4). Auf Grund der großen Schwankungen innerhalb der einzelnen Gruppen ist jedoch eine statistische Absicherung dieser Mehrzunahme nicht möglich.

2. Erforderliche Mischgenauigkeit und Selektionsvermögen bei Futtermischungen durch die Tiere

In vorausgegangenen Untersuchungen wurde vergleichsweise die mögliche Mischgenauigkeit verschiedener Mischsysteme gegenübergestellt. (Forschungsbericht des SFB 141 vom 10.5.74, S. 27 - 29). Bisher existierten jedoch keine Werte über die erforderliche Mischqualität um eine Selektion der Einzelkomponenten aus der Mischung zu verhindern. In einem Einzeltierfütterungsversuch sollten daher entsprechende Ergebnisse erarbeitet werden.

An 3 Kühe wurden in 6 Wiederholungen einheitliche Rationen aus 15 kg Maissilage und 2 kg Kraftfutter vorgelegt. Das Kraftfutter war in unterschiedlichen Vermischungsgraden mit der Maissilage vermengt: Als Ausgangsvariante oben aufgestreut, in einer und in zwei Schichten zwischen die Maissilage gelegt und homogen vermischt. Nach 20 Minuten Freßzeit wurde das Restfutter auf die verbleibende Menge an Kraftfutter analysiert. Dabei ergab sich durch Selektion des Kraftfutters eine sehr starke Verschiebung des Mischungsverhältnisses beim Aufstreuen und Einschichten des Konzentrates. Nur bei der homogenen Vermischung war nahezu keine Veränderung gegeben (Darstellung 3).

Tabelle 4: Gewichtszunahmen

Gruppe	Tier Nr.	Zunahmen in g/Tag vom			
		16.1.-13.2.	13.2.-13.3.	16.1.-13.3.75	
I Ackerbohnen Vergleichs- gruppe	10	714	786	768	
	24	1536	1286	1411	
	53	1089	1446	1268	
	46	1214	1339	1277	
	11	1446	1232	1339	
	42	-	-	-	
	22	1492	1304	1393	
	∅	1248	1232	1243	
	Versuchs- gruppe	13	1393	1625	1509
		15	1375	946	1161
40		1072	1357	1214	
19		1357	1196	1277	
21		946	1304	1125	
27		1679	1071	1375	
47		946	1500	1223	
∅		1253	1286	1269	
II Sojaschrot Vergleichs- gruppe	35	1411	1571	1491	
	50	1107	1089	1098	
	52	1009	1009	1009	
	90	929	1500	1214	
	57	1625	1000	1313	
	59	1250	964	1107	
	8	1393	821	1107	
	36	1321	911	1116	
	∅	1256	1108	1182	
	Versuchs- gruppe	5	1518	1125	1321
		46	1179	1393	1286
		56	893	911	902
		38	1500	1732	1616
41		1214	982	1098	
48		893	571	750	
49		1375	1429	1402	
∅	1225	1163	1196		

Daraus ist zu folgern, daß bei Vorratsfütterung und Aufstallungen mit eingeschränkten Freßplätzen eine intensive Vermischung aller Komponenten, wie sie bisher nur von den Futtermisch- und Verteilwagen erzielt wird, notwendig ist, um eine Benachteiligung rangschwächerer Tiere zu vermeiden.

3. Stabilitätsverhalten verschiedener Futtermischungen

Grundfutter: Kraftfutter-Mischungen erlauben eine Vorratsfütterung, vorausgesetzt, daß die Futterqualität nach der Vorlage im Stall nicht negativ beeinflußt wird. Ein wesentliches Kriterium für die Stabilität des Futters ist der Temperaturverlauf, der für verschiedene Silage- und Grünfuttermischungen gemessen wurde.

Bei den Silagemischungen waren Anwelk- und Maissilage die Grundfutterarten, die untereinander oder mit Kraftfutter vermischt und in Portionen von 40 kg im Stall gelagert wurden. In jeder Mischung waren 2 Thermoelemente eingelegt. Der Temperaturverlauf zeigt, daß sich die Mischungen ähnlich verhalten wie die Einzelfuttermittel (Darstellung 4). Bei Mais- und Grassilage ist zwar durch die Zugabe von Kraftfutter durchwegs eine etwas höhere Temperatur festzustellen als in den reinen Silagen, in der Tendenz aber durchaus vergleichbar. Andererseits ist der in Maissilage nach 80 Stunden eintretende Temperaturanstieg in der Mischung mit Grassilage nicht festzustellen. Offensichtlich geht von beständigen Futterarten eine stabilisierende Wirkung auf die gesamte Mischung aus.

Im Gegensatz zu den über mehrere Tage stabilen Silagen trat bei 50 kg großen Grünfuttermischungen sofort eine Erwärmung ein. Während das lang gelagerte Grünfutter eine maximale Erwärmung von ca. 38°C und dann analog der Außentemperatur sich wieder abkühlte, zeigten alle anderen Varianten einen kontinuierlichen Temperaturanstieg. Dabei treten erst nach 8 - 10 Std. größere Unterschiede zwischen dem reinen Häckselgut und den Mischungen mit Kraftfutter auf. Die stärkere Erwärmung des Mischgutes ist auf die mechanische Beanspruchung und die Verdichtung des Futters im Mischer zurückzuführen.

Wird unterstellt, daß beim Grünfutter eine maximale Erwärmung von 35 - 38°C vertretbar ist, so müßten die Mischungen und das Häckselgut nach 3 - 4 Std. verfüttert sein. In der Praxis wird sich diese Spanne ohne Bedenken verlängern lassen, da in diesem Zeitraum bereits sehr viel Futter verzehrt ist und in den dünner liegenden Restmengen eine Abkühlung des Futters möglich ist.

Veröffentlichungen:

- (1) Pirkelmann, H.: Silageentnahme aus Flach- und Fahrsilos
Dokumentation Landtechnik Weihenstephan,
(1975), H. 1
- (2) Pirkelmann, H.: Einsatz von Futtermischwagen in der Rin-
derfütterung
top agrar (1975), H. 6, S. R6 - R9
- (3) Pirkelmann, H.: Die Technik bei der Fütterung im Mast-
bullenstall
Bayer. Landw. Wochenblatt 165 (1975),
H. 42, S. 18 - 22
- (4) Pirkelmann, H. Entnahme und Fütterung von Silage aus
Maier, L. Flachsilos
Wagner, M.: Rationalisierungskuratorium für Landwirt-
schaft Okt./Nov. 1975, S. 242 - 312
- (5) Pirkelmann, H. Identification Systems for Group Feeding.
Stanzel, H.: Symposium on Cow Identification Systems
and heir Applikations
IMAG, Wageningen 1976

Vorträge:

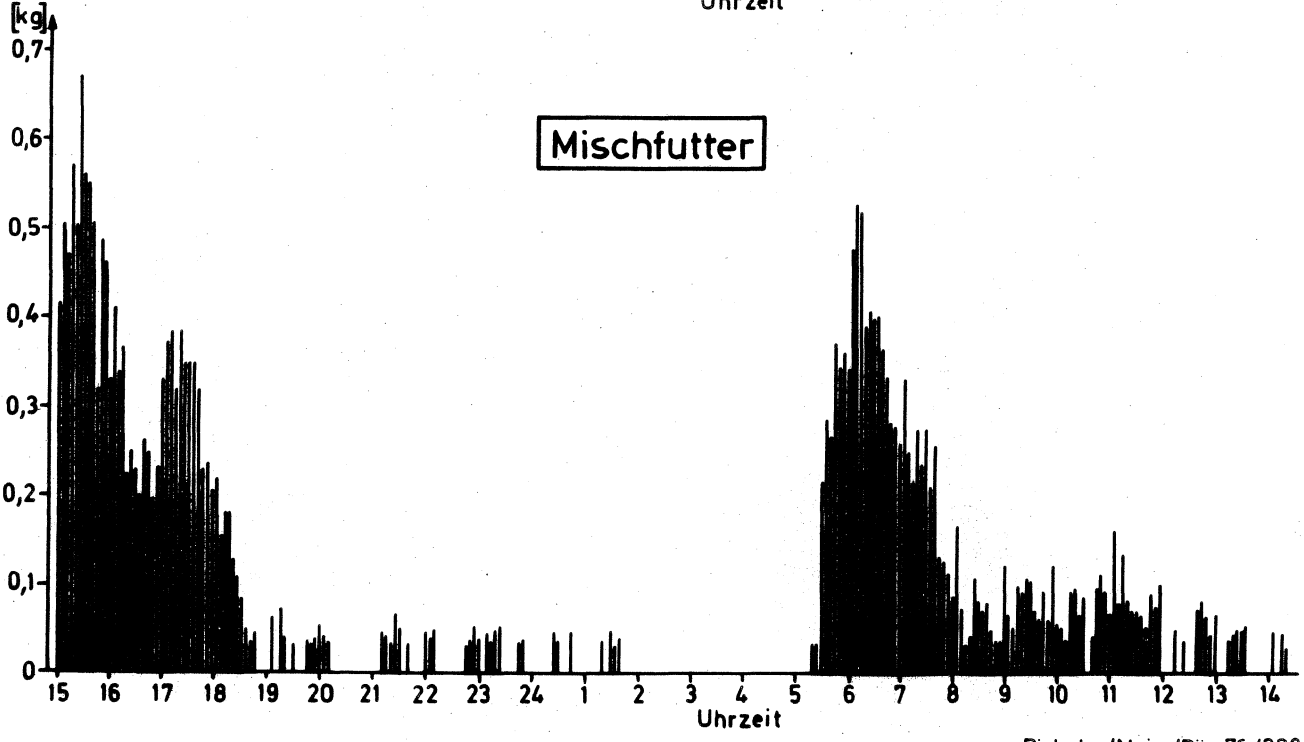
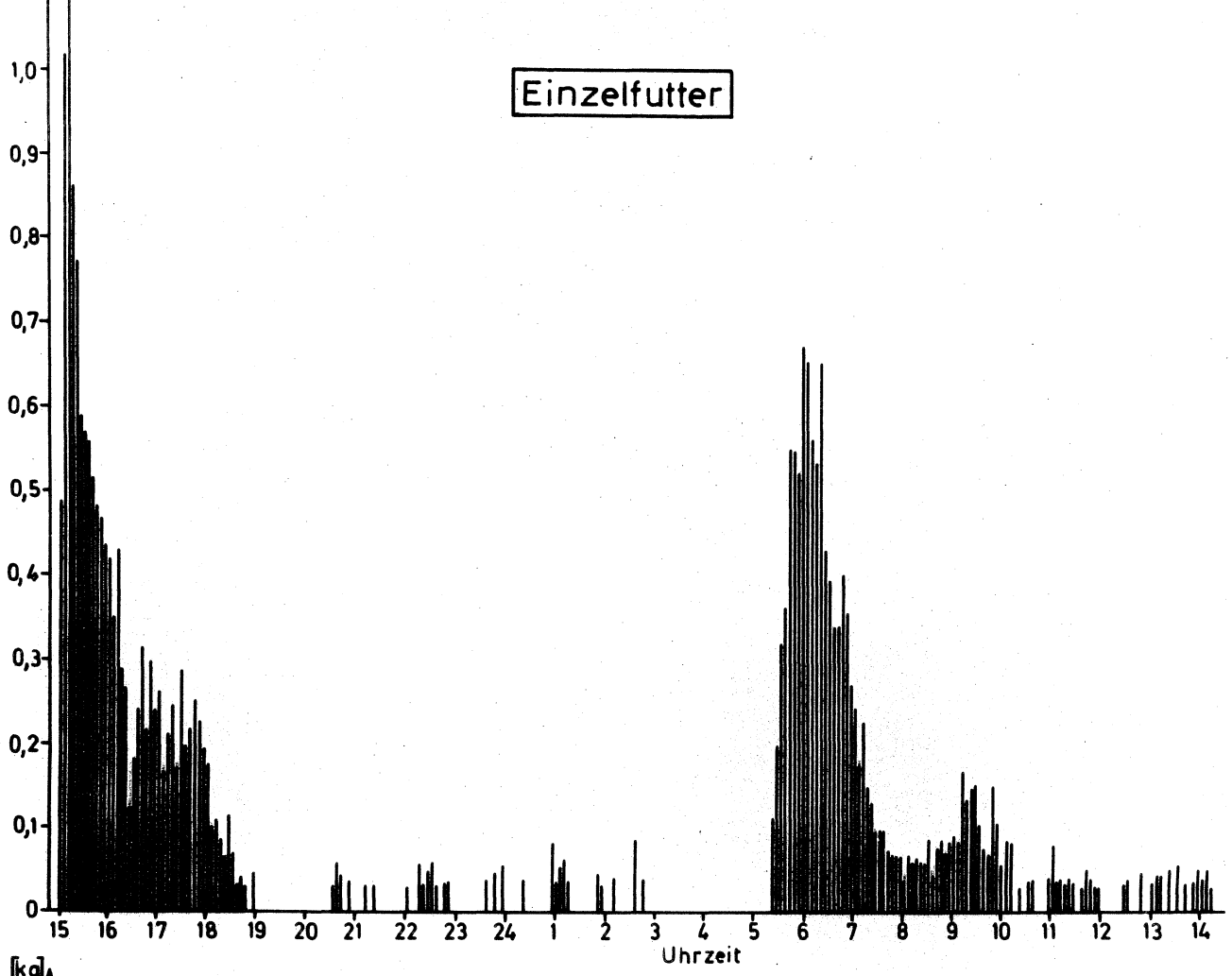
- (1) Pirkelmann, H.: Techniken zur Herstellung aufgewerteter
Grundfütterationen für Rindvieh.
Jahrtagung der Landtechnik Weihenstephan,
Freising, 9.10.1974
- (2) Pirkelmann, H.: Komplettisierte Futtermischungen in der
Milchviehhaltung
Landarbeitskreis Fütterung, Baden-Württem-
berg e.V., Stuttgart-Hohenheim, 24.10.1974
- (3) Pirkelmann, H.: Silageentnahme aus Flach- und Fahrsilos
Jahrestagung des LTV Neumarkt/Opf. am
27.2.1975
- (4) Pirkelmann, H.: Stand der Fütterungstechnik in der Milch-
viehhaltung
Arbeitskreis der Futterberater für die
Landw. Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland,
Hofheim/Taunus am 11.4.1975

- (5) Pirkelmann, H.: Neuere Entwicklungen bei der Silageentnahme aus dem Flachsilo
Arbeitstagung der Referenten für Landtechnik und Landw. Bauwesen, Würzburg am 11.6.1975
- (6) Pirkelmann, H.: Fütterungsverfahren in der Rinderhaltung
Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan, Freising am 3.12.1975
- (7) Pirkelmann, H.
Stanzel, H.: Identification Systems for Group Feeding.
Symposium on Cow Identification Systems and their Applications am 8.4.1976 in Wageningen, Holland

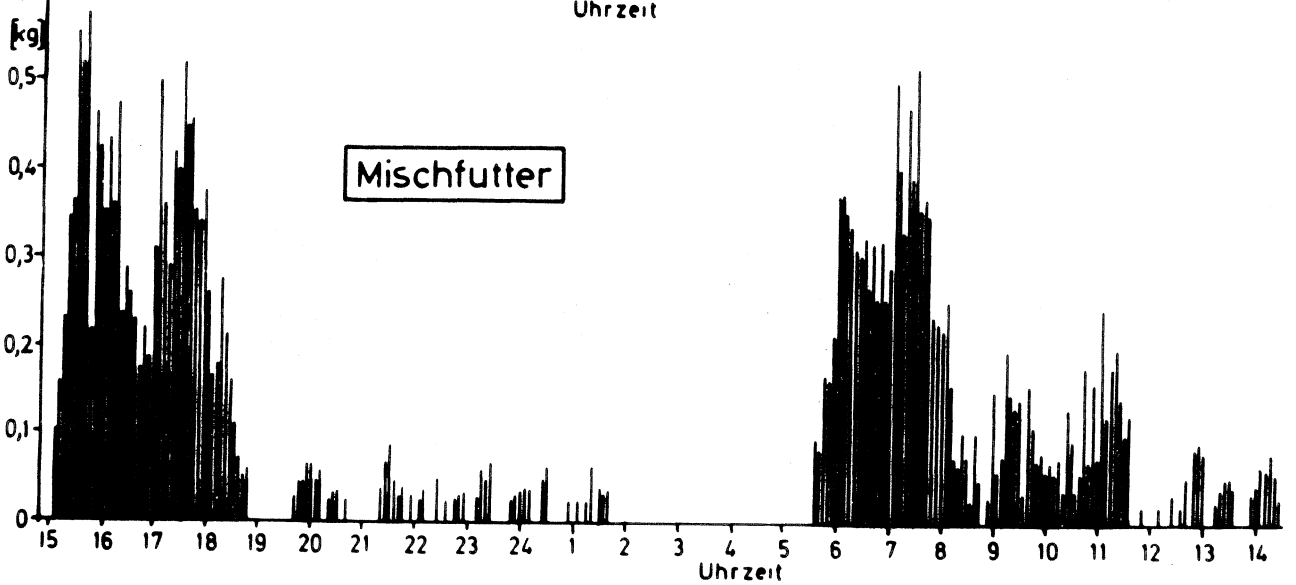
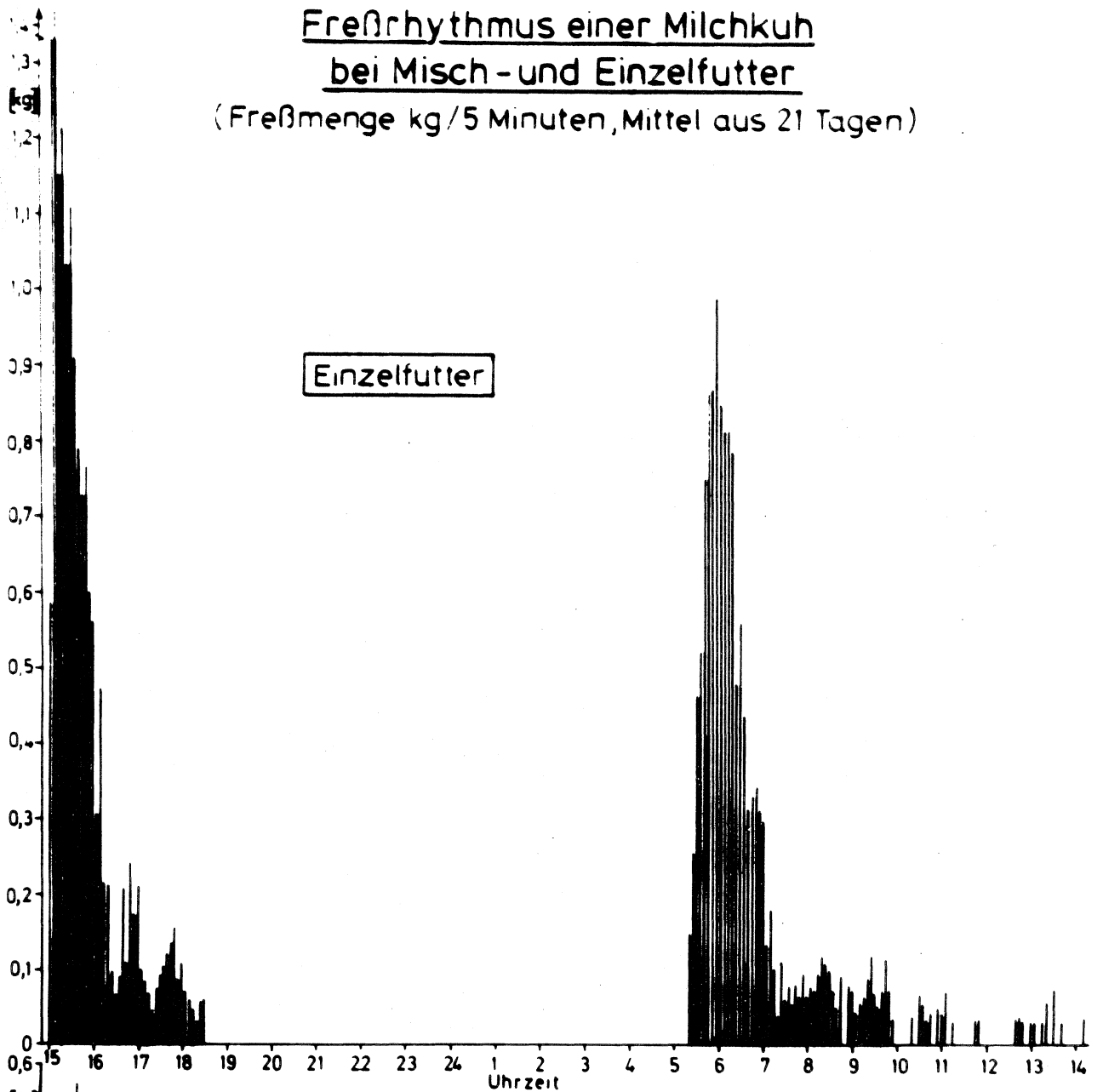
Wissenschaftliche Kontakte

Prof. Riemann, Institut für Verfahrenstechnik, Kiel
Prof. Rossegger, Prof. Bader, Dr. Rohr, FAL Völkenrode
Dr. Rossing, Dr. Bosma, JLR Wageningen
Teilnahme und Vortragserstattung am internationalen Symposium on Cow Identification Systems and their Applications in Wageningen, Holland.

Freßrhythmus von Milchkühen bei Misch- und Einzelfutter (Freßmenge kg/5 min., Mittel von 3 Kühen, Versuchsdauer je 21 Tage)



Freßrhythmus einer Milchkuh bei Misch- und Einzelfutter (Freßmenge kg/5 Minuten, Mittel aus 21 Tagen)

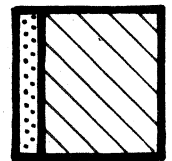
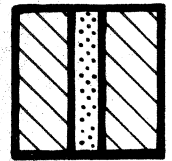
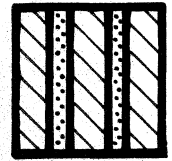
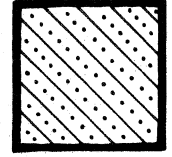
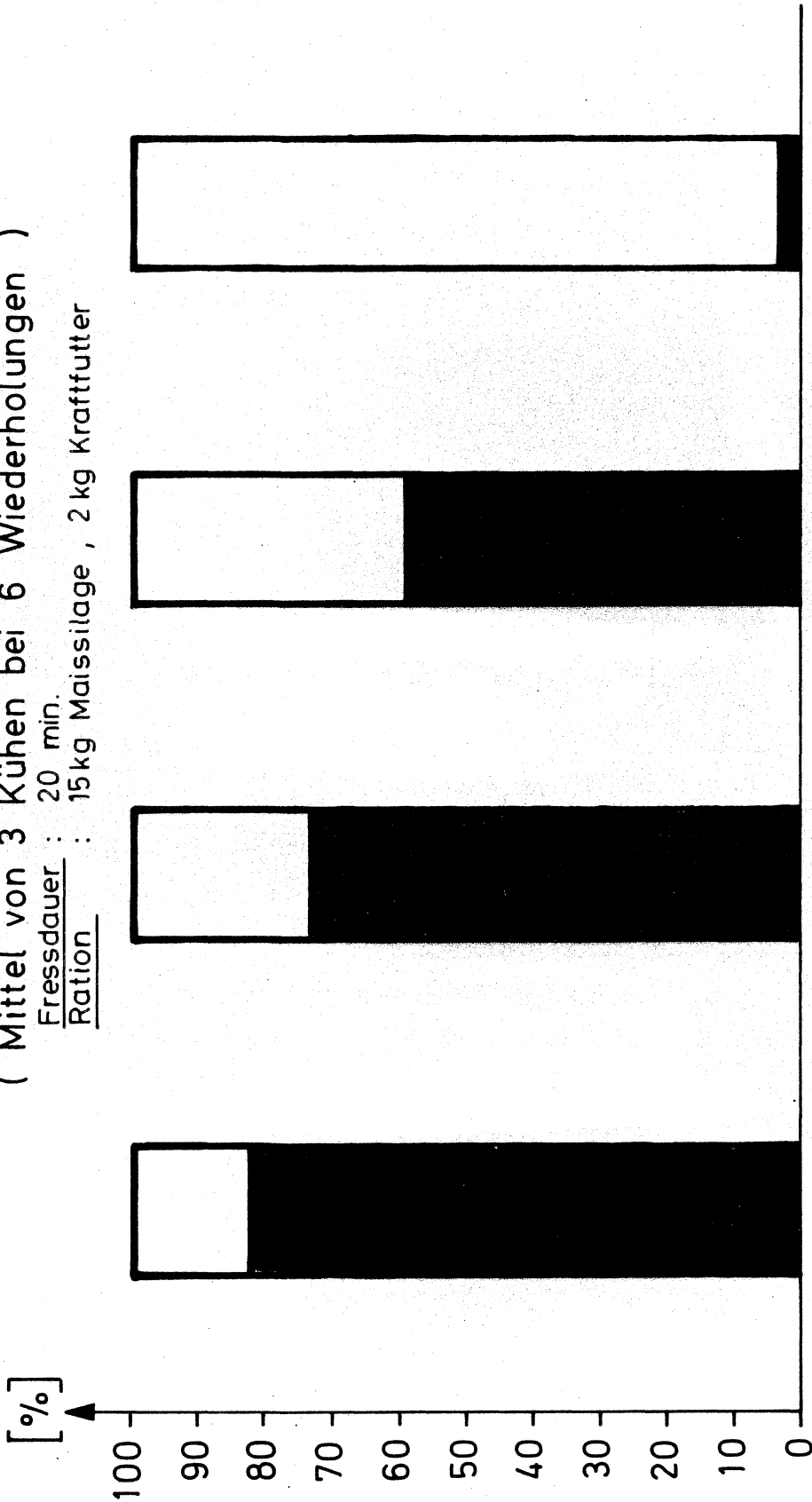


Selektion von Kraftfutter aus gleichen Rationen mit unterschiedlicher Mischgüte

(Mittel von 3 Kühen bei 6 Wiederholungen)

Fressdauer : 20 min.

Ration : 15 kg Maissilage , 2 kg Kraftfutter



Mischgüte =



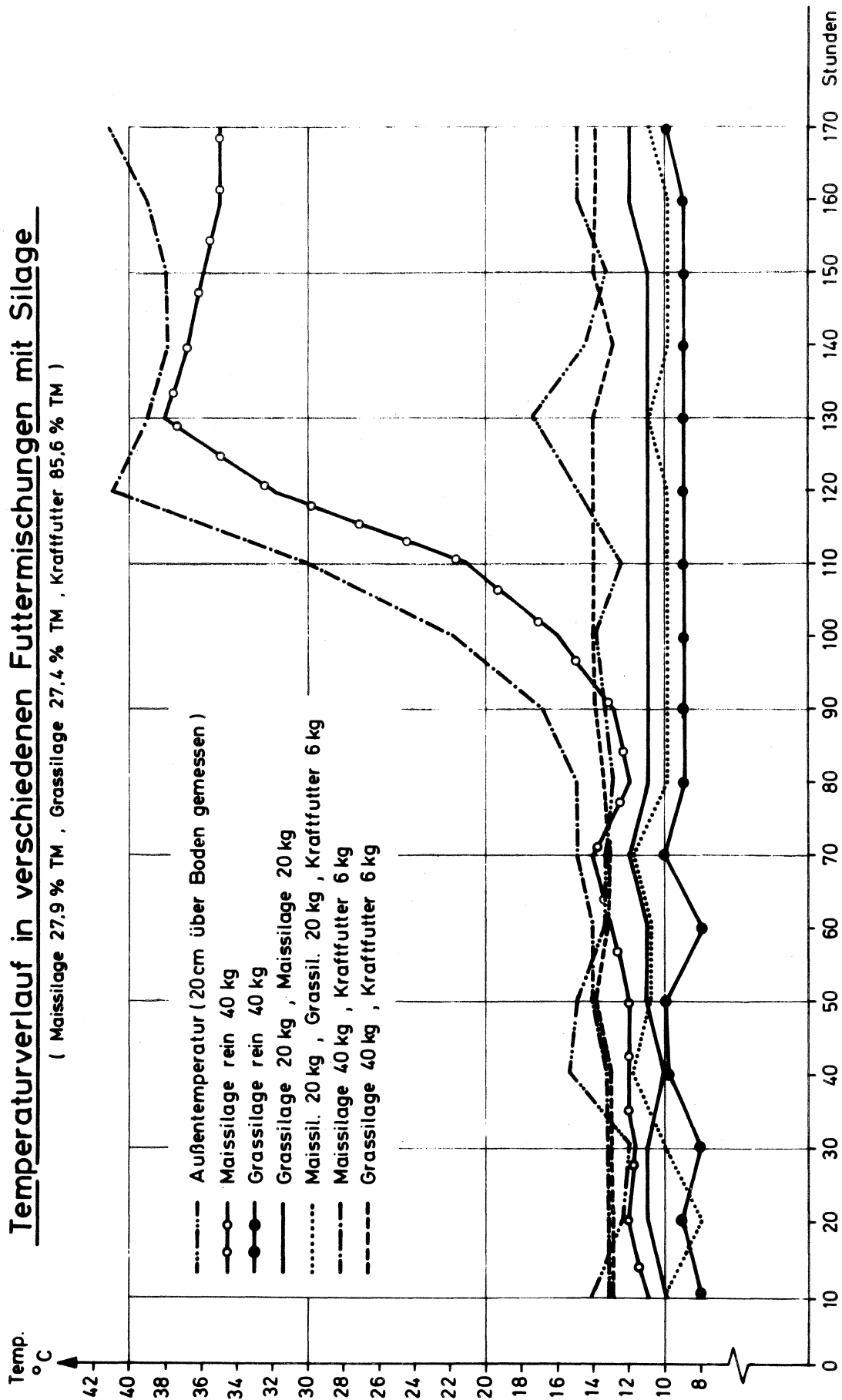
= Maissilage



= Kraftfutter

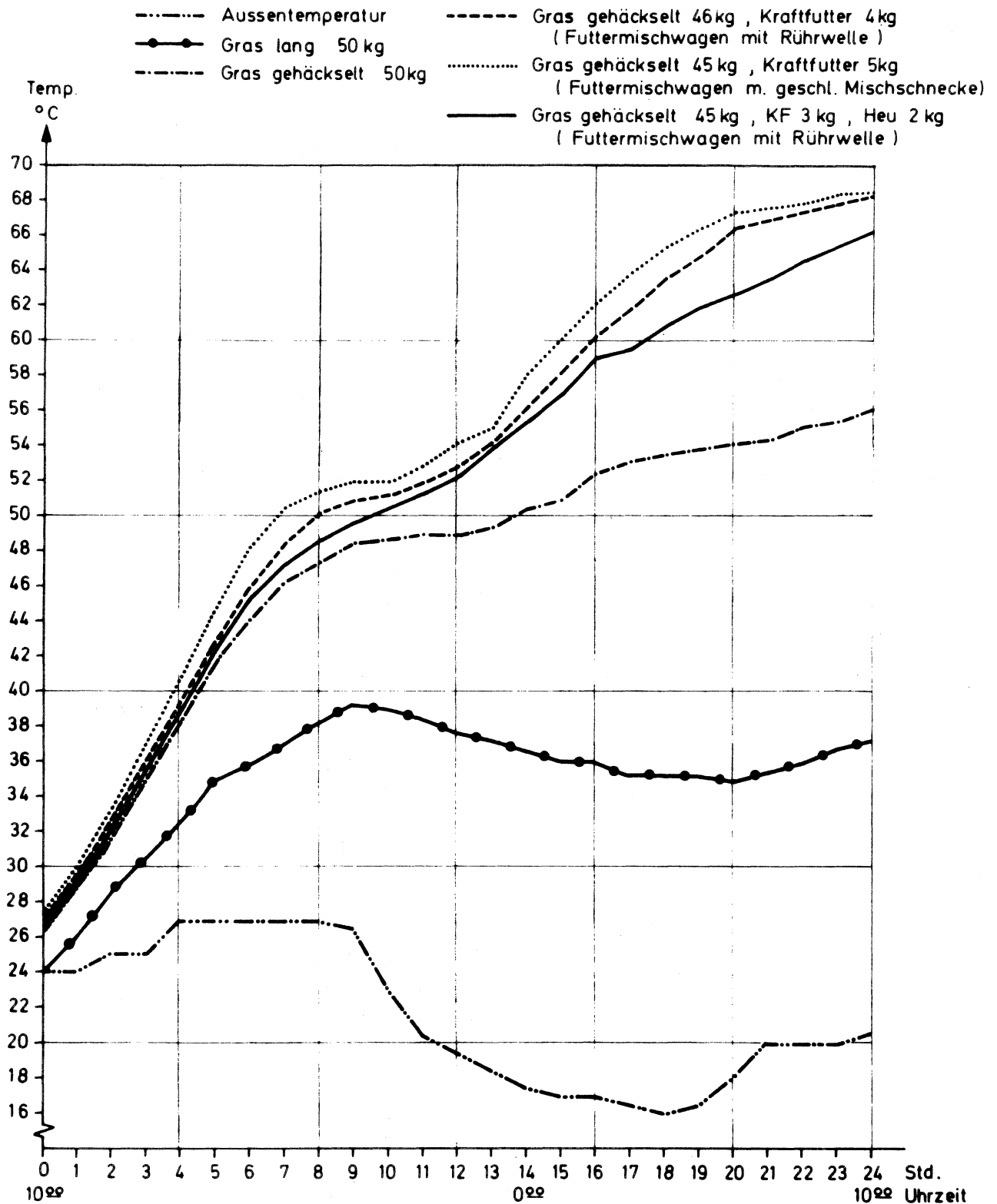
Temperaturverlauf in verschiedenen Futtermischungen mit Silage

(Maissilage 27,9 % TM , Grassilage 27,4 % TM , Kraftfutter 85,6 % TM)



Temperaturverlauf in verschiedenen Futtermischungen mit Grüngut

(Gras 17,1% TM , Heu 86,9% TM , Kraftfutter 86,4% TM)



Teilprojekt F 5

Verfahrenstechnische Grundlagenuntersuchungen und technische Entwicklungen für Misch- und Dosiereinrichtungen zur Vorlage von aufgewertetem Grundfutter

Leiter: Prof. Dr. Ing. W. Söhne
Institut für Landmaschinen
8000 München 2, Arcisstraße 21
Tel.: 089/21052556

Mitarbeiter: Scholtysik, B.J. Dipl.-Ing.

Antrag vom 5.4.1976 S. 100 - 107

Stand der Forschung

In der Rindviehhaltung werden zur dosierten Zuteilung von Futtermitteln mobile Fütterungswagen bereits mit Erfolg eingesetzt. Zur Zuteilung von Kraftfutter in Melkständen werden sogenannte "Kraftfutterautomaten" verwendet. Die Dosierung erfolgt hierbei mittels Zellenrädern oder Schnecken, wobei bei Kraftfuttermitteln die Dosiergenauigkeit im allgemeinen ausreichend groß ist. Bei Grundfuttermitteln ist aufgrund der ungleichmäßigen, für eine Volumendosierung daher ungünstigen Struktur der Stoffe die Dosiergenauigkeit wesentlich schlechter. Komplette stationäre Fütterungsanlagen werden bisher nur als Versuchsanlagen erprobt.

Zur Herstellung von Futtermischungen werden in der Praxis absätzig arbeitende Futtermischwagen mit verschiedenartigen Mischwerkzeugen verwendet. Bei diesen Mischwagen sind je nach der Art der Mischwerkzeuge und je nach den zu vermischenden Stoffen die erzielten Mischgenauigkeiten und der benötigte Leistungsbedarf sehr unterschiedlich.

Ergebnisse

Dosieren von Futtermitteln

Zur Dosierung von Futtermitteln wurden eine Gewichts- und eine Volumendosiereinrichtung untersucht. Um eine Automatisierung zu

ermöglichen, wurden beide Systeme mit einer digitalen Sollwert-eingabe konzipiert. Die Systeme arbeiten mit 7 bzw. 8 digital einzugebenden Stufen, wobei die Größe des Stufensprunges verändert werden kann. Bei beiden Systemen läßt sich die Anzahl der möglichen Stufen erhöhen.

Die Dosierwaage mit digitaler Sollwerteingabe wurde nur aus pneumatischen Elementen aufgebaut, weil es dadurch möglich ist, im Informationsteil und Energieteil des Systems eine einheitliche Energieform zu verwenden. Zur Verwirklichung der Anlage mußten ein geeigneter pneumatischer Digital-Analog-Wandler und eine pneumatische Wiegeeinrichtung entwickelt werden. Der Aufbau der Anlage ist in Bild 1 als vereinfachtes Blockschaltbild dargestellt. Durch die Einstellung der beiden Drücke p_0 und p_z am D-A-Wandler können der Nullpunkt und die Steigung des linearen Zusammenhanges zwischen der vorwählbaren Stufennummer und dem Sollwert der Dosierung verändert werden. An einem Versuchsmodell der Anlage wurde im Laborversuch (mit einem gleichmäßig zugeführten Schüttgut) als Maß für die Dosiergenauigkeit ein Variationskoeffizient von $< 5 \%$ ermittelt. Diese Genauigkeit ist für den Anwendungsfall gewöhnlich ausreichend.

Bild 2 zeigt für drei Einstellungen der Drücke p_0 und p_z den Zusammenhang zwischen dem Mittelwert der abgewogenen Gewichte und der Stufennummer. Die Güte der digitalen Sollwerteingabe wird in Bild 2 durch das Bestimmtheitsmaß der linearen Regression $B = 0,99$ deutlich. Die entwickelte Anlage kann in einer größeren Ausführung auch für die Gewichtsdosierung von Grundfutter verwendet werden. Die Eingabe kann auch mit einem Datenträger erfolgen.

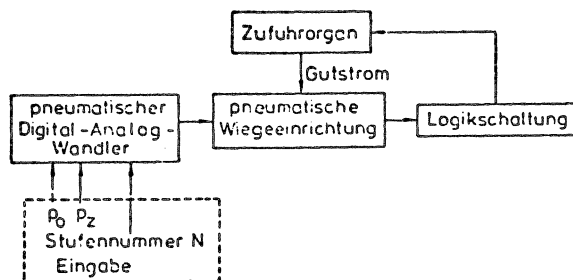


Bild 1: Blockschaltbild der pneumatischen Dosierwaage

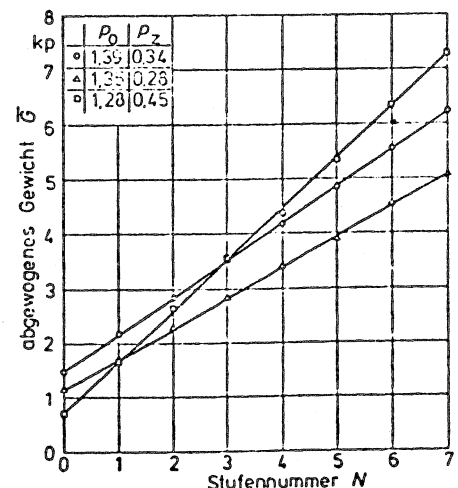


Bild 2: Kennlinien der Dosierwaage bei drei Einstellungen

Speziell für die Volumendosierung von Kraftfuttermitteln mit kleiner Struktur wurde ein Zellenraddosierer mit digitaler Sollwerteingabe entwickelt. Das vereinfachte Blockschaltbild ist in Bild 3 dargestellt. Die verwendete Zähl- und Vergleicherschaltung ist aus pneumatischen Logik-Elemente (Fluidiks) aufgebaut. Die Schaltung erhält von der Zellenradschleuse bei jeder geförderten Zelle einen Impuls. Die Summe dieser Impulse wird mit der Sollanzahl (Z) verglichen, die im Eingabeteil als Produkt der Stufennummer (N) und der Anzahl der Zellen pro Stufe (z) vorgegeben wird, ($Z=N \cdot z$). Für eine konstante Einstellung von z erhält man damit einen linearen Zusammenhang zwischen der eingegebenen Stufennummer und dem geförderten Gewicht. Da es sich um eine Volumendosierung handelt, werden die G-N-Kennlinien vom spezifischen Gewicht und der Struktur des Gutes beeinflusst. Außerdem hängt die Fördermenge von der Drehzahl des Zellenrades ab. Die Einstellung einer bestimmten G-N-Kennlinie wird durch eine geeignete Wahl von z erreicht. In Bild 4 sind für eine konstante Zellenraddrehzahl und für ein pelletiertes Kraftfutter als Versuchsgut die gemessenen G-N-Kennlinien für drei Einstellungen von z dargestellt. Das Bestimmtheitsmaß beträgt jeweils $B = 0,999$. Der Variationskoeffizient, als Maß für die Genauigkeit der Dosierung, beträgt für kleine Zellenanzahlen $< 3 \%$, für große Zellenanzahlen $< 1 \%$.

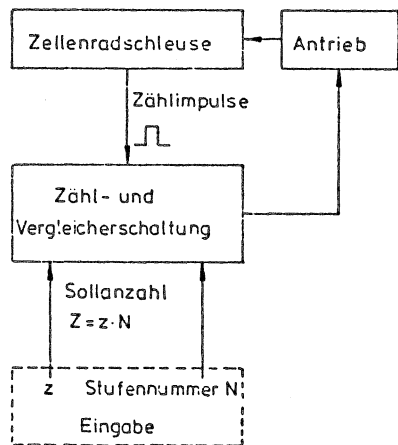


Bild 3: Blockschaltbild des Zellenraddosierers

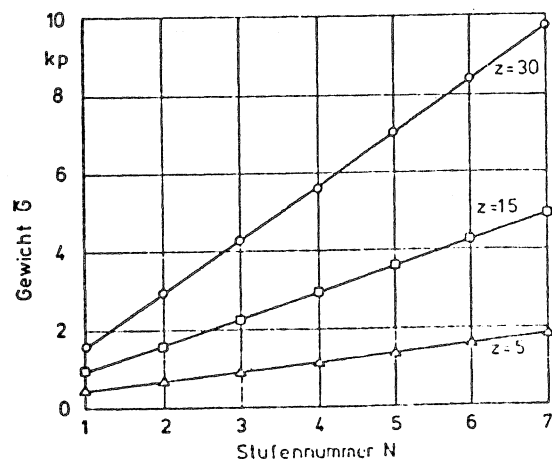


Bild 4: Kennlinien des Zellenraddosierers bei drei Einstellungen

Mischen von Futtermitteln

Zur Beurteilung der Mischvorgänge bei Futtermittelmischern ist eine Analysenmethode zur Ermittlung des Mischungsverhältnisses in einzelnen Mischungsproben notwendig. Wegen ihrer einfachen Handhabung wurde zunächst eine Analysenmethode untersucht, die die unterschiedlichen Trockenmassegehalte in den Mischungskomponenten und in der Mischung ausnützt. Die TM-Gehalte der Komponenten werden dabei als Mittelwerte aus einigen Proben der jeweiligen Komponenten bestimmt. Eine theoretische Untersuchung des Verfahrens zeigte, daß die Analysenfehler sehr groß werden, wenn sich die beiden Komponenten in ihren TM-Gehalten wenig unterscheiden oder wenn in den TM-Gehalten der einzelnen Komponenten größere Schwankungen auftreten, wie dies gewöhnlich bei Grundfutter der Fall ist.

Für eine praktische Ermittlung der Analysenfehler bei der TM-Methode wurden Proben mit bekanntem Mischungsverhältnis aus verschiedenen Grundfuttern und Kraftfuttern hergestellt und mit der TM-Methode analysiert. In Bild 5 ist das Ergebnis eines solchen Versuches dargestellt. Während der Variationskoeffizient der tatsächlichen Mischungsverhältnisse in den Proben nur etwa 0,06 % beträgt, ergibt die TM-Methode einen Variationskoeffizienten von 1,23 %. Die TM-Methode liefert also wesentlich größere Schwankungen im Mischungsverhältnis als wirklich vorhanden sind.

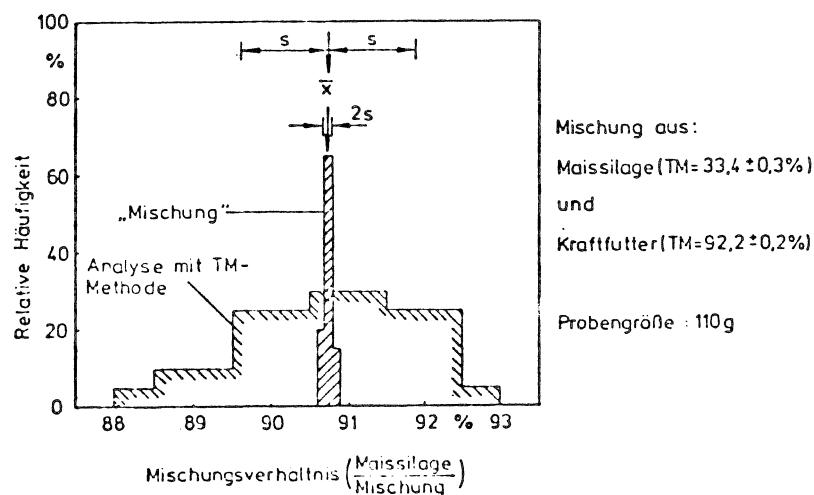


Bild 5: Zur Veranschaulichung der Analysenfehler bei der TM-Methode

Bei einer zweiten Analysenmethode wurde versucht die Mischungsproben in ihre Komponenten zu trennen. Da dies bei den verwendeten Futtermitteln nur unvollständig gelingt, wurde in den Mischungen pelletiertes Kraftfutter durch Kies mit entsprechender Körnung ersetzt. Um die Zuverlässigkeit der Trennungs-Methode zu untersuchen, wurden Proben mit annähernd gleichem, bekannten Mischungsverhältnis hergestellt und mit der Trennungs-Methode analysiert. Zum Vergleich wurde auch die TM-Methode angewendet. Die Trennungsmethode liefert gegenüber den tatsächlichen Werten nur einen geringfügig höheren, die TM-Methode einen wesentlich höheren Variationskoeffizienten des Mischungsverhältnisses, siehe Bild 6. Sofern also eine Trennung der Probe in ihre Komponenten möglich ist, ist die Trennungs-Methode wesentlich genauer als die TM-Methode.

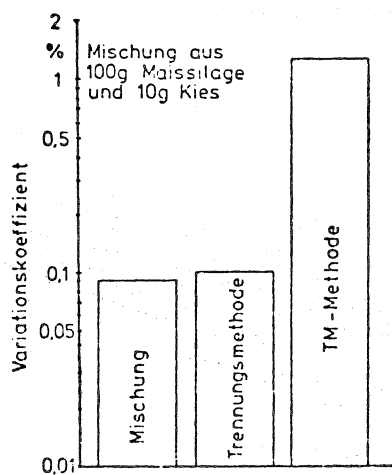


Bild 6: Vergleich von Analysenmethoden

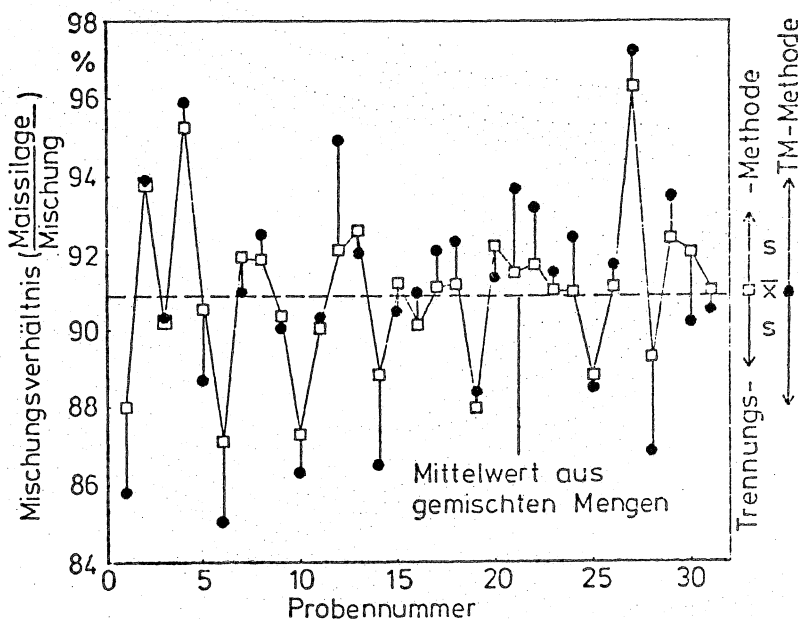


Bild 7: Analyse von Mischungsproben mit zwei Methoden

Die Auswirkungen auf die Analyse von Proben, die aus einer Mischung von Maissilage und Kies gezogen wurden, ist in Bild 7 dargestellt. Die TM-Methode liefert eine größere Streuung der Mischungsverhältnisse als die Trennungs-Methode und täuscht damit eine schlechtere Vermischung vor, als tatsächlich aufgrund der wesentlich zuverlässigeren Trennungs-Methode nachgewiesen wird.

Zur Untersuchung der Mischvorgänge in einem Trommelmischer wurde die Trennungs-Methode benützt, wobei in der Mischung wieder pelletiertes Kraftfutter durch Kies ersetzt wurde. In Tastversuchen wurden verschiedene Einflußgrößen auf das Mischergebnis untersucht, z.B. die Mischzeit, der Füllungsgrad des Mixers, die Struktur des Grundfutters, die Neigung der Mischertrommelachse. Zur Beur-

teilung der Mischergebnisse wurden Rechnerprogramme für eine statistische Auswertung der Mischungsverhältnisse in den gezogenen Proben erarbeitet. Als Beispiel für diese Untersuchungen sind in Bild 8 die Mischungsverhältnisse von aus einer Mischung von Kleegrassilage und Kies gezogenen Proben in Abhängigkeit von der Mischzeit dargestellt. Die Varianzanalyse ergibt, daß die Abweichungen der Mittelwerte voneinander nicht signifikant sind (bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit!) Die Standardabweichung wird bis 30 sec deutlich kleiner und bleibt dann konstant. Die optimale Mischzeit beträgt in diesem Fall also etwa 30 sec. Diese Untersuchungen sollen im weiteren Verlauf der Arbeiten für verschiedene Mischertypen durchgeführt werden.

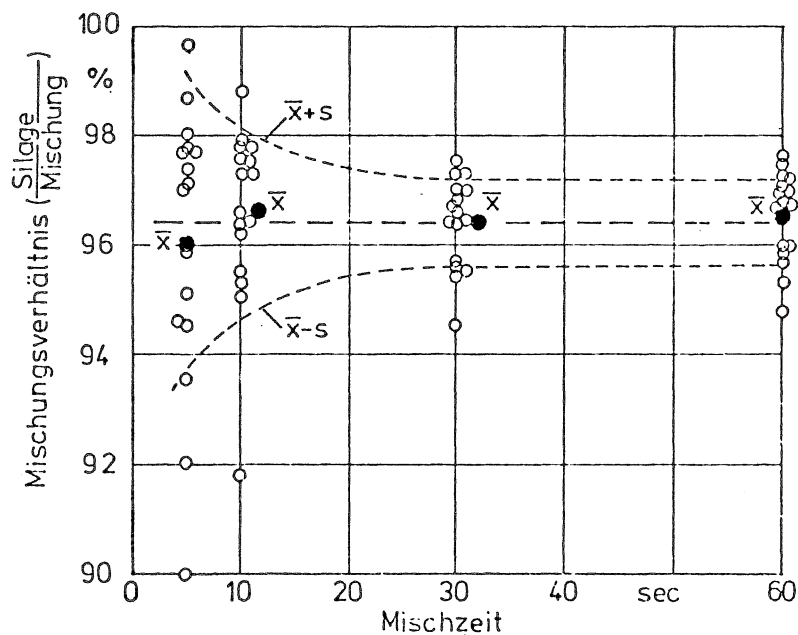


Abbildung 8: Einfluß der Mischzeit auf das Mischergebnis

Veröffentlichungen:

- (1) Scholtysik, B.: Eine pneumatisch betriebene Dosierwaage für Kraftfuttermittel
 Grundlagen der Landtechnik Band 26
 (1976) Nr. 3, S. 100 - 105

Teilprojekt F 6

Zur Futterbewertung von wirtschaftseigenem Grundfutter für
Wiederkäuer

Leiter: Prof.Dr.M. Kirchgeßner
Institut für Tierernährung
Hochfeldweg
8050 Freising
Tel. 08161/71400

Mitarbeiter: Kellner, R.J. Dr.agr.

Antrag vom 5.4.1976 S. 108 - 114

Um eine Bezugsbasis für methodische Untersuchungen zu schaffen, wurde eine Reihe von Verdaulichkeitsuntersuchungen mit ausgewachsenen Hammeln durchgeführt. Auf diese Weise konnten die methodischen Vorarbeiten an 47 Grün- und Rohfutterstoffen geprüft werden.

1. Zur in vitro Bestimmung der Verdaulichkeit von Grün- und Rohfutter

Unter verschiedenen in vitro Methoden zur Verdaulichkeitsermittlung beim Wiederkäuer hat sich die 2-Stufen-Methode nach TILLEY und TERRY (1963) bislang am besten eingeführt. Diese Methode wurde anhand der 47 Grün- und Rohfutterstoffe, deren Verdaulichkeit im Tierversuch bestimmt worden waren, geprüft. Die Reproduzierbarkeit der Methode und die allgemeine Gültigkeit von Regressionsgleichungen zur Anpassung der in vitro Werte an die in vivo bestimmten werden diskutiert. Die Reproduzierbarkeit läßt sich durch den durchschnittlichen Variationskoeffizienten von 80 jeweils 3-fach durchgeführten Einzelversuchen beschreiben. Er beträgt für die Verdaulichkeit der organischen Substanz $1,40 \pm 0,99$ %. Der Versuchsfehler kann also unter Umständen beträchtlich sein. Zu diesem Fehler kommt noch die durch wechselnde Pansensaftaktivitäten bedingte Variabilität zwischen den Versuchsansätzen. Weiterhin wurde mit abnehmender Verdaulichkeit eine Verschlechterung der Reproduzierbarkeit beobachtet.

Die nach dieser Methode bestimmte Verdaulichkeit der organischen Substanz liegt im Durchschnitt um 2,8 Verdaulichkeitseinheiten unter der Verdaulichkeit in vivo. Durch Regressionsgleichungen ist jedoch eine gute Anpassung an diese Werte möglich. Der Standard-schätzfehler beträgt 2,1 Einheiten. Allerdings sind die von verschiedenen Arbeitsgruppen aufgestellten Regressionsgleichungen nicht einheitlich. Die Übernahme einer Regressionsgleichung ist deshalb nur möglich, wenn es mehr auf vergleichende Untersuchungen (z.B.

in der Pflanzenzüchtung) ankommt.

2. Zur Methodik der in vitro Verdaulichkeitsbestimmung von Grün- und Rohfutterstoffen mit Cellulase

Bei den in vitro Methoden zur Verdaulichkeitsermittlung beim Wiederkäuer verspricht der Ersatz des Pansensaftinokulums durch Cellulase eine Verbesserung der Reproduzierbarkeit und eine Vereinfachung des Verfahrens.

Das Enzymsystem "Cellulase" besteht aus einem C₁- und einem C_x-Faktor. Der C₁-Faktor fehlt vermutlich bei den meisten kommerziellen Cellulasepräparaten. Deren Verdauungsleistung ist daher ungenügend. Das zu verdauende Material muß deshalb durch Quellung in saurem oder alkalischem Milieu in eine reaktive Form gebracht werden.

Es wurde ein Verfahren ausgearbeitet, bei dem durch einen der Cellulaseverdauung vorangestellten Aufschluß mit verdünnter HCL und eine abschließende Pepsinverdauung die Verdaulichkeit der Trockensubstanz in vivo eines Testfutterstoffes erreicht wurde.

Das Cellulasepräparat mußte im Hinblick auf die Verwendung in Routineanalysen preiswert sein. Für die Verdauung von Rohfuttermitteln hat sich Cellulase C der Firma Carl Roth als geeignet erwiesen. Cellulase C ist ein technisches Enzympräparat, das aus Kulturen einer Aspergillusart gewonnen wird. Die Aktivität beträgt 90 Cellulase Units/mg. Durch eine Reihe von Nebenaktivitäten werden neben Cellulose auch Hemicellulosen und Proteine angegriffen. Damit ist eine gut enzymatische Wirksamkeit für den Aufschluß von pflanzlichen Geweben gegeben.

Das Verfahren beinhaltet ein 30minütiges Kochen der Futterprobe (550 mg) in 100 ml 2 N HCL, eine 24stündige Inkubation mit 100 ml Cellulaselösung (10 mg/ml in 0,1 M Na-Acetatpuffer, pH 4,8) und eine 48stündige Inkubation in 100 ml Pepsinlösung (2 mg/ml in 0,1 N HCL).

Die Reproduzierbarkeit dieser HCL-Cellulase-Pepsin-Methode liegt mit einem durchschnittlichen Variationskoeffizienten von $0,81 \pm 0,50$ sehr gut und ist auch im Vergleich zur 2-Stufen-Methode besser.

3. Zur Schätzung der Verdaulichkeit von Grün- und Rohfutterstoffen mit Hilfe einer Cellulase-Methode

Die HCL-Cellulase-Pepsin-Methode wurde wieder an denselben 47 Grün- und Rohfutterstoffen geprüft, die auch schon zur Beurteilung der 2-Stufen-Methode dienten. Dadurch ist auch ein

Vergleich mit der 2-Stufen-Methode möglich.

Die Reproduzierbarkeit der HCl-Cellulase-Pepsin-Methode ist demnach deutlich besser als diejenige der 2-Stufen-Methode.

Die Cellulase-Verdaulichkeit der organischen Substanz ist im Durchschnitt um 1,0 Einheiten höher als die Verdaulichkeit in vivo.

Wenn die Werte mit einfachen linearen Regressionsgleichungen an die in vivo Werte angepaßt werden, ergeben sich Korrelationskoeffizienten für Frischgras, konservierte Varianten und die Summe aller 47 Proben von 0,88, 0,95 und 0,94 und Standardschätzfehler von 3,2 %, 3,7 % und 3,5 %. Sie liegen damit in einem ähnlichen Bereich wie die Regressionsgleichungen zwischen der 2-Stufen-Verdaulichkeit und der Verdaulichkeit in vivo.

Die Methode ist gegenüber der 2-Stufen-Methode einfacher in der Handhabung und erlaubt pro Zeiteinheit eine wesentliche Erhöhung der Analysenzahl.

4. Zur Schätzung der Nettoenergie von Grün- und Rauhfutter mit Hilfe der Rohnährstoffe und der in vitro Verdaulichkeit

Kennzahlen zur Nettoenergiebewertung werden über die Gehalte der Futtermittel an verdaulichen Rohnährstoffen berechnet. Mit Hilfe von in vitro Methoden kann im Vergleich zur Tierversuch mit geringem Aufwand eine große Zahl von Futterproben auf Verdaulichkeit untersucht werden. Allerdings ist auf solche Weise nur die Verdaulichkeit der Trockensubstanz und der organischen Substanz zu bestimmen. Es wurde deshalb der Versuch gemacht, die Nettoenergie durch multiple Regressionsgleichungen aus einfachen Parametern zu schätzen. Dazu sollten zunächst die Verdaulichkeit der organischen Substanz nach der 2-Stufen-Methode und die Rohnährstoffgehalte dienen. Es wurden Gleichungen zur Schätzung der Stärkeeinheiten (StE) und zur Schätzung der Nettoenergie-Fett beim Rind (NEF_r) aufgestellt.

Die StE können gut mit einer 2-fachen Regressionsgleichung mit dem Rohfasergehalt als erster Variabler und der in vitro Verdaulichkeit als zweiter Variabler geschätzt werden. Zur Schätzung der NEF_r empfiehlt sich eine zweidimensionale Gleichung mit der in vitro Verdaulichkeit als erster und dem Rohfettgehalt als zweiter Variabler. Die Standardschätzfehler betragen 6,1 % und 4,1 % für StE und NEF_r . Beide Gleichungen sind für einen größeren Bereich von Grün- und Rauhfutterstoffen anwendbar.

Veröffentlichungen:

- (1) Kellner, R.J.
Kirchgeßner, M.: Zur in vitro Bestimmung der Verdaulichkeit von Grün- und Rauhfutter
Das wirtschaftseigene Futter
- (2) Kellner, R.J.
Kirchgeßner, M.: Zur Methodik der in vitro Verdaulichkeitsbestimmung von Grün- und Rauhfutter mit Cellulase
Landwirtschaftliche Forschung
- (3) Kellner, R.J.
Kirchgeßner, M.: Estimation of Forage Digestibility by a Cellulase Method
Animal Feed Science and Technology
- (4) Kellner, R.J.
Kirchgeßner, M.: Zur Schätzung der Nettoenergie von Grün- und Rauhfutter mit Hilfe der Roh Nährstoffe und der in vitro Verdaulichkeit
Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde

Vorträge:

- (1) Roth, F.X.: Futteraufnahme von Milchkühen auf der Weide in Abhängigkeit von Futterangebot, Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit des Grases.
26. Tagung der European Association for Animal Production, Warschau 23.6.-1.7.76

Wissenschaftliche Kontakte

Grassland Research Institute Hurley, England (Dr.Terry)
Institut für Physiologie der polnischen Akademie der Wissenschaften in Jablonna.
Landwirtsch.Techn. Akademie in Olsztyn.

Teilnahme an Tagungen

23.6.-1.7.1976
Warschau

26. Tagung der European Association for Animal Production.

Teilprojekt F 7

Einsatzversuche und Erarbeitung landtechnischer Kenndaten neuerer Fütterungsverfahren

Leiter: Dr. H. Pirkelmann OLR
Bayer. Landesanstalt für Landtechnik
8050 Freising, Vöttinger Str. 36
Tel. 08161/71463

Antrag vom 5.4.76, S. 115 - 121

Das vorliegende Teilprojekt konnte wegen der aus finanziellen Gründen vorübergehend notwendigen Zurückstellung nicht in vollem Umfang bearbeitet werden. Verschiedene Messungen müssen daher fortgeführt oder durch weitere Versuche abgesichert werden.

1. Herstellung von aufgewerteten Grundfuttermischungen

Die Untersuchungen an Futtermischwagen wurden zum Teil mit finanzieller Unterstützung des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten fortgesetzt. Sie haben sich auf die im System vergleichbaren Mischorgane: die Rührwelle, die offene und die geschlossene Mischschnecke konzentriert. In der Mischgenauigkeit bringen die Wagen in den verschiedenen Futterarten annähernd gleiche Ergebnisse (Darst. 1, 2, 3). Unterschiede treten nur in der Mischzeit und im Leistungsbedarf, die in enger Wechselbeziehung stehen, auf. Die Rührwelle hat die höchste Leistungsaufnahme, aber kommt mit der kürzesten Mischzeit aus. Die offene und die geschlossene Mischschnecke liegen in beiden Kriterien dicht beieinander. Der erforderliche Leistungsbedarf steigt bei allen Mischsystemen mit der Füllmenge und von den leicht zu den schwer mischbaren Futterarten an (Tab. 1).

2. Genauigkeit von Dosiereinrichtungen

Zur Bemessung der Kraftfuttermengen finden aus finanziellen Gründen überwiegend Volumendosierer in Form von Schnecken oder Zellenrädern Verwendung. Die Genauigkeit einer Dosierschnecke in einem Futterwagen wurde bei verschiedenen Austragungen in Schrot überprüft. Dabei war das Auslaufrohr einmal waagrecht und zum anderen in Schrägstellung eingebracht. Die Streuung in der Dosiergenauigkeit ist entscheidend von der Auswurfmenge abhängig (Darst. 4). Bei geringen Austragsleistungen von 1 - 2 kg kann der Variationskoeffizient von 10 Durchgängen bis zu 11 % ansteigen bei waagrechter Stellung der Austragsschnecke, da nach dem Abschalten immer noch ein Rest Schrot bis zur Erreichung des Schüttwinkels im Rohr nachfällt. Durch Schrägstellen der Schnecke wird dieser Streubereich stark eingeengt. Bei größeren Auswerfungen ist eine sehr gute Dosiergenauigkeit festzustellen.

Die Überprüfung elektronischer Wiegeeinrichtungen in Futtermischwagen erbrachte je nach Testmethode sehr unterschiedliche Ergebnisse. Die Abweichungen vom Sollgewicht betragen bei Füllgewichten von ca. 1500 - 2000 kg bis zu 100 kg. Eine Hauptursache für Wiegefehler ist das Driften des Nullpunktes, das vor allem durch Temperaturschwankungen bedingt ist. Dies wirkt sich besonders bei längeren Befüllzeiten und bei wechselnden Befüllorten negativ aus und erfordert einen häufigeren Nullabgleich. Eine gesicherte Aussage über die Wiegegenauigkeit unter verschiedenen Einsatzbedingungen erfordert weitere Untersuchungen.

3. Praktische Erprobung der Fütterungsverfahren mit Grundfutter: Kraftfuttermischungen

In der Bullenmast finden die Futtermischwagen bereits größeren Einsatz in der Praxis. Neben den üblicher Weise eingesetzten Komponenten wie Maissilage, Rübenblattsilage, Treber oder vereinzelt auch in geringen Mengen Grassilage konnten auch Erfahrungen mit flüssigen Komponenten wie Bierhefe, die ein preiswertes Eiweißfuttermittel sein kann, gesammelt werden. Aus technischer Sicht ist die Vermischung einwandfrei möglich. Es treten jedoch Probleme bei der Haltbarkeit der Futtermischung im Stall auf. Die Hefen führen zu einer beschleunigten Erwärmung, so daß täglich 2 x gefüttert werden muß.

Ansonsten ist die einmalige Futtervorlage ausreichend. Durch die homogene Vermischung können die Freßplätze eingeschränkt werden. Positive Erfahrungen konnten in Ställen bis zu einem Tier - Freßplatzverhältnis von 3 : 1 und Gruppengrößen bis zu 36 Tieren mit Tageszunahmen bis zu 1250 g/Tier gesammelt werden. Durch die dadurch möglichen Buchtentiefen von maximal 9 m sind beachtliche Einsparungen in der Inneneinrichtung und in der Bauhülle zu erzielen.

Da alle Futterkomponenten in einem Arbeitsgang vorgelegt werden können, ist gegenüber den bisherigen Mechanisierungsverfahren auch noch eine Reduzierung des Arbeitsaufwandes möglich. Der Arbeitszeitbedarf pro Tier und Jahr beträgt weniger als eine Stunde (siehe auch Teilprojekt A). In der Milchviehhaltung konnten 2 Verfahren erprobt werden. In einem Fangboxenstall mit 86 Plätzen wurden im Mischfuttermwagen nur die verschiedenen Grundfutterarten und die Mineralstoffmischung vermischt, während das Kraftfutter individuell am Trog von Hand zugeteilt wurde. Die Ration bestand aus Heu, Maissilage, Grassilage und Cobs. Gegenüber dem bisher verwendeten Plattformwagen, von dem aus jede Futterart von Hand zugeteilt wurde, konnte der Arbeitszeitbedarf in der Winterfütterungsperiode von 2,1 auf 1,3 Min/Tier/Tag reduziert werden (Tab. 2). Das Mischfutter wurde von den Tieren gerne aufgenommen.

In einem vierreihigen Boxenlaufstall mit 123 Kühen wurde zum Grundfutter (Mais- und Grassilage) auch das gesamte Kraftfutter mit einem Futtermischwagen zugeteilt. Die Herde war in 4 Leistungsgruppen unterteilt, wobei eine Gruppe von den trocken stehenden Tieren und 3 von den laktierenden Kühen gebildet werden. Die Abstufung in der Milchleistung betrug 5 kg. Die Hochleistungstiere in der dritten Gruppe hatten zusätzlich die Möglichkeit aus einem magnetgesteuerten Automaten ad libitum Kraftfutter aufzunehmen. Bei der Fütterung wurde zunächst die Gruppe mit der niedrigsten Leistung versorgt, dann je nach Bedarf Kraftfutter zugegeben und anschließend die Gruppen mit den nächsthöheren Leistungen gefüttert. Gegenüber der bisherigen Mechanisierung mit Automatikwagen kann die Arbeitszeit von täglich 70 auf 50 Min verkürzt werden, wobei die Siloentnahme mit Radlader und die Kraftfutterbefüllung mit einer Dosierschnecke erfolgt. Bei der gegebenen Bestandsgröße funktioniert dieses Fütterungssystem ohne Schwierigkeiten sowohl von der Futteraufnahme als auch vom Arbeitsablauf her. Die vierreihige Aufstallung ermöglicht einen störungsfreien Umtrieb zum Melkstand.

Zur Feststellung der Kraftfuttermenge aus dem Automaten wurden 10 mit Magneten ausgerüstete Kühe in einer Gruppe von 40 Tieren über 2 Tage beobachtet. Die Auswurfmenge betrug 315 g/min. Der Automat war am Mistgang in einer Liegeboxe aufgestellt. Die aufgenommene Futtermenge und die Häufigkeit der Kraftfutteraufnahme sind in Tab. 3 zu-

sammengestellt. Daraus ist zu erkennen, daß sowohl von Tier zu Tier als auch von Tag zu Tag große Streuungen auftreten. Ein Tier nahm den Automaten nicht an, ein 2. nur zum Teil. Eine gezielte Kraftfuttermittelgabe ist mit diesem System nicht möglich. Um den gegebenen Luxuskonsum und das häufige Verdrängen durch andere, meist nicht mit Magneten versehene Kühe einzuschränken, sollte der Automat in einem geschlossenen Freßstand aufgestellt und die Auswurfmenge der Dosierschnecke reduziert werden.

Wissenschaftliche Kontakte

Prof. Riemen, Institut für Verfahrenstechnik, Kiel
Prof. Rossegger, Prof. Bader, Dr. Rohr, FAL Völkenrode
Dr. Rossing, Dr. Bosma, JLR Wageningen

Teilnahme und Vortragserstattung am internationalen Symposium on Cow Identification Systems and their Applications in Wageningen.

Veröffentlichungen:

- (1) Pirkelmann, H.
Maier, L.
Wagner, M.: Neue Geräte zur Silageentnahme aus Flachsilos
Landtechnik 30 (1975), H. 6, S. 288-292
- (2) Pirkelmann, H.: So läßt sich Silage leichter, sicherer, schneller
aus den Flachsilos holen
Bayer. Landw. Wochenblatt 165 (1975), H. 32,
S. 18-22
- (3) Pirkelmann, H.: Mechanisierungsmöglichkeiten der Silageentnahme
aus Flachsilos
Praktische Landtechnik 28 (1975), H. 12, S. 404-406
- (4) Pirkelmann, H.
Schurig, M.: Der Einfluß technischer Verfahren auf die Kosten
der Silierung im Hoch- u. Flachsilo
Der Tierzüchter (1975), H. 12, S. 524-529
- (5) Pirkelmann, H.: Neuere Verfahren zur Lagerung und Fütterung von
Futtermitteln
Die Milchpraxis 14 (1976), H. 1, S. 27-29

Vorträge:

- (1) Pirkelmann, H.: Mechanisierung der Futterentnahme und Futtervorlage
Bayer. Staatsministerium ELuF., Lehrgang für
Betriebshelfer, Schönbrunn (Landshut), 10.7.1974
- (2) Pirkelmann, H.: Siliertechnik und Fütterung in der Bullenmast
Amt f. Landwirtschaft München (Lehrgang über
Bullenmast) am 7.1.1975

- (3) Pirkelmann, H.: Einfluß technischer Verfahren auf die Kosten der Silierung von Gras in Flach- und Fahrsilos
DLG-Ausschußsitzung für Futterkonservierung in Freising am 20.3.1975
- (4) Pirkelmann, H.: Neuzeitliche Arbeitsverfahren in der Silowirtschaft
(Amt f. Landwirtschaft Nabburg) VIF Schwandorf-Nabburg in Neunburg v. W. am 16.12.1975
- (5) Pirkelmann, H.: Technik der Silagebereitung u. -fütterung
MR Eggenfelden in Falkenberg bei Eggenfelden am 30.1.1976
- (6) Pirkelmann, H.: Technik der Futterkonservierung, Futterentnahme u. Fütterung in der Rindviehhaltung
VIF Thalmässing in Thalmässing am 2.2.1976
- (7) Pirkelmann, H.: Einsatzmöglichkeiten des Ladewagens mit Silierschneidwerk u. Dosiervorrichtung bei der Raufutterernte u. Sommerstallfütterung
Fütterung von Milchvieh in Laufställen unter Berücksichtigung der Kraftfutterzuteilung
Fortbildungstagung für Wirtschaftsberater der Landw.Kammer Oldenburg, Westerstede am 3.6.1976
- (8) Schurig, M.: Einfluß technischer Verfahren auf die Kosten der Silierung von Gras in Hochsilos
DLG-Ausschußsitzung für Futterkonservierung in Freising am 20.3.1975
- (9) Schurig, M.: Neuere Entwicklungen bei der Silageentnahme aus dem Hochsilo
Bundestagung der Landtechnikreferenten der Länder, Würzburg am 11.6.1975
- (10) Schurig, M.: Probleme und technische Lösungen der Vorlage von Konzentratfutter
KTBL Arbeitsgem. "Technik und Bau in der Tierhaltung", Frankfurt am 9.4.1976

Tabelle 1: Täglicher Arbeitszeitbedarf für das Füttern eines Milchviehstalles mit verschiedenen Mechanisierungsverfahren
(85 Kühe, 2-reihiger Fangboxenstall, 46 m Stalllänge, Grassilo-Greiferentnahme, S.Mais Handentnahme)

Arbeitsglieder	Plattformwagen- Handverteil.		Futtermischwagen	
	Menge	Zeit	Menge	Zeit
	kg	Min	kg	Min
Heu vorbereiten (lose	277	23,93	275	8,90
Heu füttern m. Nebenzeit (lose)	277	16,02		
Silomais vorber. + Nebenzt. 85 T.	695	19,77	910	21,50
Silomais füttern + Nebenzt.	695	17,70		
Grassilo vorbereiten	317	19,10	535	18,20
" füttern 85 Tiere	229	16,20		
Cobs vorbereiten + Nebenzt., 4 Karren	500	23,16	550	17,10
Cobs füttern	500	21,50		
Füttern Nebenzeiten				7,25
Füttern mit Mischwagen			2270	15,25
Kraftfutter vorbereiten	223	5,86		6,26
Kraftfutter füttern, 68 Kühe	223	15,99		15,05
insgesamt		179,23		109,51
AK min Tier u. Tag		2,11		1,29

Tabelle 2: Arbeitszeitbedarf für das Füttern von Milchkühen in einem Liegeboxenlaufstall bei verschiedenen Mechanisierungsverfahren (AK min/Tag)
(4-reihige Aufstallung mit 130 Liegeboxen, Flachsilos mit Radladerentnahme)

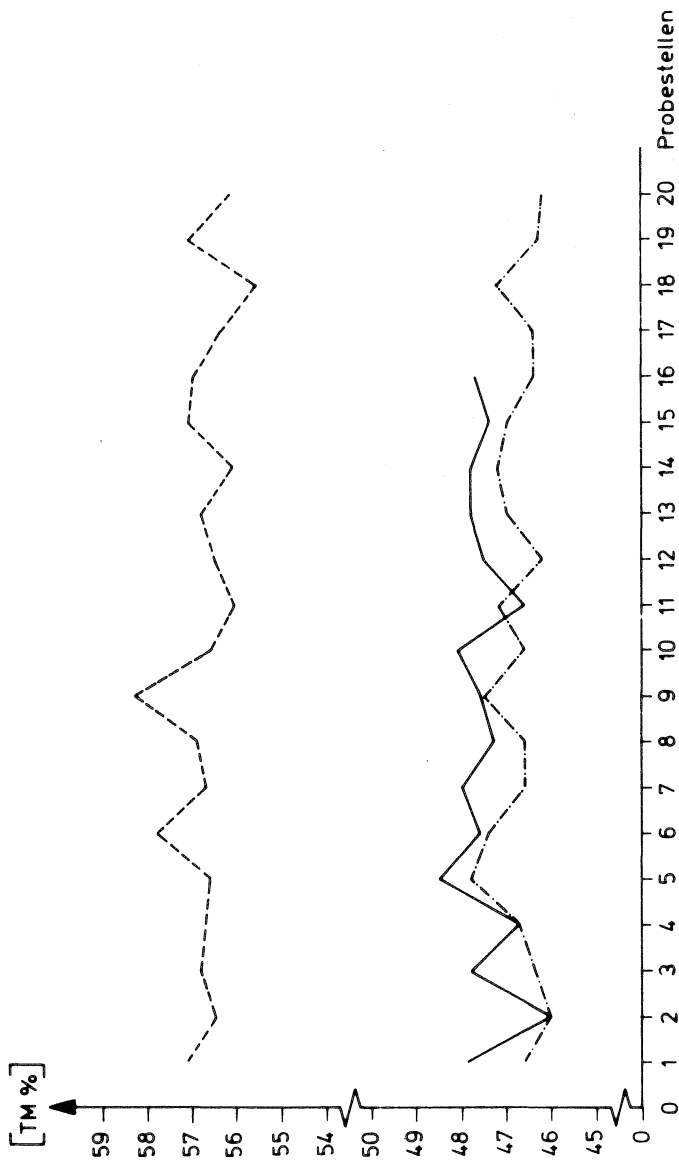
Arbeitsglieder	Mengen		Automatik- wagen	Mischwagen
	Stck	kg	Minuten	Minuten
Rüstzeiten f. Laden v. Silomais			3,0	2,0
Laden von Silomais	4	2460	4,0	4,0
Rüst- u. Wegezeiten f. Füttern von Silomais			4,4	-
Silomais zuteilen		2460	11,2	-
Rüst- u. Wegezeiten f. Laden von Grassilo			3,0	2,0
Laden von Grassilo	6	2460	9,0	9,0
Rüst- u. Wegezeiten f. Füttern von Grassilo			4,4	-
Füttern von Grassilo		2460	11,2	-
Vorbereiten des Kraftfutters			5,0	2,5
Rüst- u. Wegezeiten f. Füttern mit Mischwagen			-	4,4
Futterzuteilen mit Mischwagen		4920		11,2
Futternachverteilen von Hand			15,0	15,0
AK min insgesamt für 123 Tiere			70,2	50,1
AK min /Tier /Tag			0,57	0,41

Tabelle 3: Kraftfutterverzehr an einem magnetgesteuerten Automaten

Kuh-Nr.	1. Tag		2. Tag		Mittelwert	
	kg	Portion	kg	Portion	kg	Portion
1	7.14	14	6.71	8	6.92	11
2	11.18	14	6.77	3	8.97	9
3	--	-	--	-	--	-
4	5.54	11	--	-	2.77	6
5	9.87	15	7.33	18	8.60	17
6	13.52	14	8.73	7	11.12	11
7	16.22	40	6.71	20	11.46	30
8	4.72	14	4.75	15	4.74	15
9	7.67	23	9.07	24	8.37	24
10	7.82	18	6.05	10	6.93	14

Mischgenauigkeit verschiedener Futtermischwagen beim Mischen von exakt gehäckselter Grassilage mit Kraftfutter

(gemessen am TM - Gehalt der Mischung)



offene Mischschnecke : Füllgewicht = Grassilage 686 kg (42,4% TM) Kraftfutter 100 kg (85,3% TM)
Mischzeit 6,00 min. ; \bar{x} = 46,8% ; S = 0,49 ; VK = 1,05%

Rührwelle : Füllgewicht = Grassilage 682 kg (52,3% TM) Kraftfutter 105 kg (83,0% TM)
Mischzeit 5,00 min. ; \bar{x} = 56,7% ; S = 0,60 ; VK = 1,04%

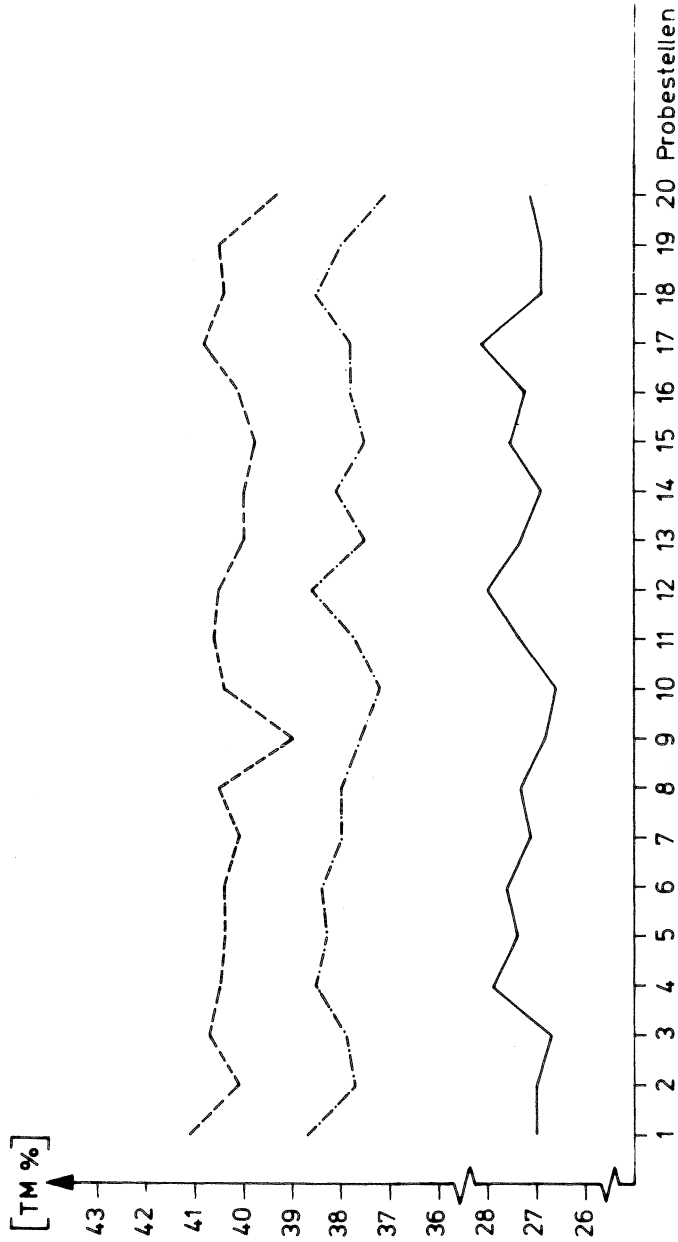
geschlossene Mischschnecke : Füllgewicht = Grassilage 790 kg (37,9% TM) Kraftfutter 130 kg (85,7% TM)
Mischzeit 5,00 min. ; \bar{x} = 47,5% ; S = 0,63 ; VK = 1,32%



Pirkerlmann / Maier 6 76 Fi

Mischgenauigkeit verschiedener Futtermischwagen beim Mischen von Maissilage mit Kraftfutter

(gemessen am TM-Gehalt der Mischung)



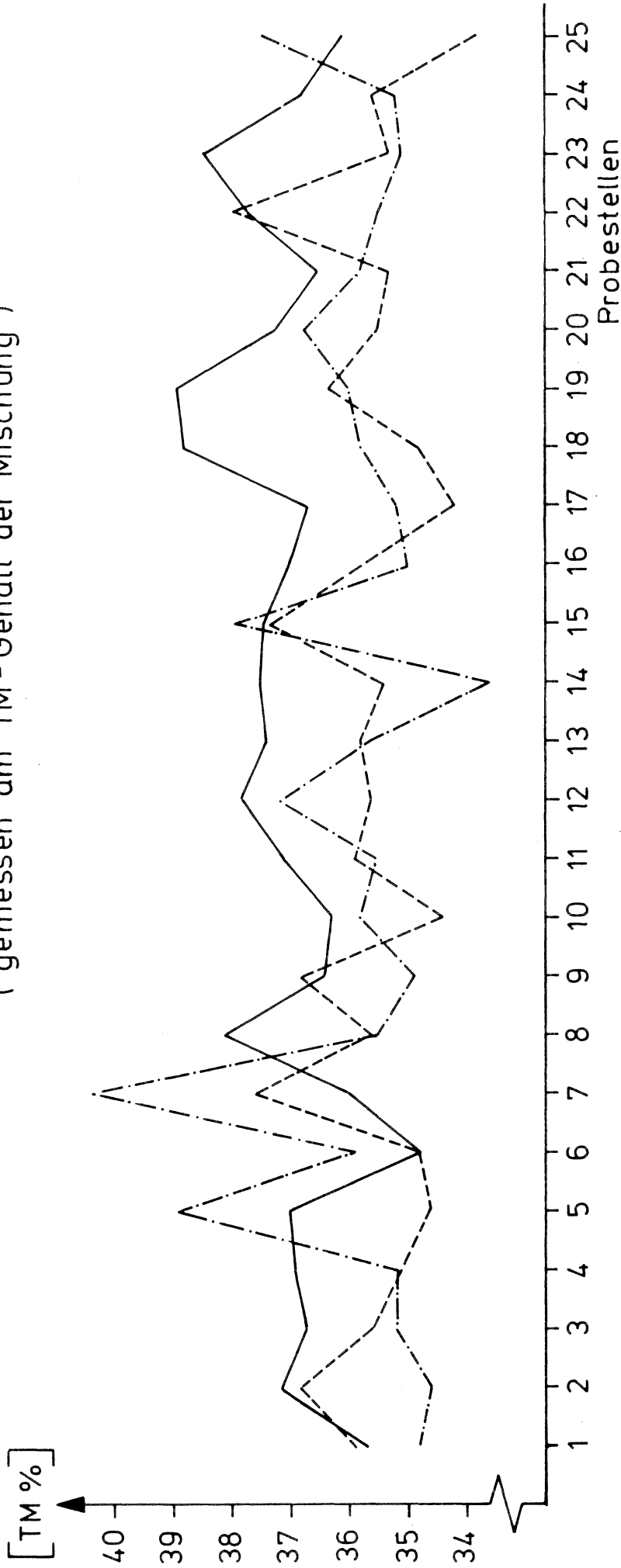
offene Mischschnecke : Füllgewicht = Maissilage 2008 kg (31,5% TM) Kraftfutter 245 kg (85,5% TM)
Mischzeit 6,00 min. ; \bar{x} = 37,9 % ; S = 0,45 ; VK = 1,19 %

Rührwelle : Füllgewicht = Maissilage 1750 kg (33,4 % TM) Kraftfutter 256 kg (86,4 % TM)
Mischzeit 4,00 min. ; \bar{x} = 40,3 % ; S = 0,49 ; VK = 1,21 %

geschlossene Mischschnecke : Füllgewicht = Maissilage 1950 kg (21,3 % TM) Kraftfutter 160 kg (84,8 % TM)
Mischzeit 6,00 min. ; \bar{x} = 27,2 % ; S = 0,43 ; VK = 1,58 %

Mischgenauigkeit verschiedener Futtermischwagen beim Mischen von Maissilage u. mit Kurzschnittdewagen eingelagerter Grassilage

(gemessen am TM - Gehalt der Mischung)



Füllgewicht : Maissilage 600 kg.; Grassilage 300 kg.

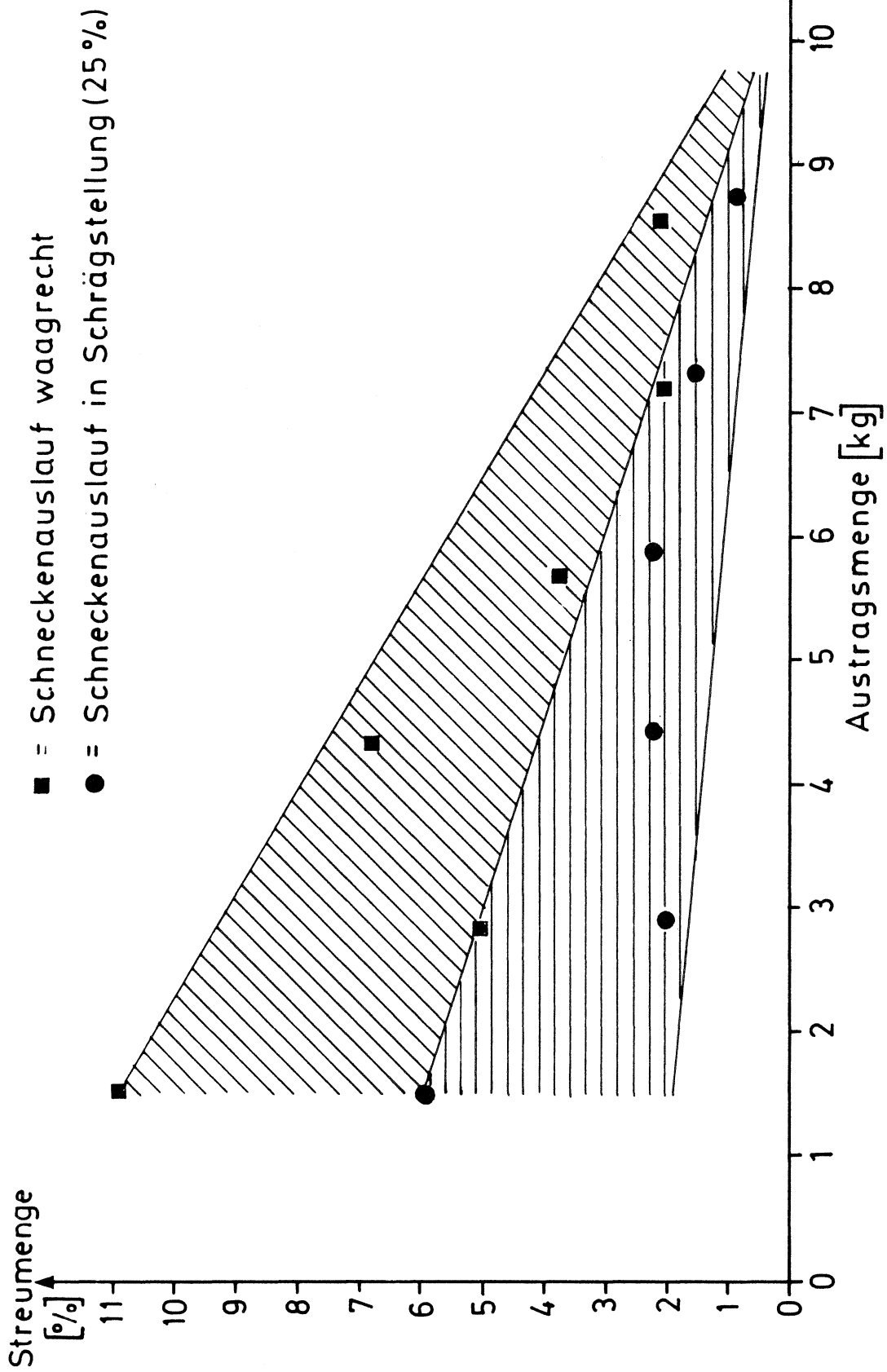
offene Mischschnecke : $\bar{x} = 36,0 \%$; $S = 1,44$; $VK = 4,01 \%$; Mischzeit 5,00 min.

Rührwelle : $x = 35,7 \%$; $S = 1,02$; $VK = 2,86 \%$; Mischzeit 4,00 min.

geschlossene Mischschnecke : $\bar{x} = 37,0 \%$; $S = 0,94$; $VK = 2,54 \%$; Mischzeit 9,50 min.

Streubereich der Dosierschnecke eines Futterwagens bei verschiedenen Austragsmengen

(VK in % aus je 10 Messungen)



Projektbereich G

Untersuchungen zur optimalen Gestaltung des maschinellen Milchentzuges durch programmgesteuerte Melkanlagen

Leiter: Dr. H. Schön, akad. Oberrat
Institut für Landtechnik
8050 Freising, Vöttingerstraße 36
Tel.: 08161/71422

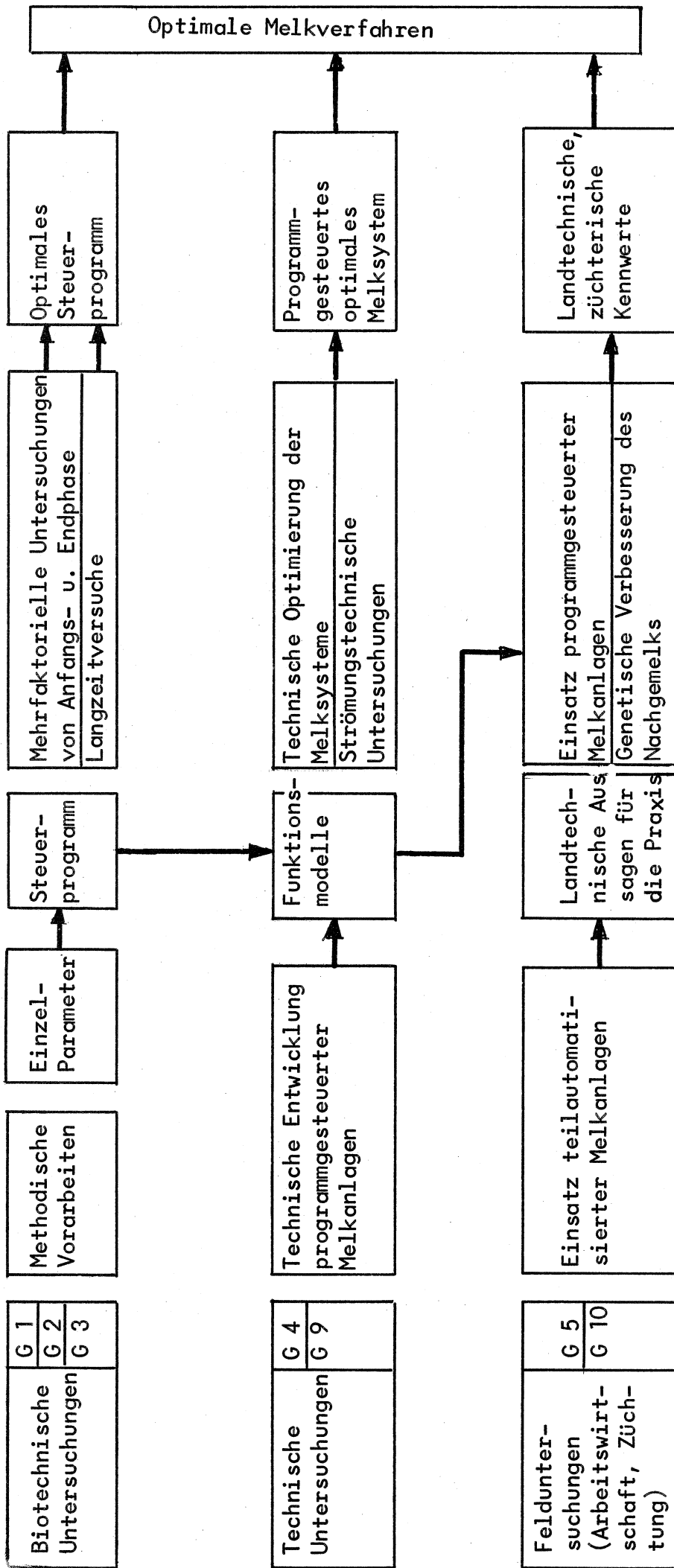
Antrag vom 5.4.1976, S. 130 - 184

Die erste Untersuchungsphase des Projektbereiches G steht mit der Entwicklung von Versuchseinrichtungen und Methoden, mit der Untersuchung der wichtigsten Melkparameter und mit der Entwicklung programmgesteuerter Melkanlagen - trotz erheblicher finanzieller Engpässe - kurz vor dem Abschluß. Die Ergebnisse werden im Rahmen eines wissenschaftlichen Kolloquiums im Herbst 1976 der Öffentlichkeit vorgestellt. Durchgeführte Untersuchungen über den Einsatz teilautomatisierter Melkanlagen in der Praxis bestätigten die arbeitswirtschaftliche Effizienz dieser verbesserten Melktechnik. Umso mehr ist es in Zukunft notwendig, verstärkt die Fragen der Qualität der Melkarbeit in den Vordergrund zu stellen.

Erste Tastversuche mit programmgesteuerten Melkanlagen lassen eine Verbesserung hinsichtlich einer vollständigen Milchabgabe erwarten. Eine Weiterentwicklung dieser Melkanlagen ist durch eine technische Optimierung des Milchentzugsystems und durch gezielte Untersuchungen über die Anfangs- und Endphase des Melkprozesses zu erwarten. Insbesondere wird es notwendig sein, die Einsatzversuche mit programmgesteuerten Melkanlagen auf eine breitere Basis zu stellen. Zusätzlich erwies es sich bei den Süddeutschen Rassen als erforderlich, die genetischen Voraussetzungen für eine gute Melkbarkeit zu verbessern. Aus diesem Grund hat der Sonderforschungsbereich das Teilprojekt G 10 bereits in sein Programm aufgenommen.

Zur Durchführung dieser Arbeiten hat sich die im Berichtszeitraum angewandte Forschungsstrategie bewährt, die eine Dreiteilung in biotechnische, technische und arbeitswirtschaftliche Untersuchungen vorsah. Sie soll, modifiziert, weiter verfolgt werden.

Forschungsstrategie des Projektbereiches G



PHASE II

PHASE I

Teilprojekt G 1

Beeinflussung von Melkgeschwindigkeit und Milchabgabe durch verschiedene technische Parameter

Leiter: Dr.H. Schön, akad.Oberrat
Institut für Landtechnik
8050 Freising, Vöttingerstr. 36
Tel. 08161/71442

Mitarbeiter: W. Weber, Dipl.-Ing.agr

Antrag vom 5.4.1976 S. 134 - 141

1. Allgemeine Bemerkungen

Die im 2. Forschungsantrag vom März 1974 (S. 111) geplanten Versuche wurden vom Frühjahr 1974 bis Herbst 1975 durchgeführt. Diese Untersuchungen sollten den Einfluß technischer Parameter (Vakuummhöhe, Pulsfrequenz und Pulsverhältnis) auf die Milchabgabe untersuchen und damit Grundlagen für die Programmierung gesteuerter Melkanlagen liefern.

----- Methode

Der erste Versuchsabschnitt gliedert sich in drei Versuchsperioden (Abb. 1):

In der ersten Versuchsperiode wurden die 30 Kühe der Braunviehherde auf dem Veitshof mit unterschiedlichen Vakuummhöhen, in der zweiten mit unterschiedlichen Pulsfrequenzen und in der dritten mit verschiedenen Pulsverhältnissen gemolken. Dabei wurden die in Abb. 1 dargestellten Versuchsvarianten gewählt, wobei jeweils ein Parameter variiert und die anderen Parameter konstant gehalten wurden.

Von jeder Kuh wurde pro Melkzeit die Milchmenge und Milchflußkurve aufgezeichnet. Gleichzeitig erfolgte eine Protokollierung von Kuhnummer und ermolkenener Milchmenge im Melkstand über die gesamte Melkzeit. Insgesamt wurden 7000 Milchfluß- und Milchmengenkurven gewonnen. Es wurden in einer integrierten Versuchsdurchführung bei allen Kühen Viertelgemelksproben für die Untersuchungen in G 3 und bei einigen ausgewählten Tieren kontinuierlich Blutproben zur Prolaktin- und Oxytocinbestimmung entnommen (G 2).
Abbildung 2 zeigt den Ablauf dieser Versuchsdurchführung.

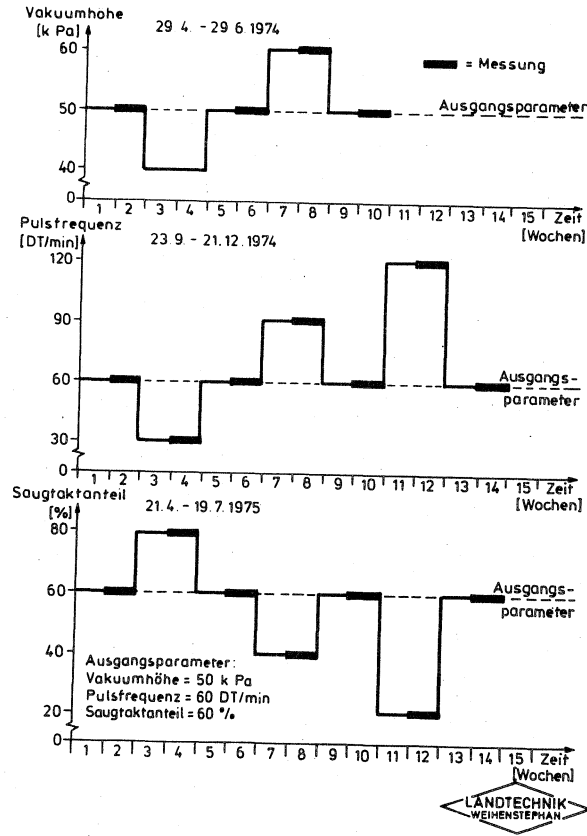


Abbildung 1: Stufen und Zeitdauer der einzelnen Versuchsvarianten (G 1)

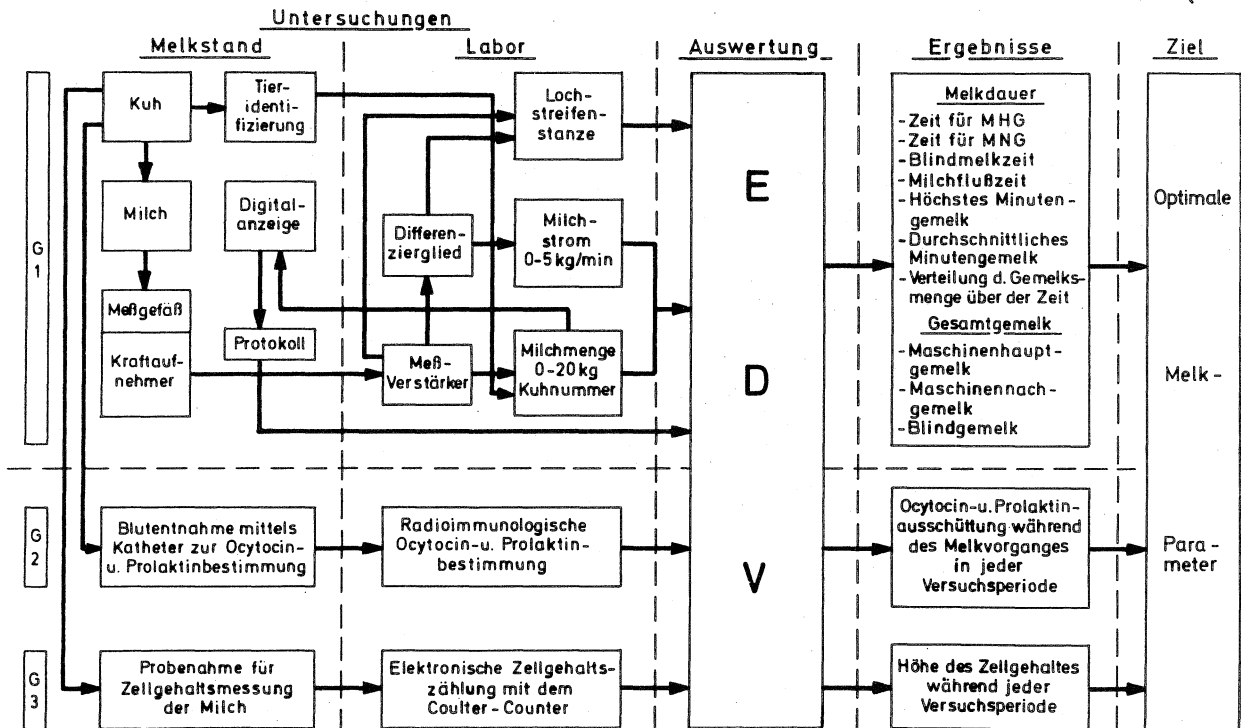


Abbildung 2: Ablauf der Versuchsdurchführung über den Einfluß der technischen Parameter Vakuümhöhe, Pulsfrequenz und Pulsverhältnis auf die Milchabgabe der Kuh, auf die neuroendokrine Regulation beim Milchentzug und auf den Zellgehalt der Milch

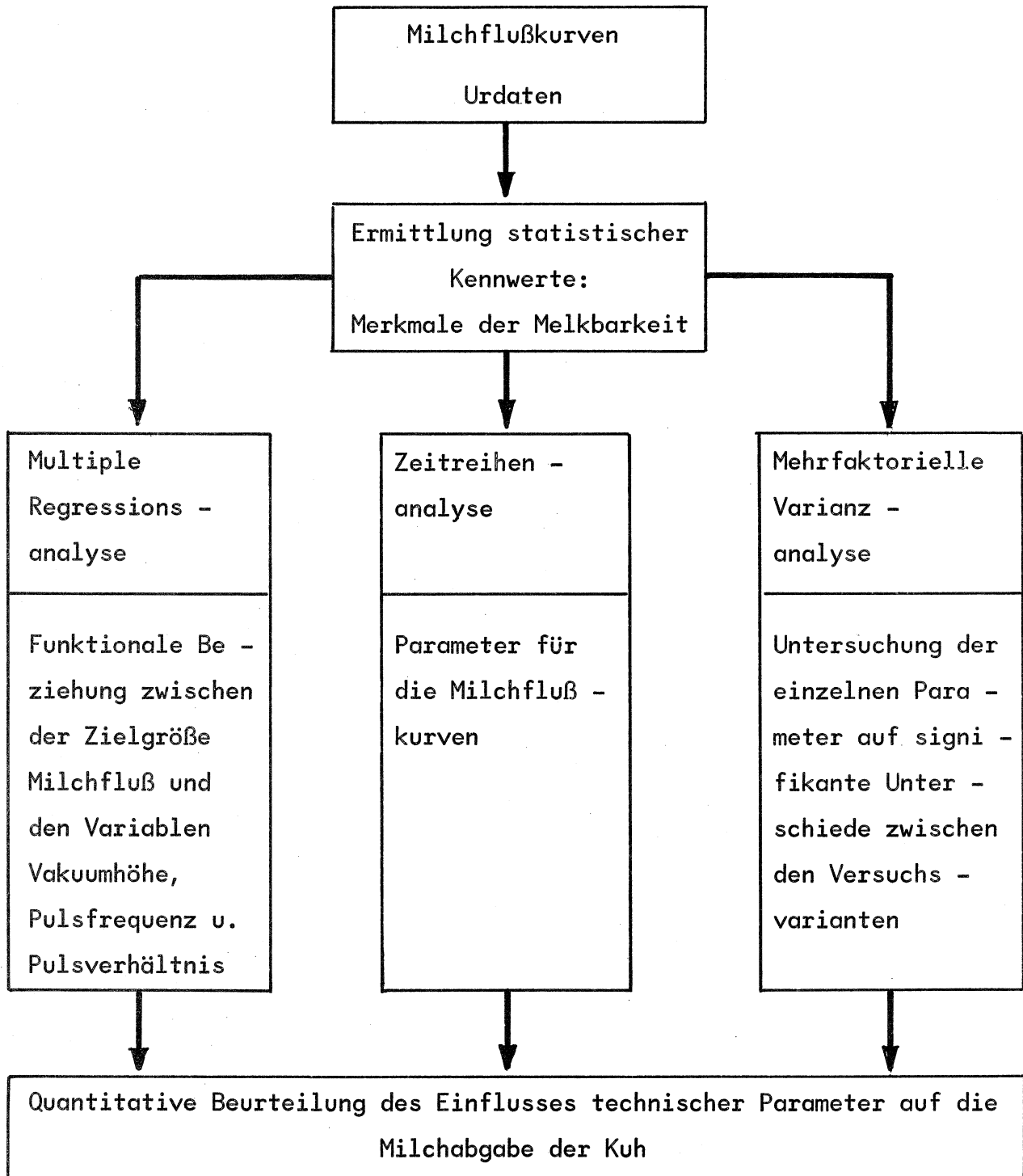


Abbildung 3:

Auswertung der Milchflußkurven

Die Werte der Milchflußkurven wurden im 15-Sekunden-Abstand auf Lochkarten übertragen und auf Magnetband abgespeichert. Damit steht dieser Datenpool für alle Arten der Auswertung mittels EDV unbeschränkt zur Verfügung. Aus diesen Urdaten werden die statistischen Kennwerte für die Merkmale der Melkbarkeit (Milchmenge, Maschinenhauptgemelk, Maschinennachgemelk, Verteilung des Maschinenhauptgemelkes über der Zeit, usw.) ermittelt. Diese Werte können nun mittels multipler Regressionsanalyse, Zeitreihenanalyse und mehrfaktorieller Varianzanalyse ausgewertet werden.

Erste Ergebnisse

Bei jeder Versuchsvariante wurde die durchschnittliche Milchflußkurve jeden einzelnen Tieres mittels des Programms ZETRA (Programm zur Erstellung von Zeitreihenanalysen) errechnet und aufgezeichnet. In Abb. 4 sind als Beispiel die durchschnittlichen Milchflußkurven der Kuh "Kapwi" bei den verschiedenen Versuchsvarianten gezeigt.

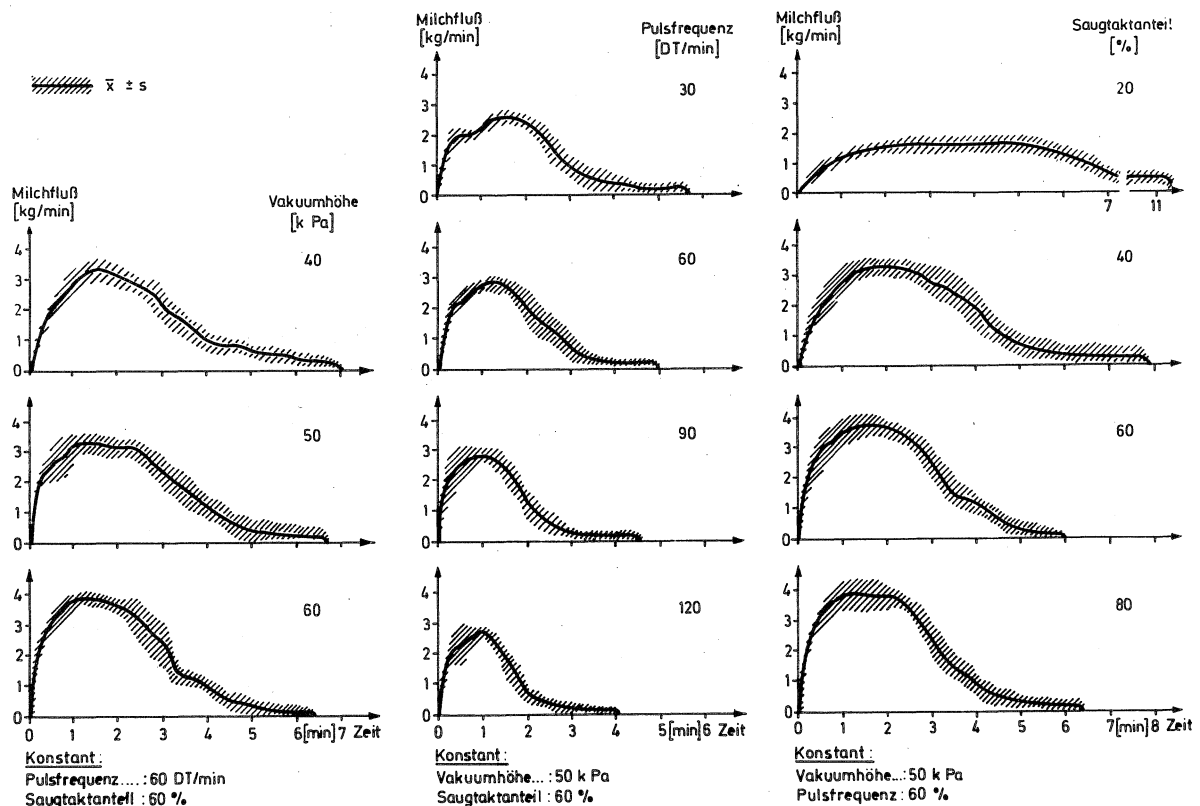


Abbildung 4: Durchschnittliche Milchflußkurven der Kuh "Kapwi" bei verschiedenen technischen Parametern

Die technischen Parameter Vakuumbreite, Pulsfrequenz und Pulsverhältnis zeigen deutliche Auswirkungen auf die Milchabgabe aller Tiere. Es fällt jedoch der große Streubereich auf, der durch die unterschiedliche Länge des Maschinenhauptgemelkes, durch die Blind- und Nachmelkzeiten, sowie durch die Unterschiede zwischen Morgen- und Abendgemelk verursacht wird. Es ist deshalb erforderlich, die einzelnen Melkbarkeitsmerkmale zu trennen, mit der multiplen Regressionsanalyse die Beziehungen zwischen Milchabgabe und technischen Parametern zu untersuchen und mittels mehrfaktoriellen Varianzanalysen die Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsvarianten zu bestimmen. Im folgenden sollen ausgewählte erste Ergebnisse dargestellt werden.

Vakuumbreite und höchstes Minutengemelk

(n = 23 Kühe)

Versuchswoche	Vakuumbreite (kPa)	Höchstes Minuten-gemelk (kg/min)	Differenz	Signifikanz
1	50	2,02	0,39	+
2	40	1,63	0,37	+
3	50	2,00	0,44	+
4	60	2,44	0,43	+
5	50	2,01		

Grenzdifferenz bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit: 0,316

Das höchste Minutengemelk ist bei einem Vakuum von 60 kPa gegeben. Allerdings unterscheidet sich der Zeitpunkt. Der höchste Milchfluß wird bei 50 kPa nach 2,3, bei 40 kPa nach 3,3 min, bei 60 kPa aber schon nach 1,7 min erreicht. Das hohe Vakuum bringt in der Anfangsphase des Melkens eine schnellere Milchabgabe, verzögert den Milchfluß aber gegen Ende des Melkens.

Pulsfrequenz und höchster Milchfluß

(n = 24 Kühe)

Versuchswoche	Pulsfrequenz (DT/min)	Zeitp. d.höchsten Milchflusses(min)	Differenz	Signifikanz
1	60	2,02	0,34	+
2	30	2,36	0,57	+
3	60	1,79	0,42	+
4	90	1,37	0,16	-
5	60	1,53	0,08	-
6	120	1,45	0,07	-
7	60	1,38		

Grenzdifferenz bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit: 0,33

Die Pulsfrequenz hat einen relativ geringen Einfluß auf die Milchabgabe. Die Milchfließgeschwindigkeit verringert sich lediglich bei 120 DT/min signifikant. Bei niedriger Pulsfrequenz (30 DT/min) verlängert sich der Zeitpunkt des höchsten Milchflusses geringfügig und wird bei einer Pulsfrequenz von 90 DT/min etwas früher erreicht. Wesentliche Einflüsse sind aber bei der Milchhygiene gegeben (siehe G 3).

<u>Pulsverhältnis und Fließgeschwindigkeit</u>			MHG	
			tMHG	
(n = 22 Kühe)				
Versuchswoche	Saugtakt %	Fließgeschwindigkeit (kg/min)	Differenz	Signifikanz
1	60	1,33	0,15	-
2	80	1,48	0,04	-
3	60	1,44	0,20	+
4	40	1,24	0,19	+
5	60	1,43	0,66	+++
6	20	0,77	0,75	+++
7	60	1,52		

Grenzdifferenz bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit : 0,18

Grenzdifferenz bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit : 0,24

Grenzdifferenz bei 0,1% Irrtumswahrscheinlichkeit : 0,31

Hier zeigen sich im Bereich von 20 - 60 % höchstsignifikante Unterschiede, wobei, bezogen auf den Milchfluß, ein Saugtaktverhältnis von 60 % am günstigsten ist. Eine Steigerung darüber hinaus bringt keine Verbesserung mehr. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Beurteilung des höchsten Minutengemelkes. Ein Saugtaktanteil von 60 % führt dazu, daß der höchste Milchfluß bereits nach 2,3 min erreicht wird, während ein niedriges Saugtaktverhältnis gegen Ende des Melkens die Milchabgabe zu beschleunigen scheint.

Eine vollständige Auswertung der Daten erfolgt im Laufe dieses Jahres. Dabei sollen die verschiedenen Phasen des Milchentzuges getrennt betrachtet werden.

Veröffentlichungen:

- (1) Schön, H. Schwerpunkte landtechnischer Entwicklung -
Reuschenbach, H. Melktechnik
Schams, D. Bericht über die Jahrestagung der Land-
Stanzel, H. technik Weihenstephan 1975
Weber, W. Schriftenreihe der Landtechnik Weihen-
Worstorff, H.: stephan H. 15 (1975) S. 55 - 65

Veröffentlichung der gesamten Ergebnisse erfolgt im Herbst 1976

Wissenschaftliche Kontakte

Prof.Dr.Rabold, Universität Hohenheim
Prof.Dr.Rossegger, FAL-Völkenrode
Prof.Dr.Tolle, Bundesforschungsanstalt für Milchwissenschaften, Kiel
Dr.Rossing, IRL Wageningen
Prof.Dr.Comberg, KTBL-Arbeitskreis "Technik und Bauwesen in der tierischen Produktion"
Prof.Gravert und Dr.Ordolff, Bundesforschungsanstalt für Milchwissenschaften, Kiel
Institut für Tierzucht, Nitra, Tschechoslowakei
Ständige Kontakte mit allen führenden Melkmaschinenherstellern.

Teilprojekt G 2

Auswirkungen verschiedener technischer Parameter auf die neuroendokrine Regulation beim Milchentzug

Leiter: D. Schams, Priv.-Doz. Dr. med.vet.

Mitarbeiter: Himmler, V., Tierarzt
Schmidt - Poley, B., Dipl.-Ing.agr.
Institut für Physiologie
Tel. 08161/71509

Antrag vom April 1976, S. 142 - 151

Im Berichtszeitraum (1974 - 1976) wurden zunächst die Untersuchungen über die physiologischen Vorgänge im Zusammenhang mit der Stimulation der Milchdrüse sowie die methodischen Bemühungen zur Bestimmung von Oxytocin fortgesetzt. Gleichzeitig wurden zusammen mit Teilprojekt G 1 und G 3 drei Milchflußversuche (jeder Versuch über 13 Wochen), bei denen verschiedene technische Parameter geändert wurden, durchgeführt.

Im einzelnen wurden im Berichtszeitraum folgende Arbeiten vorgenommen:

1. Weitere Basisuntersuchungen über Faktoren, die die Freisetzung von Prolaktin im Zusammenhang mit der Stimulation der Milchdrüse beeinflussen

Aufbauend auf die bisherigen Ergebnisse bei der manuellen Zitzenstimulation (1, 2) wurden weitere Untersuchungen angestellt, um die exogenen und endogenen Faktoren zu bestimmen, die die Freisetzung von Prolaktin im Zusammenhang mit der Stimulation der Milchdrüse beeinflussen. Als Versuchstiere dienten laktierende Kühe der Braunviehrasse der Versuchsstation Veitshof.

Nachdem wir bereits festgestellt hatten, daß die Freisetzung von Prolaktin von der Anzahl der stimulierten Zitzen und der Dauer der Stimulierung abhängig ist (1,2) bedürfte es auch der Klärung der Refraktärzeit bzw. Ansprechbarkeit der Hypophyse auf wiederholte Stimuli.

Wie aus eigenen Untersuchungen hervorgeht (3), ist eine verringerte Prolaktinausschüttung bei lang anhaltender Reizung nicht das Ergebnis einer Erschöpfung der Hypophyse, sondern eher Folge einer gesteigerten Unempfindlichkeit auf einen speziellen Reiz. In ergänzenden Untersuchungen mit 3 Kühen sollte die Frage geklärt werden, welche Zeitdauer zwischen zwei Stimuli für eine normale Reaktion notwendig ist. Abb. 1 zeigt die Ergebnisse am Beispiel der Kuh K 1. Werden im Abstand von 120 bzw. 60 Minuten je 2 Zitzen gereizt, so ist eine Reaktion fast in jedem Falle gegeben im Gegensatz nach Stimulation in 30-minütigen Abständen.

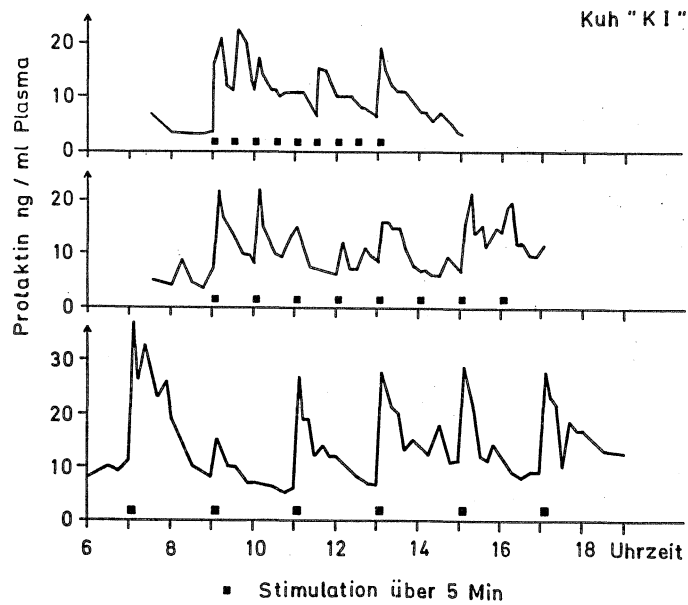


Abb. 1 Die Freisetzung von Prolaktin nach manueller Zitzenstimulation in Abhängigkeit von unterschiedlichen Zeitintervallen an verschiedenen Versuchstagen (Kuh 1).

In weiteren Versuchen prüften wir auch den Einfluß der Saison, des Alters, des Laktationsstadiums sowie der jährlichen Milchleistung auf die Prolaktinfreisetzung nach manueller Stimulation. Die Ergebnisse sind in Tab. 1 zusammengefaßt, ausgedrückt in Einheiten, die sich aus der Fläche unter der Prolaktinkurve ergeben. Danach scheinen jüngere Tiere besser zu reagieren als ältere. Ebenfalls ist eine jahreszeitliche Abhängigkeit mit besseren Reaktionen im Juni und November über Februar gegeben.

Tab.1 Einfluß von Alter, Saison, Stadium der Laktation und Jahresmilchleistung auf die Sekretion von Prolaktin nach manueller Zitzenstimulation über 5 Minuten

		Fläche unter der Kurve		Statistik
		n	$\bar{x} \pm s$	
Alter	jung (bis zu 3.5 Jahre)	16	41.7 ± 52.1	a
	mittel (3.5 - 6.5 ")	20	37.5 ± 30.8	b b zu c P < 0.05
	alt (6.5 - 13 ")	9	17.7 ± 12.1	c
Saison	Juni	15	52.7 ± 34.1	d d zu e P < 0.005
	Februar	20	15.6 ± 23.5	e
	November	13	31.6 ± 22.6	f f zu e P < 0.01
Laktationsstadium	78 ± 56 Tage pp.	9	154.1 ± 139.6	g g zu h P < 0.05
	156 ± 39 " "	7	36.8 ± 22.4	h g zu i P < 0.005
	243 ± 60 " "	15	19.5 ± 24.0	i g zu j P < 0.001
	344 ± 74 " "	15	17.4 ± 18.2	j h zu j P < 0.05
Jahresleistung	hoch	34	71.0 ± 141.8	k
	niedrig	24	38.5 ± 46.4	l k zu l P > 0.10

JOHKE (1970) und KOPROWSKI & TUCKER (1973) fanden bei Kühen eine Korrelation zwischen der Höhe der Prolaktinipfel nach dem Melken und dem Laktationsstadium. Unsere Ergebnisse stimmen damit überein, nur sind wir der Auffassung, daß es sich hierbei um einen Desensibilisierungseffekt bei fortschreitender Laktation handelt. Dies wird unterstrichen einmal dadurch, daß zwischen Kühen mit hoher und niedriger Milchleistung kein signifikanter Unterschied besteht, zum anderen aus ersten Ergebnissen mit Kühen, die zum Ende der Laktationsperiode und der Trockenperiode erhalten wurden. Danach reagieren Kühe am Ende der Trockenperiode (Mittelwerte $6,3 \pm 3,2$ gegenüber $34,6 \pm 13,4$ Flächeneinheiten) wesentlich besser (also nach einer längeren Abstinenz der Zitzenreizung). Diese Zitzenstimulationsversuche dienen vorrangig dazu, die Ergebnisse der Milchflußversuche besser, d.h. den physiologischen Gegebenheiten Rechnung tragend zu interpretieren.

2. Weiterführung methodischer Arbeiten mit Ocytocin

Wie im letzten Forschungsbericht dargelegt steht uns ein Antiserum gegen Ocytocin zur Verfügung. Mit dem synthetischen Ocytocin und einer guten Markierungsmethode sind wir in der Lage, Standardkurven mit einer Empfindlichkeit von ca. 2 pg aufzustellen.

Die Messung von Extrakten zeigte jedoch, daß unspezifische Faktoren die Messung aus dem Plasma beeinflussen. Es wurde versucht durch die Veränderung der Trennmethode die unspezifische Bindung zu eliminieren. Es konnte hierdurch zwar ein guter Erfolg erreicht werden, da die unspezifische Bindung auf unter 1 % (früher 10 - 12 %) herabgedrückt werden konnte, Faktoren aus dem Serum störten jedoch immer noch. Aus diesem Grunde wurden dann andere Extraktionsverfahren eingeführt; die Extraktion des Ocytocins aus dem Plasma wurde mit Bentonit, Florisil, Fullerserde und Methanol (MeOH) mit einem weiteren Reinigungsschritt durchgeführt. Der Erfolg der Methode wurde jeweils mit markiertem Ocytocin kontrolliert.

Während die erstgenannten Mittel in keinem Fall eine Wiederfindung des zugesetzten Ocytocins von 50 % erbrachten, sondern unter 20 % lagen, versprach die Methanolmethode bessere Ergebnisse. Allerdings mußte nach der ersten Extraktion ein zweiter Reinigungsschritt mit Petroläther hinzugenommen werden, hierbei wird jedoch Ocytocin teilweise zerstört, die Methode ist dadurch nicht brauchbar. Wir versuchen im Augenblick auf zwei Wegen dieses Problem zu lösen:

1. Gewinnung eines neuen eventuell noch besseren Antiserums
2. Qualifizierung und Quantifizierung des unspez. Serumfaktors

Um der unter Punkt 2 genannten Frage näher zu kommen, wurde zu Vergleichszwecken der uns bekannte empfindlichste biologische Test erlernt und die Methode bei uns eingeführt. Wir hoffen damit zum einen die Probleme des Radioimmunotests abklären zu können und durch das biologische Verfahren unseren Test auch kritisch beurteilen zu können.

Von den im Milchflußversuch gewonnenen Proben wurden wegen der oben angeführten Schwierigkeiten bislang nur einige ausgewertet. Die dabei gewonnenen Ergebnisse dürften allerdings nur in der Höhe der Werte unsicher sein, die Art der Ausschüttung bzw. die Schwankungen während der Freisetzung scheinen jedoch typisch für die Ocytocinfreisetzung

zu sein, was sich auch durch die biologischen Untersuchungen bestätigt.

3. Milchflußversuche - Einfluß verschiedener technischer Parameter auf die Freisetzung von Prolaktin und Ocytocin

In drei getrennten Versuchen zusammen mit G 1 und G 3 wurde jeweils an 2 Tieren der Einfluß des Vakuums (Versuch I), der Pulszahl pro Minute (Versuch II), des Saug-Ruhetakt-Verhältnisses (Versuch III) auf die Freisetzung von Prolaktin und Ocytocin überprüft.

Für die Blutentnahmen wurde den Tieren ein Katheter in die Vena jugularis eingelegt. Während der Versuchswoche wurde zu den jeweiligen Versuchstagen Blut mit Hilfe einer peristaltischen Pumpe in 30 sekundlichem Abstand kontinuierlich entnommen. Die genaue Versuchsanordnung wurde bereits im Teilprojekt G 1 schematisch dargestellt.

Versuch I

In der ersten Versuchsreihe wurde das Vakuum variiert. Als Kontrollwert diente die Einstellung von 0,5 bar. Wie aus Abb. 2 und 3 hervorgeht, zeigt sich bei dieser Einstellung in jedem Fall eine Freisetzung von Prolaktin und Ocytocin, wie sie im Normalfall (4) auch zu erwarten ist. Bei einem Vakuum von 0.4 bar ist die Prolaktinausschüttung nicht mehr so stark, was sich aus den vergleichenden Höchstwerten ergibt. Betrachtet man den Kurvenverlauf bei der Vakuumhöhe von 0,6 bar, so ist klar ersichtlich, daß hier eine erhöhte Prolaktinausschüttung ausgeblieben ist und die von Ocytocin deutlich vermindert ist. Besonders bemerkenswert ist, daß das Tier an den verschiedenen Versuchstagen derselben VakuumEinstellung jeweils gleich reagiert hat. Dies zeigt, daß die festgestellte physiologische Reaktion tatsächlich auf den Einfluß des geänderten technischen Parameters zurückgeführt werden kann.

Abbildung 2

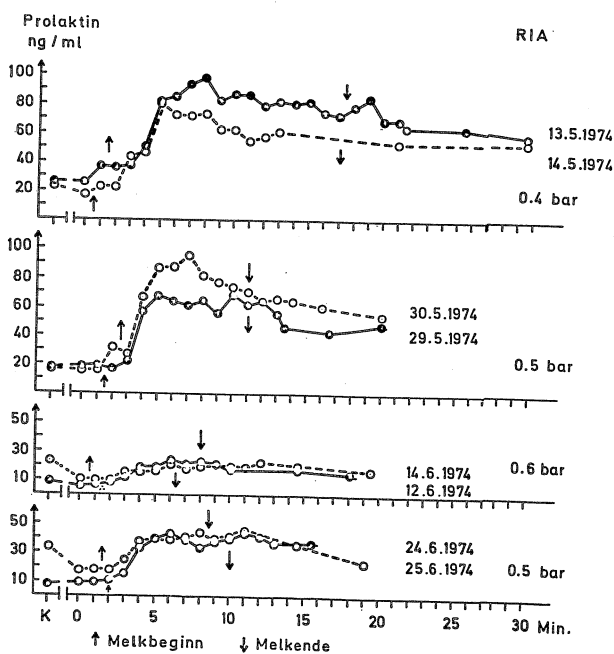


Abbildung 3

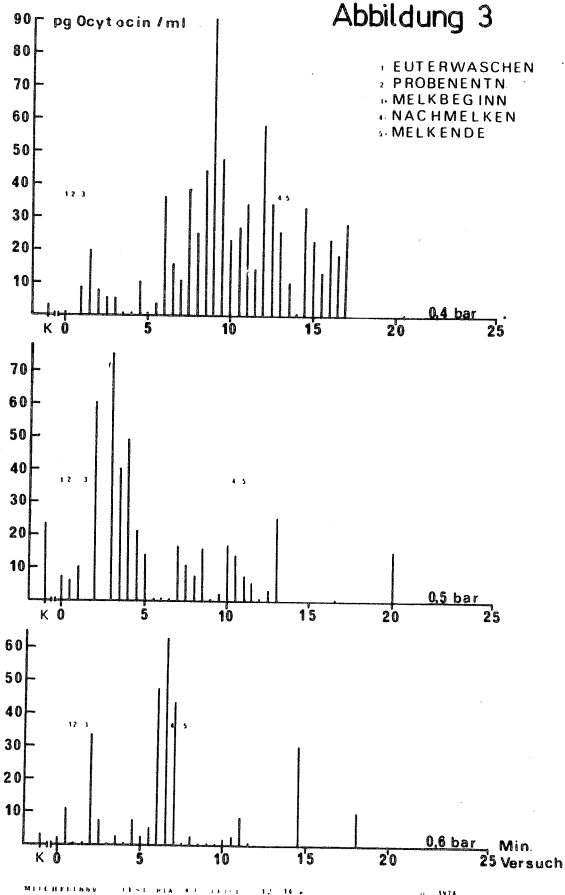


Abb. 2 Milchflußversuch I - Einfluß unterschiedlichen Vakuums beim maschinellen Milchentzug auf die Freisetzung von Prolaktin (Kuh "Ria", 0,5 bar Normaleinstellung)

Abb. 3 Milchflußversuch I - Einfluß unterschiedlichen Vakuums beim maschinellen Milchentzug auf die Freisetzung von Ocytocin (Kuh "Ria", 0,5 bar Normaleinstellung)

Interessante Aussagen sind vor allem dann möglich, wenn die endokrine Regulation beim Melken mit der Milchabgabe verglichen wird, wie dies in Abb. 4 gezeigt ist.

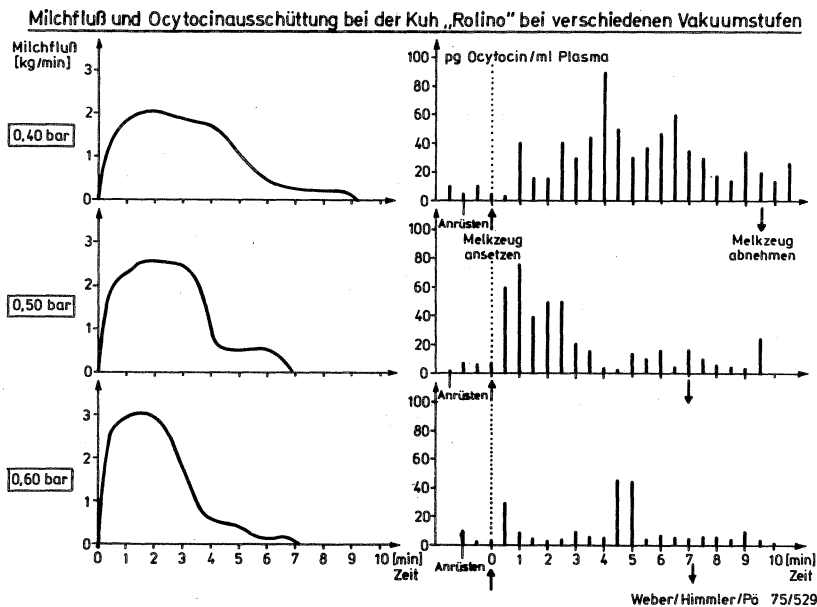


Abbildung 4

Bei dem hier beispielhaft angeführten Tier zeigte sich, daß ein höheres Vakuum in der Anfangsphase die Milchabgabe beschleunigt, ein vollständiges Ausmelken aber mehr durch ein niedriges Vakuum möglich ist, was durch eine intensive Ocytocinausschüttung im letzten Melkdrittel unterstrichen wird. Weiterhin ist von Interesse, daß die Ocytocinausschüttung weniger durch das Anrüsten, als vielmehr durch den Melkvorgang selbst angeregt wird. Es handelt sich hier allerdings um erste Ergebnisse, die durch weitere Untersuchungen erhärtet werden müssen.

Versuch II

Die Versuchsreihe mit der Veränderung der Pulszahl konnte auf Grund von Tierverlusten nicht mit denselben zwei Tieren durchgeführt werden, zur Mitte des Versuchszeitraumes mußten zwei neue Tiere in den Versuch genommen werden.

Selbst wenn die durch die Individualität jedes einzelnen Tieres bedingte Variabilität berücksichtigt wird, so läßt sich doch an Hand der ermittelten Prolaktinwerte (siehe Beispiel in Abb. 5), kein Einfluß der Pulszahl feststellen. Die Kuh Bella zeigte bei 60, 90 und 120 Doppeltakten pro Minute eine fast konstante Reaktion, während bei einem anderen Tier bei 60, 90 und 120 Doppeltakten je zur Hälfte eine erhöhte Prolaktinfreisetzung nachgewiesen werden konnte und zur anderen Hälfte keine Reaktion vorlag. Aus dieser Versuchsreihe ergibt sich, daß der Einfluß der veränderten Pulszahl offensichtlich nicht so stark ist, daß das neuroendokrine System darauf nachweislich reagiert.

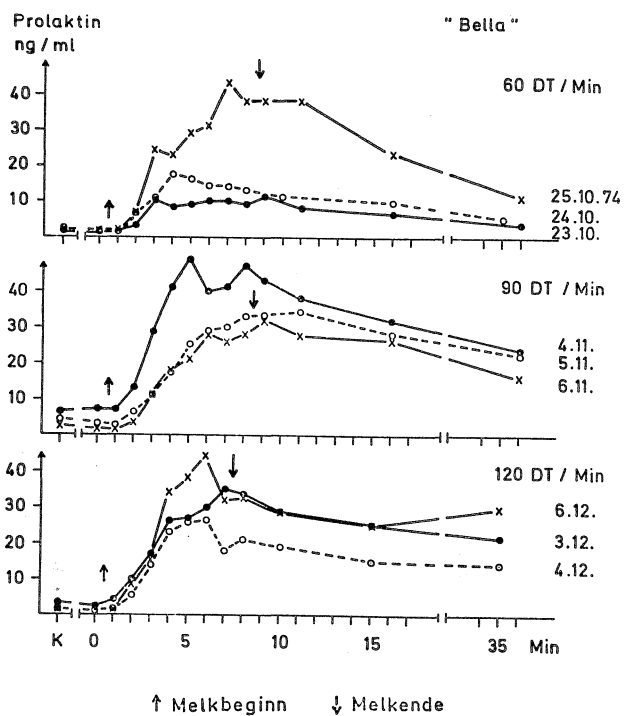


Abb. 5 Milchflußversuch II - Einfluß unterschiedlicher Pulsfrequenz beim maschinellen Milchentzug auf die Freisetzung von Prolaktin (Kuh "Bella", DT-Doppeltakte/Minute, 60 DT Normaleinstellung)

Versuch III

Ausgehend von einem Saugtakt-Ruhetakt-Verhältnis von 60 : 40 wurden folgende Variationen durchgeführt: 80 : 20, 40 : 40 und 20 : 80. Die beiden Versuchstiere zeigten an sämtlichen Versuchstagen eine erhöhte Prolaktinfreisetzung beim Melken (siehe auch das Beispiel in Abb. 6).

Die Prolaktinwerte der zu vergleichenden Tage mit unterschiedlichem Saugtakt-Ruhetakt-Verhältnis differieren zwar in einer gewissen Weise, jedoch ist der Unterschied nicht so gravierend wie in der Versuchsreihe I. Hinzu kommt, daß auf Grund verschieden langer Melkzeiten der Reiz unterschiedlich lange ausgeübt wurde und somit ein Vergleich problematisch ist. In dieser Versuchsreihe wurde ein zusätzlicher Einflußfaktor untersucht. Es sollte festgestellt werden, ob die Tiere zur morgendlichen Melkzeit anders reagieren als abends. Vorläufige Ergebnisse deuten darauf hin, daß in der Prolaktinfreisetzung kein deutlicher Unterschied zwischen den Melkzeiten besteht.

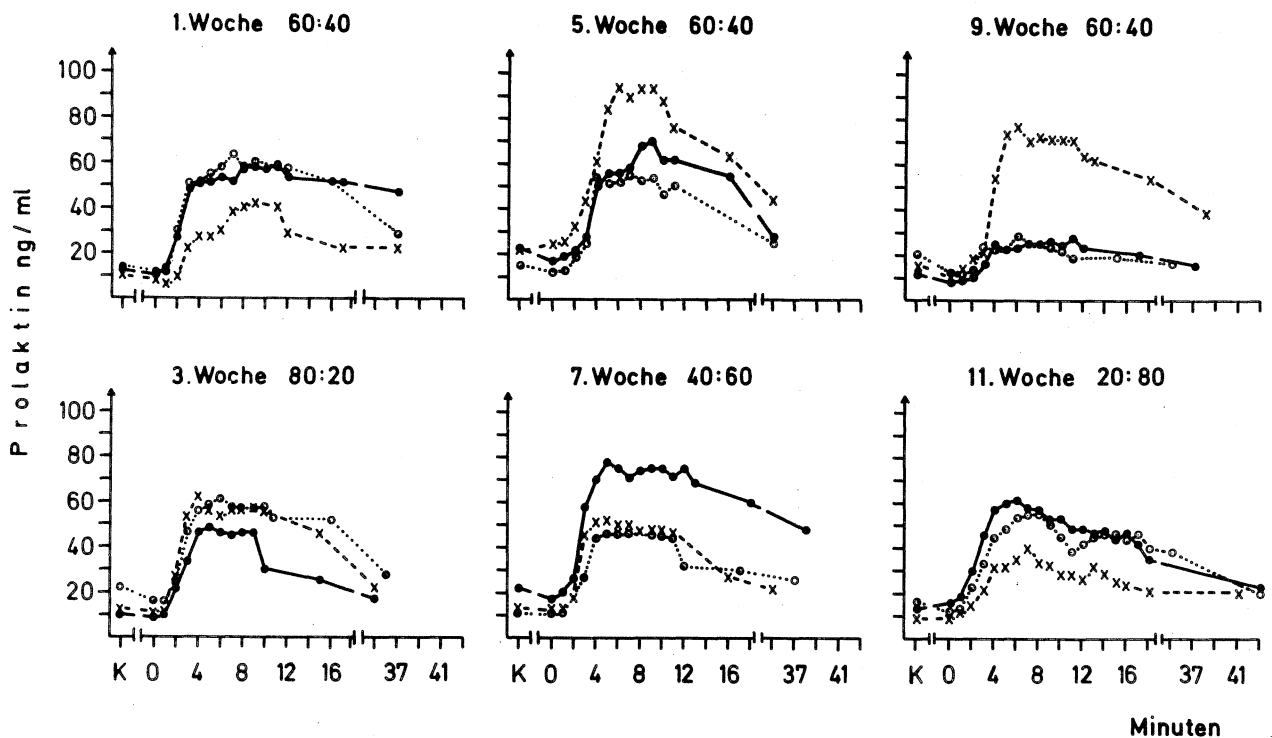


Abb. 6 Milchflußversuch III - Einfluß unterschiedlicher Saugtakt-Ruhetakt-Verhältnisse beim maschinellen Milchentzug auf die Freisetzung von Prolaktin (Kuh "Helga", 60 : 40 Normaleinstellung)

4. Prolaktinfreisetzung nach Elektrostimulation

Wie aus Untersuchungen hervorgeht, sind Bestrebungen im Gange, die Anrüstphase durch eine Art Elektrostimulation zu ersetzen. Erste Versuche von Dr. Worstorff (G 4) haben ergeben, daß ein Milchentzug mit diesem System möglich ist. Für die Auswirkung auf physiologische Parameter sind uns derzeit keine Untersuchungen bekannt. Es wurden deshalb im Zusammenhang mit den Zitzenstimulationsversuchen erste Tastversuche auf der Versuchsstation Veitshof durchgeführt. Die vor-

läufigen Ergebnisse, die aus Versuchen mit laktierenden Kühen resultieren, deuten an, daß Prolaktin bei einer Elektrostimulation ohne Milchentzug nicht in erhöhtem Maß freigesetzt wird.

Das würde bedeuten, daß diese Art von Stimulierung in der physiologischen Reaktion mit einer taktilen Reizung nicht vergleichbar ist. Diese Befunde bedürfen aber noch einer eingehenderen Prüfung und differenzierteren Nachforschung und können noch nicht als gesichert gelten.

Veröffentlichungen

- (1) Reinhardt, V.
Schams, D.: Analysis of teat stimulation as specific stimulus for prolactin in cattle
Neuroendocrinology 14 (1974), 289-296
- (2) Reinhardt, V.
Schams, D.: Prolactin Release in Dairy Heifers Relative to Duration of Teat Stimulation
Neuroendocrinology 17 (1975), 54-61
- (3) Reinhardt, V.
Schams, D.: Unimpaired Prolactin Response to Teat Stimulation during diminished response to continuous infusion of TRH
Hormon. Metabol. Res. 7 (1975), 359-360
- (4) Schams, D.
Reinhardt, V.: Analysis of teat stimulation as specific stimulus for prolactin in cattle
Int. Symp. on Growth Hormone and Related Peptides, Mailand, Abstr. Nr. 145 (1976)
- (5) Forsling, M.L,
Reinhardt, V.
Himmler, V.: Neurohypophysial hormones and prolactin release
J. Endocrinol. 63 (1974), 579-580

Vorträge

- (1) Schams, D.: Action of prolactin
8. World Congress of Fertility and Sterility,
Buenos Aires Plenarvortrag
- (2) Schams, D.: Die Sekretion und Wirkung von Prolaktin bei Haustieren
Feb. 1975, Plenarvortrag, 21. Symposium der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie,
München
- (3) Schams, D.: Analysis of teat stimulation as specific stimulus for prolactin in cattle
Sept. 1975, Int. Symposium on Growth Hormone and Related Peptides, Mailand
- (4) Schams, D.: Hormonal control of lactation
März 1976, Symposium Breast-Feeding & The Mother, Ciba Foundation London

- (5) Schams, D.: Hormones and Lactation - a comparative view,
März 1976
London, Neonatal Society London
- (6) Schams, D.: Recent investigations on bovine prolactin and
gonadotropins, März 1976, National Institute
for Research in Dairying Shinfield, Reading
and University of Nottingham, Sutton Bonington
- (7) Himmler, V.: Entwicklungsarbeiten zur Faktorenanalyse der
hormonalen Steuerung beim Milchentzug
Dtsch. Ges. f. Milchwissenschaft 1975, Kiel

Auslandskontakte

- Himmler, V. ; 8 wöchiger Aufenthalt in London, Middle Sex Hospital
bei Dr. Forsling u. Besuch des Dept. of Physiology
(Dr. Wakerly) in Babraham
- Schams, D. ; Besuch des National Institute for Research in Dairying,
Shinfield, Reading, auf Einladung von Prof. Cowie

Teilprojekt G 3

Auswirkungen unterschiedlicher Melkparameter auf den Zellgehalt der Milch

Leiter: Dr.habil. K. Guthy
Institut für Milchwissenschaft
8050 Freising-Weißenstephan
Tel. 08161/71501

Mitarbeiter: W. Weber, Dipl.-Ing.agr.

Antrag vom 5.4.1976 S. 152 - 157

1. Allgemeines

Auf Grund der gemeinsamen Zielsetzung des Projektes G ergab sich eine integrierte Versuchsdurchführung mit den Teilprojekten G 1 und G 2. Die Versuche begannen nach Abschluß der gemeinsamen Voruntersuchungen mit der Prüfung des Einflusses von verschiedenen technischen Melkparametern auf den Zellgehalt der Milch. Dabei wurden parallel zu den Melkversuchen im Teilprojekt G 1 (Abb. 1) Viertelgemelksproben von jeder Kuh beim Morgen- und Abendmelk entnommen. Von den unmittelbar nach der Gewinnung stabilisierten Milchproben (ca. 200 Stück pro Versuchstag) wurde im Labor elektronisch der Zellgehalt bestimmt (COULTER COUNTER) und mit den Melkparametern in Beziehung gesetzt. Insgesamt wurden ca. 16000 Proben untersucht.

2. Ergebnisse

Einfluß der Vakuumböhe auf den Zellgehalt

In der Versuchsperiode zur Prüfung des Vakuumeinflusses auf den Zellgehalt der Milch wurden insgesamt 3600 Milchproben untersucht und ausgewertet (Tabelle 1).

Die Ausgangssituation hinsichtlich der Eutergesundheit war günstig: So lag der arithmetische Mittelwert des Zellgehaltes sämtlicher Viertel bei 323 000 Z/ml, der geometrische bei 159 000 Z/ml. Die Veränderung der Vakuumböhe zeigte auf den durchschnittlichen Zellgehalt nur wenig Einfluß. Es scheint sich lediglich bei einer Reduzierung des Vakuums auf 40 kPa eine leichte Verbesserung, bei einer Steigerung auf 60 kPa eine gewisse Vermehrung der Zellzahlen anzudeuten.

Deutlichere Aussagen sind bei der Betrachtung einzelner Euterviiertel mit verschieden hoher Zellausscheidung möglich (Abb. 1). Beim niedrigen Melkvakuum (40 kPa) sank der Anteil der Viertel mit mehr als 600 000 Zellen erheblich.

Tab. 1: Einfluß verschiedener Vakuumstufen (k Pa) auf den Zellgehalt einzelner Euterviertel

Vakuum-Höhe (kPa) (n=3600)	Zellgehalt (Z/ml)		Median	Log-Normalverteilung	
	Mittelwert (\bar{x})	Streuung (s)		Mittelwert ($\log \bar{x}_G$)	Streuung (s)
50 (n=800)	A * 323,52	1,511	545,90 138,30	2,2016	0,4235
	G** 159,07				
40 (n=800)	A 154,77	1,316	191,82 89,04	2,0042	0,3453
	G 100,97				
50 (n=640)	A 143,79	1,259	179,36 87,86	1,9958	0,3164
	G 99,03				
60 (n=800)	A 206,73	1,393	376,02 102,98	2,0904	0,3793
	G 123,15				
50 (n=560)	A 167,52	1,273	402,60 92,00	2,0097	0,3238
	G 102,26				

A * Arithmetisch
G** Geometrisch

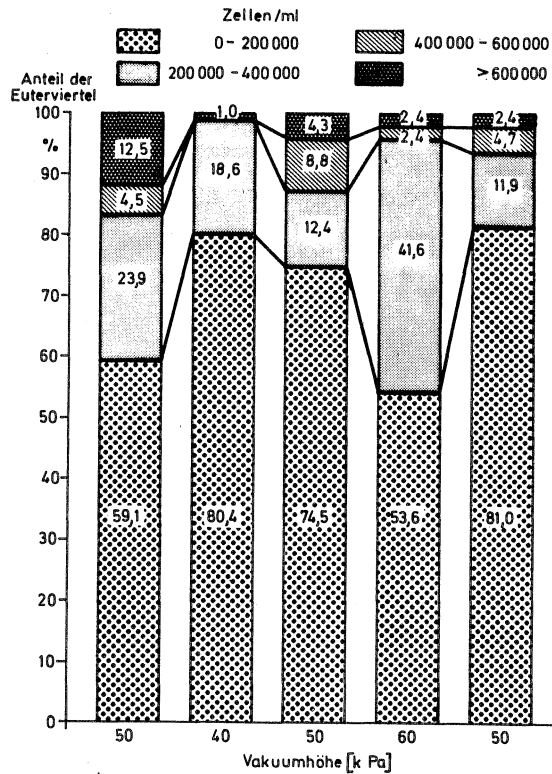


Abbildung 1: Veränderungen des Zellgehaltes der Milch bezogen auf Euterviertel in Abhängigkeit von verschiedenen Vakuumstufen (n = 3600 Proben)

In der anschließenden Adaptionphase, in welcher das Vakuum um 10 kPa auf das ursprüngliche Niveau von 50 kPa angehoben wurde zeigten lediglich die Euterviertel vereinzelter Kühe einen gestiegenen Zellgehalt. Die Gesamtzahl der Euterviertel reagierte erst dann, als das Vakuum um weitere 10 auf 60 kPa angehoben wurde. Der Anteil der Viertel mit einem Zellgehalt bis 200 000 Z/ml ging auf 53,6 % zurück, während sich der Anteil der Viertel mit einem Zellgehalt zwischen 200 000 bis 400 000 Z/ml auf 41,6 % ausweitete. Zwar liegt dieser Anstieg innerhalb des als physiologisch normal zu betrachtenden Schwankungsbereiches der Zellzahl, was insbesondere bei der Betrachtung der Werte für die Log-Normalverteilung bei den verschiedenen Vakuumstufen deutlich in Erscheinung tritt. Die ermittelten Medianwerte, insbesondere die arithmetischen, spiegeln jedoch eine verlangsamte Adaption derjenigen Euterviertel wieder, welche im Zellgehalt höher lagen als der Durchschnitt der Werte. Für die Änderung des Melkvakuums ergab sich, soweit von den bisher durchgeführten Kurzzeitversuchen auszugehen ist, bei gesunden Tieren innerhalb der untersuchten Bereiche von 40 - 60 kPa/min wesentlicher Einfluß auf den Zellgehalt. Allerdings zeichnet sich bei Viertel, die physiologisch gerade noch als normal zu bezeichnen sind, bei einem Vakuum von 60 kPa der Trend zu höherer Zellzahlabscheidung an, so daß die Vakuumschwelle nicht überschritten werden sollte.

Tab. 2: Einfluß verschiedener Pulsfrequenzen auf den Zellgehalt einzelner Euterviertel

Pulsfrequenz DT/min (n=4624)	Zellgehalt (Z/ml)		Median	Log - Normalverteilung	
	Mittelwert (\bar{x})	Varianz (s^2)		Mittelwert ($\log \bar{x}_G$)	Streuung (s)
60 (n=680)	* A 164,14	1,355	105,33	2,0421	0,3634
	** G 110,19		90,49		
30 (n=612)	A 306,55	1,139	245,75	2,4144	0,2378
	G 259,66		251,07		
60 (n=680)	A 364,41	1,153	275,11	2,4692	0,2487
	G 294,61		271,73		
90 (n=680)	A 430,21	1,249	606,15	2,4891	0,3108
	G 308,37		274,66		
60 (n=680)	A 285,11	1,106	265,57	2,3938	0,2094
	G 247,63		244,75		
120 (n=680)	A 291,99	1,124	558,67 (?)	2,3812	0,2255
	G 240,55		229,35		
60 (n=612)	A 290,19	1,121	369,35	2,3871	0,2225
	G 243,85		232,32		

* Arithmetisch

** Geometrisch

Einfluß der Pulsfrequenz

Die Pulsfrequenz gibt an, mit wieviel Doppeltakten pro Minute (DT/min) gemolken wird; die Versuchsserie umfaßte die Varianten 30, 60, 90 und 120 DT/min in der Reihenfolge, wie sie in Tabelle 2 aufgetragen sind. Insgesamt wurden 4 624 Viertelgemelksproben untersucht und mit der Pulsfrequenz in Beziehung gesetzt.

Es zeigte sich allgemein, daß die Euter empfindlich auf Veränderungen der Pulsfrequenz reagierten. Eine Erniedrigung der Pulsfrequenz von 60 auf 30 DT/min ergab eine generelle Erhöhung sämtlicher Mittelwerte für den Zellgehalt. Die Aufgliederung nach Eutervierteln mit unterschiedlichem Zellgehaltsniveau führte zu der Erkenntnis, daß vor allem im Bereich unterhalb von 400 000 Z/ml starke Erhöhungen stattgefunden haben (Abb. 2).

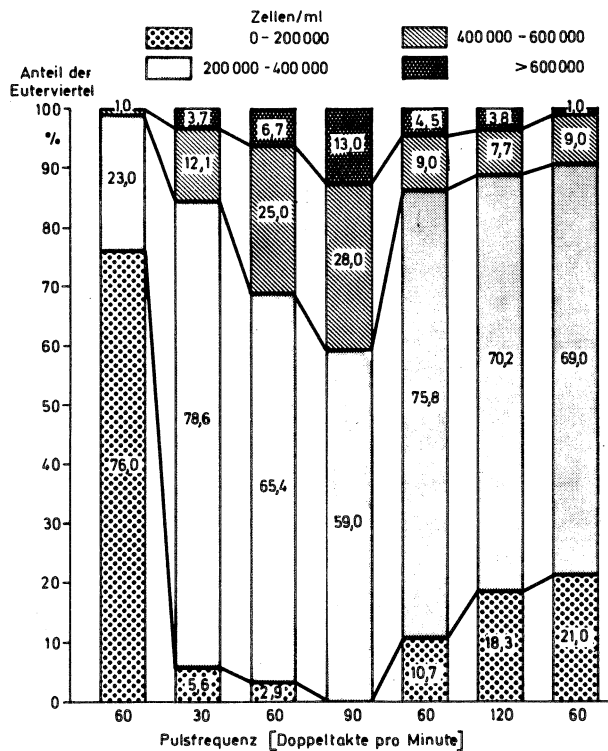


Abbildung 2: Veränderungen des Zellgehaltes der Milch bezogen auf Euterviertel in Abhängigkeit von verschiedenen Pulsfrequenzen (n = 4624 Proben)

Ferner stieg der Anteil jener Viertel erheblich an, deren Zellgehalt im zweifelhaften Bereich lag (400 - 600 000 Z/ml), ebenso wie der Anteil der Viertel mit über 600 000 Z/ml leicht erhöht war. Auffallenderweise ging der durchschnittliche Zellgehalt der Euterviertel in der anschließenden Adaptionphase mit 60 DT/min nicht zurück, er erhöhte sich sogar leicht. Dies deutet darauf hin, daß Euterviertel, deren Zellgehalt bereits leicht erhöht war, diesen weiter

erhöhten, sobald Veränderungen an der Pulsfrequenz vorgenommen wurden. Dies trat besonders deutlich in Erscheinung, als die Pulsfrequenz auf 90 DT/min erhöht wurde; es stieg nicht nur der Anteil der Viertel zwischen 400 und 600 000 Z/ml, sondern insbesondere auch der Anteil jener mit mehr als 600 000 Z/ml Milch. Eine weitere Steigerung der Pulsfrequenz auf 120 DT/min brachte keine meßbare Verschlechterung.

Soweit bereits Aussagen auf Grund dieser Kurzzeitversuche möglich sind, reagierten die Tiere empfindlich auf jede Veränderung der Pulsfrequenz. Da diese Veränderungen zudem nach den bisherigen Ergebnissen in G 1 kaum Einfluß auf die Milchabgabe der Kühe haben, muß nach dem bisherigen Erkenntnisstand von einer Steuerung der Pulsfrequenz abgeraten werden. Dieses an sich überraschende Ergebnis bedarf noch einer eingehenden Bestätigung in Langzeitversuchen.

Einfluß des prozentualen Saugtaktanteils

Die Ausgangsbasis für die Untersuchung der Beziehungen zwischen dem prozentualen Saugtaktanteil und dem Zellgehalt war im Vergleich zu dem vorangegangenen Betrachtungen insofern verändert, als der durchschnittliche Zellgehalt der Viertelgemelksproben (n = 6648) zu Beginn der Versuche bereits relativ hoch war. (Tabelle 3)

Auffallenderweise reagierten die Euterviertel nur gering auf Veränderungen des Pulsverhältnisses (Abb. 3). Lediglich ein geringer Saugtaktanteil von 40 % brachte eine erkennbare Verbesserung der Eutergesundheit, die noch deutlicher in Erscheinung trat bei einem Saugtaktanteil von 20 %.

Diese Veränderungen lagen zwar innerhalb der möglichen Schwankungsbreiten im Zellgehalt, sie waren jedoch insofern gravierend als sie sich im Grenzbereich zwischen normaler und anormaler Sekretion bewegten (500 000 Z/ml). Auffallend war zweifellos die schnelle Angleichung der Zellgehaltswerte während der Adaptionsphasen in beiden Richtungen, was darauf schließen läßt, daß Euterviertel mit einem höheren Zellgehalt rascher auf Veränderungen des Pulsverhältnisses reagiert haben als jene mit niederem Zellgehaltsniveau.

Tab. 3 : Einfluß verschieden langer Saugphasen auf den Zellgehalt einzelner Euterviertel

Saug-Entlastungs- phase (n=6648)	Zellgehalt (Z/ml)		Median	Log - Normalverteilung	
	Mittelwert (\bar{x})	Varianz (s^2)		Mittelwert ($\log \bar{x}_G$)	Streuung (s)
60 : 40 (n = 908)	A* 478,49 G** 293,52	2,216	614,20 249,97	2,468	0,346
80 : 20 (n=904)	A 432,29 G 253,26	2,256	607,43 218,57	2,404	0,353
60 : 40 (n=920)	A 434,78 G 278,60	2,162	579,41 244,89	2,445	0,335
40 : 60 (n=1036)	A 368,78 G 233,52	2,075	553,27 213,17	2,368	0,317
60 : 40 (n=960)	A 480,51 G 276,91	2,286	611,97 235,95	2,442	0,359
20 : 80 (n=960)	A 384,89 G 230,47	2,197	601,88 197,74	2,363	0,342
60 : 40 (n=960)	A 410,17 G 281,04	1,976	604,71 258,16	2,449	0,296

* Arithmetisch

** Geometrisch

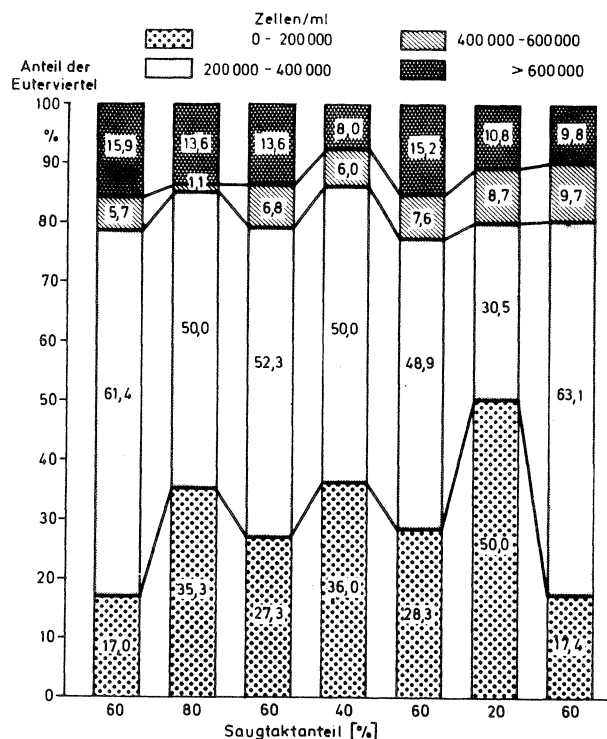


Abbildung 3: Veränderungen des Zellgehaltes der Milch bezogen auf Euterviertel in Abhängigkeit von verschiedenen Saugtaktanteilen (n = 6648 Proben)

In den durchgeführten Kurzzeitversuchen zeigte sich deutlich, daß die geprüften Melkparameter bzw. deren Veränderungen einen Einfluß auf die Sekretion des Euters ausübten.

Die Intensität der Reaktion, ausgedrückt durch die Höhe des Zellgehaltes, war bei allen Parametern im allgemeinen abhängig von dem Zellgehaltsniveau, bei welchem der Versuch angefahren wurde. Euterviertel mit niedrigem Zellgehalt reagierten langsamer und weniger intensiv auf Manipulationen der Melkmaschine im Vergleich zu jenen mit höherem Zellgehalt. Bei länger andauernden Versuchen ist damit zu rechnen, daß nur der Anteil an Vierteln mit erhöhtem Zellgehalt zwischen 400 000 - 600 000 Z/ml weiter ansteigt, sondern daß auch der Anteil derer, die in den darüber liegenden, eindeutig positiven Bereich "hineinrutschen", zunimmt.

Zur Ermittlung optimaler Melkparameter und zur Erarbeitung eines Steuerprogrammes für milchflußgesteuerte Melkmaschinen ist es erforderlich in Langzeitversuchen die Zellausscheidung in der Milch ausgewählter Kühe zu überprüfen. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann daher gefolgert werden, daß durch die Melkmaschinenparameter die Dynamik des Mastitisgeschehens in einer Herde deutlich beeinflußt werden kann.

Wissenschaftliche Kontakte

C.C. Thiel National Institute for Research in Dairying, Shinfield,
Reading
Tiergesundheitsdienst in Bayern, Grub

Teilprojekt G 4

Erprobung verschiedener Geber und Entwicklung einer elektronisch gesteuerten Melkanlage

Leiter: Dr. H. Stanzel
Institut für Landtechnik
8050 Freising, Vöttingerstr. 36
Tel. 08161/71449

Mitarbeiter: C.L. Pen, Dr. agr.
H. Worstorff, Dr. agr.

Antrag vom 5.4.1976 S. 158 - 164

1. Allgemeine Bemerkungen

Das Programm sah für den Zeitraum 1974 bis 1976 folgende Arbeiten vor:

- a) Bau verbesserter Rindelektrodengeber zur Messung des Milchflusses und deren Einsatz im Feldversuch;
- b) Untersuchungen an optischen Gebern und Induktivgebern für den Milchfluß;
- c) Verbesserungen an stufenlos regelbaren Pulsatoren für Melkanlagen;
- d) Bau eines Funktionsmodells einer Melkanlage mit gesteuerten Parametern;
- e) Erarbeitung eines Steuerprogramms.

Davon wurde folgendes abgewickelt:

Der Ringelektrodengeber wurde für den Feldversuch modifiziert und läuft seit Mai 1975 im Dauertest. Die Arbeiten zum optischen Geber wurden eingestellt, weil damit keine akzeptierbare Meßgenauigkeit zu erreichen ist. Die Versuche mit induktiven Gebern, die eine aufwendige Elektronik erfordern, wurden wegen der angeordneten Sparmaßnahmen eingestellt. Das Hauptgewicht der Arbeit lag auf der Entwicklung des programmgesteuerten Funktionsmodells.

Abweichend von dem bisherigen Arbeitsprogramm erwies es sich als erforderlich, eine grundlegende Analyse des Zusammenspiels von Vakuum und Pulsierung unmittelbar an der Zitze in das Forschungsprogramm einzubeziehen. Die Problematik besteht darin, daß unregelmäßige und insbesondere zyklische Vakuumschwankungen unterschiedlicher Höhe beim Melken auftreten. Da die Pulsierung - ausgedrückt als Bewegung des Zitzengummis - wesentlich vom Differenzdruck

durch die Gummiewandung geprägt wird, bedeutet ein inkonstantes Vakuum automatisch eine inkonstante Pulsierung. Dies verhindert nicht nur eine technische Optimierung des maschinellen Milchentzuges sondern macht eine exakte Steuerung von Vakuum und Pulsierung an der Zitzenspitze unmöglich. Aus diesem Grund wurden zusätzlich Untersuchungen aufgenommen mit dem Ziel, Vakuum, Pulsierung und Milchdurchsatz in ihrem Zusammenspiel bei konventionellen und neueren Milchentzugssysteme zu erfassen, um so eine maximale Faktorenstabilität zu erreichen.

2. Weiterentwicklung des Ringelektrodengebers

Ausführung

Der Ringelektrodengeber dient zu Erfassung des Milchflusses hinter dem Melkzeug. Er besteht aus einer geneigten Beruhigungsstrecke, an deren Ende zwei Ringelektroden den Leitwert des Flüssigkeitsstromes erfassen. Je nach Milchabgabe der Kuh füllt die Milch einen Teil des Rohrquerschnittes aus. Der sich daraus ergebende Leitwert ist ein Maß für den Durchsatz. Aus den Optimierungsversuchen (3) ging ein Ringelektrodengeber von 12 mm lichter Weite und 48 mm Elektrodenabstand hervor. Für die Feldversuche wurde eine Ausführung gewählt, bei der Beruhigungs- und Elektrodenstrecke ein gerades Rohr bilden (Abb. 1)

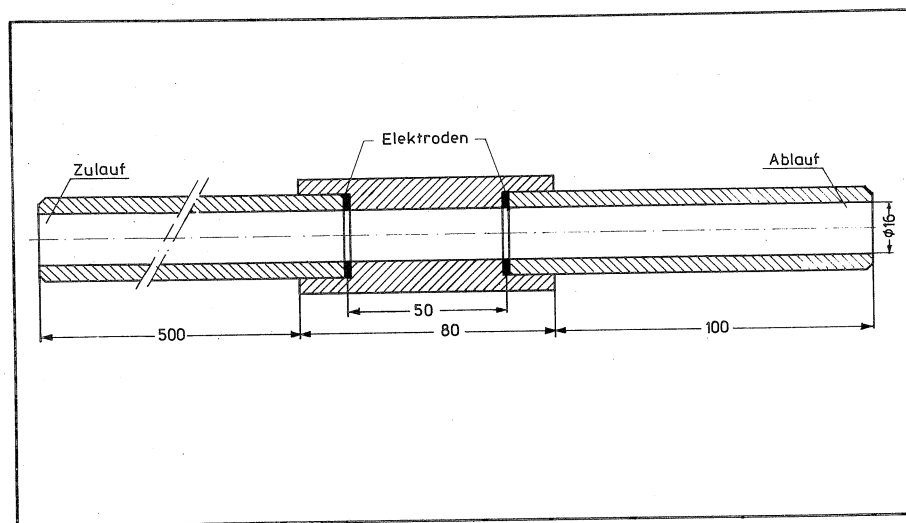


Abbildung 1: Ringelektrodengeber 16/50

Kennzeichnende Größen sind 16 mm lichte Weite, 50 mm Elektrodenabstand, 515 mm Beruhigungsstrecke bei 30° Neigung. Das Material ist Acrylglas und Edelstahl.

Dieser Geber läßt sich gut in Melkstände einbauen, hat dort nur etwa 1 m Abstand zum Milchsammelstück und läßt sich problemlos in die automatische Reinigung der Milchleitung einbeziehen. Auf die Vakuumverhältnisse hat er keinen negativen Einfluß, weil er den Abfluß der Milch nicht staut sondern eher begünstigt.

Meßschaltung

PEN wandte für seine Versuche eine Vollbrückenschaltung nach Wheatstone an. Wegen der großen Leitwertänderung über 6 Dekaden von $0,5 \cdot 10^{-3}$ bis 10^{-9} S erhielt er in den Randbereichen sehr schlecht bewertbare Kennlinien. Die neu entwickelte Schaltung besteht aus einem Generator mit geringem Quellwiderstand, der die Meßstrecke mit einer konstanten Spannung von $10 V_{eff}$ speist (Abb. 2). Über einen Vorwiderstand R_M wird der Strom gemessen, der dem Leitwert der Ringelektrodenstrecke proportional ist.

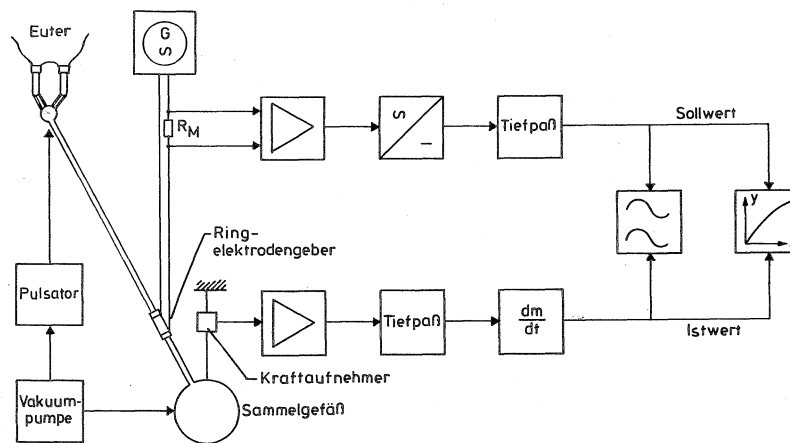


Abbildung 2: Anlage zur Messung des Ringelektrodensignals und des Milchflusses zur Gewinnung der Kennlinien

Die damit erzielbare Kennlinie des Gebers verläuft ab einem Milchfluß von $0,5 \text{ kg/min}$ angenähert linear (Abb. 3). Darunter wird die Leitwertmessung sehr unsicher, weil es im Meßrohr zu undefinierten Schwingungen des Flüssigkeitsstromes kommt. Eine Abhilfe ist zu erreichen über einen elliptischen Querschnitt des Rohres oder ein besser benetzbares Rohrmaterial.

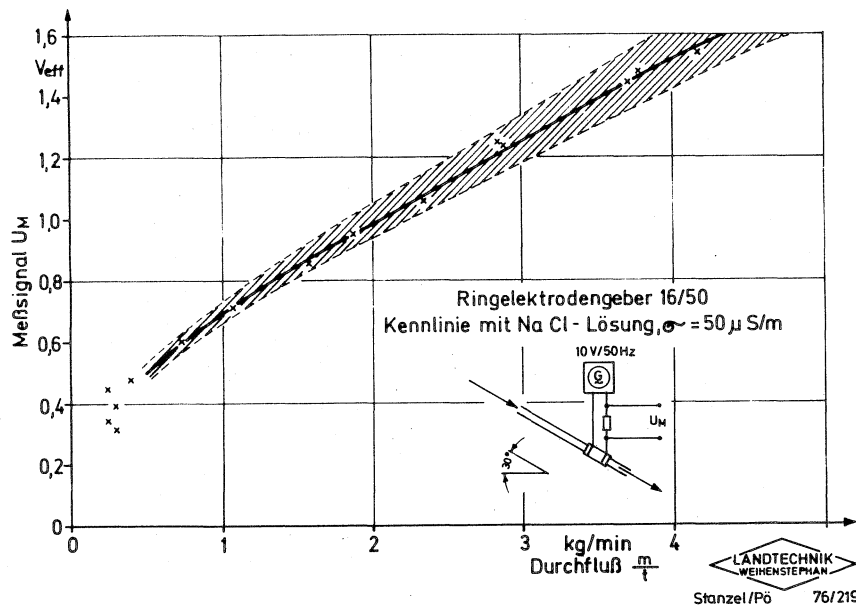


Abbildung 3: Kennlinie des Ringelektrodengebers 16/50 bei unterschiedlichem Milchfluß

Störgrößen im Dauerversuch (Februar 1975 - Juni 1976)

Das Meßsignal - der Leitwert der Milch zwischen den Elektroden - ist abhängig von der Leitfähigkeit der Milch. Eine Änderung dieses Wertes geht direkt in das Meßsignal ein. So täuscht eine höhere Leitfähigkeit einen höheren Milchfluß vor. In der Literatur werden die Werte der Leitfähigkeit mit 30 bis 100 $\mu\text{S}/\text{m}$ angegeben. Diese Streubreite würde die Durchflußmessung über den Ringelektrodengeber mit einer Unsicherheit von rund 50 % des Meßwertes belasten.

Bei der Herde in unserem Versuchsstall ist die Streuung jedoch viel geringer. Bei Messungen zeigte sich, daß der Einflußfaktor Temperatur vernachlässigbar klein ist. An der Meßstrecke hat die Milch nämlich immer noch die Eutertemperatur der Kuh, die während der Melkzeit höchstens um 0,1 K schwankt. An Temperaturdifferenzen zwischen gesunden Kühen konnten nur + 1 K um den Mittelwert von 37,5° C beobachtet werden. Mineralstoff-, Eiweiß- und Fettgehalt der Milch wiesen dagegen größere Streubreite auf, so daß im Beobachtungszeitraum von Februar bis Oktober 1975 eine Streuung der elektrischen Leitfähigkeit von 6 % um den Mittelwert von 56 $\mu\text{S}/\text{m}$ zu verzeichnen war. Kranke Tiere wiesen natürlich auch Werte bis 75 $\mu\text{S}/\text{m}$ auf. Bei gesunden Tieren kann jedoch damit gerechnet werden, daß der Ringelektrodengeber den Milchfluß mit einer Meßunsicherheit von etwa 10 % wiedergibt. Damit ist er zwar zur quantitativen Erfassung der Milch ungeeignet. Das Meßsignal kann aber die Ansprüche an eine Führungsgröße für die Steuerung der Melkparameter voll befriedigen.

Weitere Störeinflüsse konnten nicht beobachtet werden. Zum Beispiel änderte sich der Isolationswiderstand während eines Jahres Dauer-einsatz nur von $6 \cdot 10^{10} \Omega$ auf $2 \cdot 10^6 \Omega$, was keinerlei Einfluß auf die Meßunsicherheit nimmt. Auch konnte keine Beeinträchtigung des Gebers durch Spülmittel beobachtet werden.

3. Pulsatoren

Die am Markt erhältlichen Pulsatoren arbeiten im Oszillatoren aus zwei NPN-Transistoren oder neuerdings auch mit integrierten Schaltungen, die auch bei wechselnden Temperaturen und Speisespannungen frequenzstabil arbeiten (z.B. RC 555). Die Parameter Pulsfrequenz und Pulsverhältnis werden dabei durch die Wahl bestimmter RC-Zeitglieder festgelegt. Allen Fabrikaten gemeinsam ist, daß das Pulsverhältnis nicht unabhängig von der Frequenzeinstellung ist und umgekehrt. Für den kontinuierlich gesteuerten Pulsator hat das entscheidende Nachteile, weil damit die Wahl der gewünschten Kennlinien sehr stark eingeengt wird.

Für die steuerbare Melkanlage wurde deshalb ein neuer Pulsgenerator mit der integrierten TTL-Schaltung 74123 gebaut. Er besteht aus zwei nachtriggerbaren, monostabilen Kippstufen mit Rücksetzeingängen. Mit der ersten Stufe wird die Frequenz bestimmt, die sich im Bereich 30 ...90 Pulse/min steuern läßt. Unabhängig davon kann in der zweiten Stufe die Einschaltphase von 400 bis 1000 ms verändert werden. Dieser Pulsgenerator wird in der unten beschriebenen Melkanlage eingesetzt.

Für Laborzwecke wurde ein weiterer Pulsgenerator zur Ansteuerung von 4 Magnetventilen gebaut, bei dem sich Pulsfrequenz, Pulsverhältnis und der Schaltzyklus der Ventile digital einstellen lassen (Abb. 4). Dieser Generator arbeitet auf Grund der angewandten Digitaltechnik sehr stabil, die Pulsfrequenz ist in 14 Stufen von 30 bis 90 Pulsen/min, das Pulsverhältnis in 8 Stufen von 0,1 bis 0,8 einstellbar. Die Magnetventile können gleichzeitig oder in Zweiergruppen oder gegeneinander um das 0,1- bis 0,2-fache einer Periode versetzt angesteuert werden.

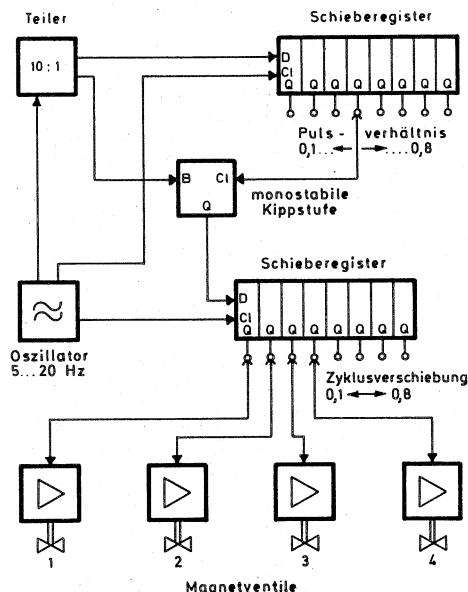


Abbildung 4: Pulsgenerator mit einstellbarer Pulsfrequenz, Pulsverhältnis und Zyklusverschiebung

4. Programmgesteuerte Melkanlage

Steuergerät

Das Funktionsmodell einer gesteuerten Melkanlage wurde für einen Melkplatz ausgelegt und am Veitshof erprobt. Es enthält die Steuerung des Melkvakuums, der Pulsfrequenz und des Pulsverhältnisses (Abb. 5).

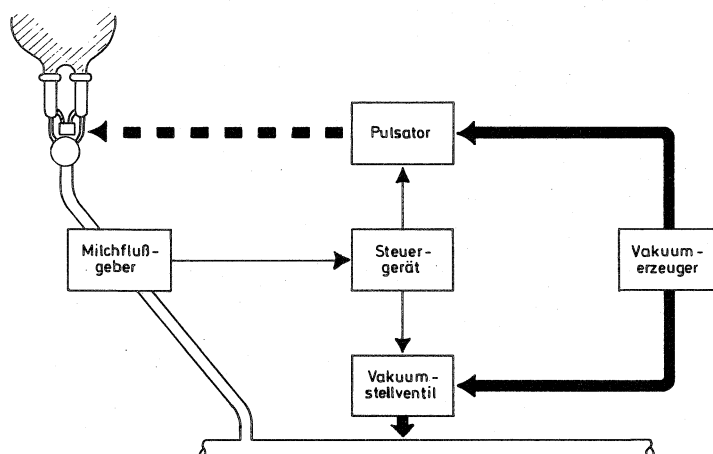


Abbildung 5: Blockschaltbild der gesteuerten Melkanlage

Als Führungsgröße dient einmal der Milchfluß, der über den Ringelektrodengeber erfaßt wird, zum anderen ein Sollwertspeicher (Abb. 6). Über ein Zeitrelais kann jede der Führungsgrößen von Hand angewählt werden. Bei der Meßschaltung für die Ringelektroden

konnte der Tiefpaßfilter entfallen, weil die nachfolgenden Stellantriebe Tiefpaßwirkung haben. Stellglied für Pulsfrequenz und Pulsverhältnis ist ein Motorpotentiometer, das die zeitbestimmenden Widerstände für den Pulsgenerator verstellt. Als Pulsator dient ein Magnetventil.

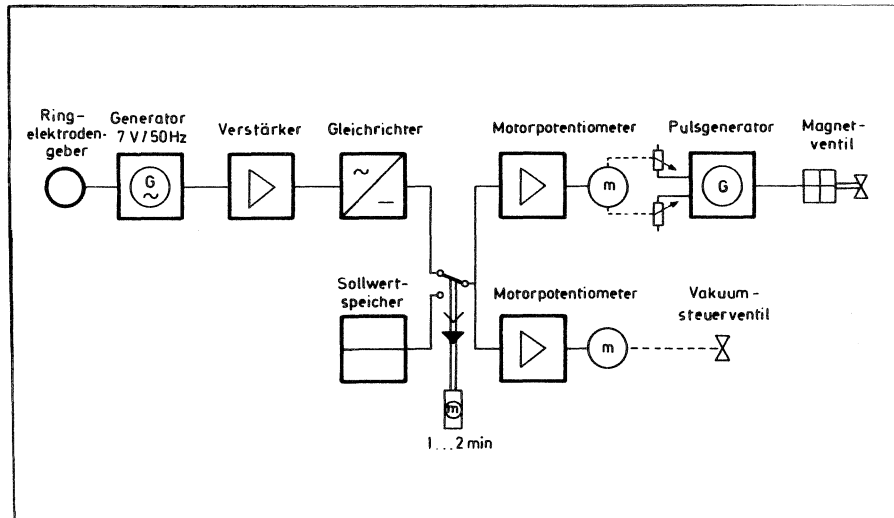


Abbildung 6: Steuergerät zur Steuerung von Pulsfrequenz, Pulsverhältnis und Vakuum nach Zeit und Milchfluß

Vakuumsteuerung

Das Vakuum wird von einer Pumpe mit einer Kapazität von 200 l/min erzeugt. Zur Steuerung des Melkvakuums dient ein handelsübliches Vakuum-Regelventil mit Servoregelung. Die Verstellung des Vakuums bewirkt ein Motorpotentiometer über die Sollwertstellschraube des Regelventils; damit ist der Verstellbereich festgelegt von 0,3 bis 0,6 bar.

Programmsteuerung

Die entwickelte Funktionsanlage läßt verschiedene Steuerprogramme zu. In Abb. 7 ist als Beispiel die Kennlinie des Steuerprogramms II (95) dargestellt. Hier ist auch eine Anfangsphase vorgesehen, die durch Knopfdruck gestartet wird. Erst nach der vorgewählten Zeit oder nach Erreichen einer vorgegebenen Grenzwert schaltet die Anlage auf Milchflußsteuerung um.

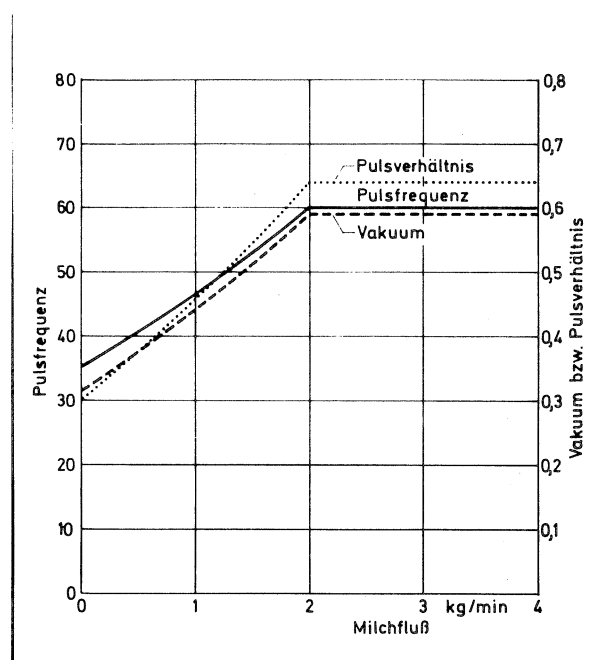


Abbildung 7: Kennlinien der Melkanlage bei Steuerung nach Milchfluß

5. Untersuchungen zur Vakuumpplikation in verschiedenen Milchentzugsystemen

Methodische Vorarbeiten

Die Untersuchungen zur technischen Optimierung verschiedener Milchentzugssysteme erfordern umfangreiche Laboranlagen, deren Bau auf Anregung der Gutachter verstärkt vorangetrieben wurde. Diese Anlagen wurden im eigenen Haus entwickelt und sind vorrangig zur Analyse der Faktoren im Melkzeubereich ausgelegt.

Im einzelnen sind installiert:

Doppeltes unabhängiges Vakuumsystem mit Pumpen von 500 l/min und 200 l/min Kapazität zur Versorgung aller Melksysteme mit und ohne Milch-Lufttrennung; verschiedene Regelventile und Manometer zum alternativen Einsatz; alternativ hoch- oder tiefverlegte milchableitende Systeme mit Milchförderpumpe und ein im Haus gefertigter Pulsgenerator (siehe Abb. 4).

In Anlehnung an THIEL wurde ein Zitzenmodell gefertigt, dessen wesentliches Merkmal ein um 20° von der Vertikalen abweichender Flüssigkeitsaustritt ist.

Dadurch wird der Auslaß periodisch vom kollabierenden Gummi verschlossen und ein Fließverhalten in Abhängigkeit von der eingesetzten Pulsierung erreicht (Abb. 8).

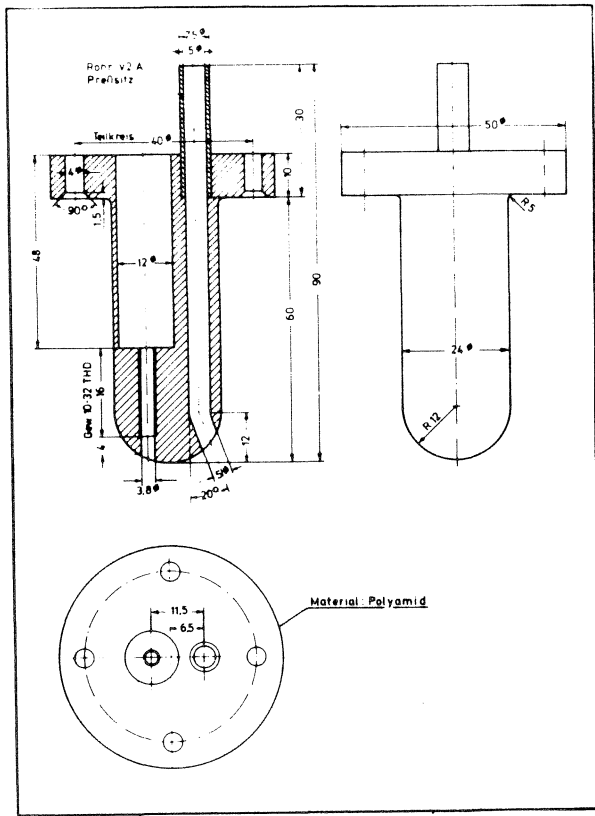


Abbildung 8:
Zitzenmodell für Labormessungen

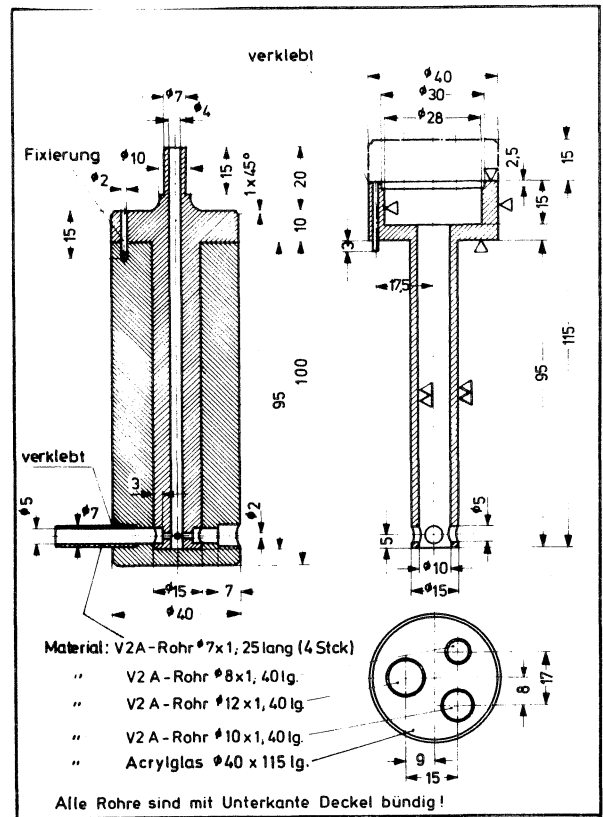


Abbildung 9:
Flüssigkeitsverteilvorrichtung
für Zitzenmodell

Neu entwickelt wurde auch eine Flüssigkeitsdosier- und -verteil-
einrichtung (Abb. 9), die auf dem Prinzip des freien Auslaufes aus
einem Gefäß basiert und den Flüssigkeitsstrom auf die vier Viertel
des Zitzenmodells mit einer mittleren Abweichung von unter 2 %
verteilt.

Für die Versuche wurden serienmäßig Melkzeuge verwendet, die für
verschiedene Durchmesser der milchableitenden Teile und für ver-
schiedene Sammelstücke umgebaut wurden. Die Bewegung des Zitzen-
gummis wird über 2 Lichtschranken zur Erfassung der Milchflußphase
festgehalten. Parallel dazu erfolgt die Druckaufzeichnung an den
Punkten Zitzenspitze (2 x), Pulsraum (2 x) und Sammelstück (1 x).
Das Nennvakuum wird konstant vorgegeben.

Der Ablauf der Laboruntersuchungen ist in folgender Übersicht zusammengefaßt:

Ziel

Minimierung der Vakuumschwankungen an der Zitzenspitze.
Betriebsvakuum in der Anlage identisch mit Vakuum an der Zitze.
Pulsierung identisch mit Zitzengummibewegung (Milchflußphase)

Geprüfte Einflußfaktoren

(Zweiraum- und Einraum-Zitzenbecher)
Flüssigkeitsdurchsatz 0-6l/min
Vakuumhöhe 30-70 kPa
Niedrig/hochverlegte Milchleitung
kurze Milchschräuche 8-14 mm i.D.
langer Milchschräuch 14-19 mm i.D.
Sammelstückvolumen 150 und 800 ml
Position des Lufteinlasses
ohne Milch-Luft-Trennung
mit Milch-Luft-Trennung
Abscheider im Sammelstück und davon getrennt

zusätzlich für Zweiraum-Zitzenbecher

Pulsfrequenz 30-90 DT/min
Pulsverhältnis 20-80 %
Pulsierung simultan
 alternierend
 sequenziell
Flankenwinkel der Pulskurve steil/flach

Datenerfassung und -auswertung

2 x Druckmessung Zitzenspitze
2 x Druckmessung Pulsraum
1 x Druckmessung Sammelstück
1 x Betriebsvakuum konstant vorgegeben
2 x Zitzengummibewegung

Lichtstrahloszillograph

Ablochliste
EDV

Versuchsauswertung

Der Ablauf der Auswertung wird anhand des nachstehenden schematisierten Oszillogramms erläutert:

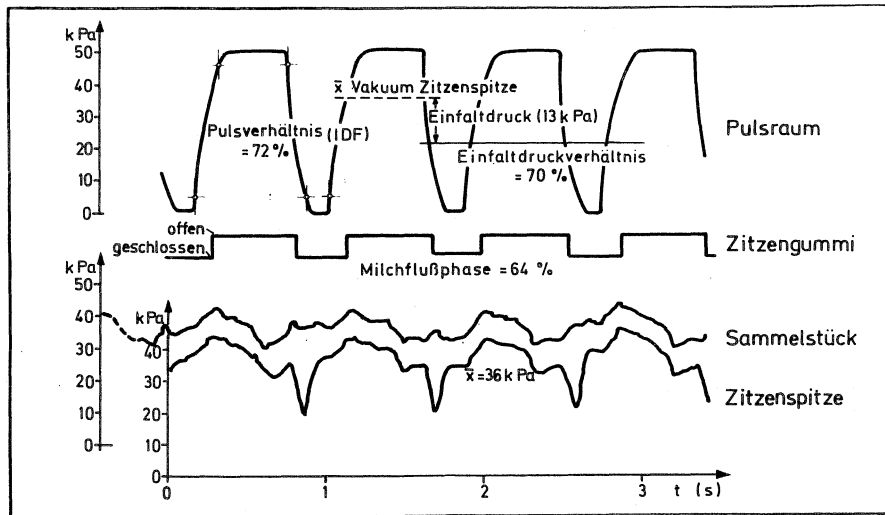


Abbildung 10: Vakuum und Pulsierung im Melkzeug
(Flüssigkeitsdurchsatz 3 l/min)

Die obere Kurve zeigt den zyklischen Druckwechsel im Pulsraum zwischen 0 und 50 kPa. Darunter befindet sich das Signal der Lichtschranke. Die obere Signalstellung zeigt den mehr als halb geöffneten, die untere den mehr als halb geschlossenen Zitzengummi und damit die Milchflußphase. Dann folgen die Vakuumverhältnisse im Sammelstück und an der Zitzenspitze. Im Original-Oszillogramm können alle Druckaufzeichnungen direkt in Millimeter abgelesen und in kPa ausgedrückt werden (1 mm = 1 kPa). Weiterhin sind zur Sicherung der Meßwerte alle Meßstellen doppelt unabhängig besetzt.

Die Kanäle 1 und 2 dienen der Überwachung der Pulsierung und ermöglichen eine Zuordnung von Vakuumverlauf (z.B. an der Zitzenspitze) und Pulsierung. Die Milchflußphase wird aus den Lichtschrankenimpulsen durch Ausmessen der Strecken und Bildung des Quotienten direkt aus dem Oszillogramm errechnet. Auf diese Weise ist die genaue Erfassung des steilen Flankenanstiegs sichergestellt. Die Vakuumverhältnisse an der Zitzenspitze und im Sammelstück werden im Oszillogramm auf etwaige Störungen und Fehler sorgfältig überprüft, planimetriert und mit Hilfe eines Taschenrechners auf Mittelwert und Standardabweichung ausgewertet. Zusätzlich werden Minimum, Maximum und Schwankungsbreite abgelesen und der Pulskurve zeitlich zugeordnet. Alle Werte werden in eine auch als Laborprotokoll dienende Ablochliste eingetragen, auf deren Basis die Gesamtauswertung mit Hilfe der EDV erfolgen soll.

Vorläufige Ergebnisse

Auf Grund umfangreicher Vorarbeiten und Investitionssperren können bisher nur einige Eckergebnisse vorgelegt werden.

Vakuumverhältnisse bei verschiedener Milchabscheidung in hoch- bzw. tiefverlegter Milchleitung (Abb. 11)

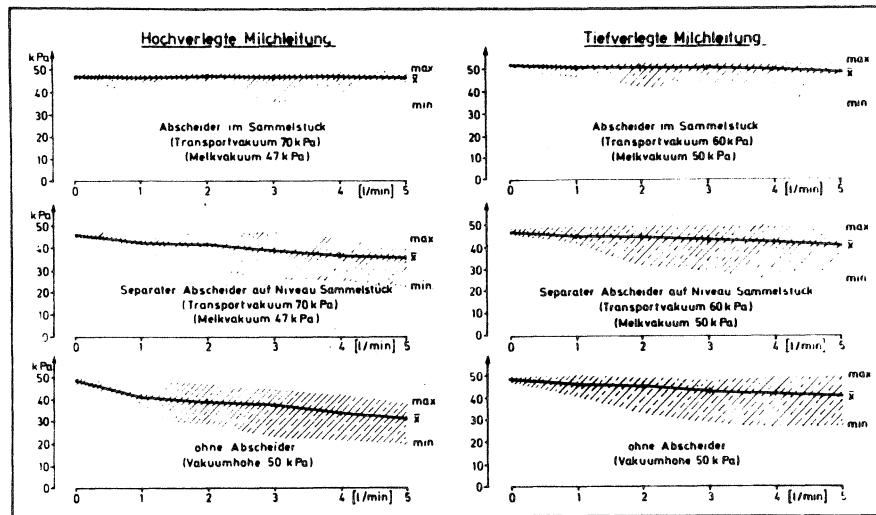


Abbildung 11: Mittelwert und Extreme des Vakuums an der Zitze bei verschiedenen Melksystemen (60 DT/min.70% alternierend)

Ergebnisse:

1. Anlagen mit tiefverlegter Milchleitung haben ein durchschnittlich um 10 kPa höheres Vakuum gegenüber hochverlegter Leitung, da der Höhentransport der Milch entfällt; die zyklischen Vakuumschwankungen sind nahezu unabhängig vom Typ der Gesamtanlage.
2. Die Trennung von Milch und Luft direkt im Sammelstück hält auch bei hochverlegter Milchleitung das durchschnittliche Vakuum auf der Nennhöhe. Die Vakuumhöhe ist nahezu unabhängig vom Flüssigkeitsdurchsatz und die zyklischen Schwankungen werden gemindert. Eine weitergehende Abschwächung zyklischer Schwankungen ist nur im Rahmen der auch für normale Melkanlagen erforderlichen zielstrebigem Optimierungsarbeiten am unmittelbaren Melkzeugbereich zu erwarten.
3. Eine Abscheidung getrennt vom Sammelstück, die hinsichtlich der Handhabung erwünscht wäre, bringt nach den bisherigen Ergebnissen nur marginale Vorteile im Vakuumverhalten gegenüber einem herkömmlichen Melksystem. Konstruktive Verbesserungen am Abscheider und dem milchableitenden System sind wegen der grundlegenden Bedeutung der Handhabung einer Melkeinheit systematisch zu analysieren.
4. Bei tiefliegender Milchleitung wird man wahrscheinlich auch in Zukunft ohne Abscheider arbeiten können, speziell, wenn generell die Strömungsverhältnisse im Melkzeugbereich verbessert und damit die zyklischen Vakuumschwankungen gemindert werden können.

Analog zur alternierenden Pulsierung wurden Messungen am sequentiellen System durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 12 veranschaulicht:

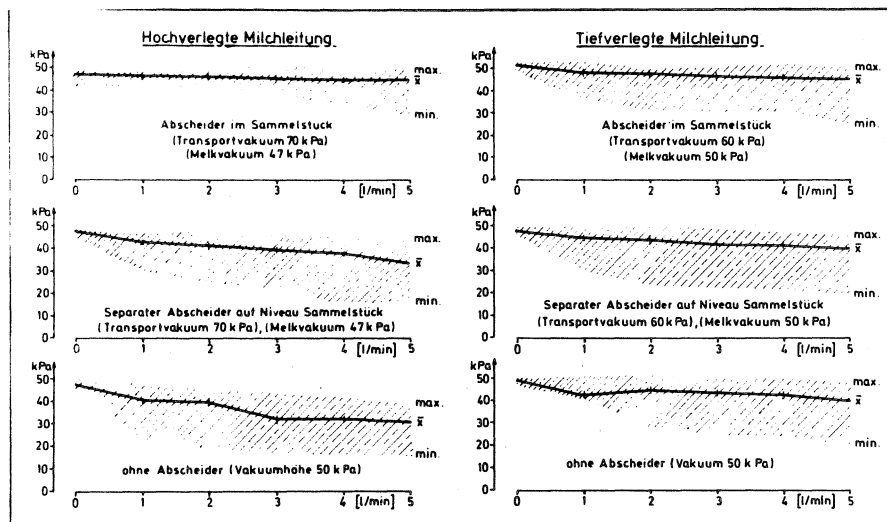


Abbildung 12: Mittelwert und Extreme des Vakuums an der Zitze bei verschiedenen Melksystemen (60 DT/min 70% sequenziell)

Es gelten grundsätzlich die gleichen Aussagen wie für alternierende Systeme, die zyklischen Schwankungen sind jedoch durch Nadelimpulse verstärkt.

Bei Änderung der Pulsierung auf 50 DT/min und 50 % erhält man in der Regel aufgrund der Phasenverschiebung nur $\frac{1}{2}$ verstärkte Vakuumschwankungen.

Die in den Abbildungen 11 und 12 enthaltenen Aussagen gelten nur bei Verwendung von kurzen Milchschräuchen mit einem Innendurchmesser von 8 mm. Verbessert man die Abflußeigenschaften des milchableitenden Systems durch Erweiterung des Durchmessers der kurzen Milchschräuche auf 14 mm iD. so ergibt sich folgendes Bild:

Vakuumverhalten an der Zitzenspitze bei verschiedenen Pulsierungssystemen (Tab. 1)

System	Lage	Flussrichtigkeitsfaktor $\frac{L}{S \cdot T}$	Pulsierungssystem											
			simultan			alternierend			sequentiell					
			XVH (kPa)	Min - Max (kPa)	S	XVH (kPa)	Min - Max (kPa)	S	XVH (kPa)	Min - Max (kPa)	S			
konventionelle Rohrmelkanlage														
Hochliegende Milchleitung 50 kPa, 60 DT/min $a=6\%$, $b=63\%$, $c=5\%$, $d=26\%$ kurze Milchschräuche 14 mm Durchmesser	0	0	48,8	43-50	1,99	48,5	46-50	1,44	49,3	48-50	0,55			
	1	1	40,7	32-47	3,23	41,2	38-44	1,25	41,0	38-44	1,25			
	2	2	37,4	26-45	4,41	38,0	33-43	2,38	36,8	33-42	2,63			
	3	3	33,0	23-40	4,58	33,3	28-39	3,00	32,8	29-38	2,99			
	4	4	29,3	15-36	7,21	28,7	23-35	3,26	28,3	20-34	4,27			
	5	5	24,3	12-35	6,55	24,0	16-33	4,83	24,2	16-31	4,86			
Tiefliegende Milchleitung (Faktoren wie oben)	0	0	49,5	44-50	1,48	49,4	47-50	1,02	49,6	49-50	0,55			
	1	1	45,7	36-49	3,39	45,9	40-49	2,49	45,9	43-49	1,49			
	2	2	43,8	34-49	3,85	42,8	38-48	2,83	43,8	40-47	1,74			
	3	3	41,5	32-48	3,93	42,2	36-47	2,32	41,9	40-45	1,40			
	4	4	40,5	28-48	4,59	40,7	34-44	2,52	39,7	35-44	1,91			
	5	5	37,3	24-47	4,80	37,2	32-40	1,14	36,9	31-41	2,50			

Folgerungen

1. Die zyklischen Vakuumschwankungen sind bei simultaner Pulsierung generell wesentlich größer als bei alternierender.
2. Die sequentielle Pulsierung senkt bei Kombination mit tief-
liegender Milchleitung die Breite der zyklischen Schwankungen
unter die Werte bei alternierender Pulsierung. Diese Beobach-
tung steht im Gegensatz zu den Verhältnissen bei kurzen Milch-
schläuchen mit 8 mm i.D., wie sie in den Abbildungen 12 und 13
dargestellt sind.
3. Die durchschnittliche Vakuumbreite ist trotz unterschiedlich hoher
zyklischer Schwankungen praktisch unabhängig vom Pulsierungs-
system.
4. Die durchschnittliche Vakuumbreite ist näher am Nennvakuum bei
tief-
liegender Milchleitung verglichen mit einer hochverlegten.
5. Die durchschnittliche Vakuumbreite in Verbindung mit 14 mm i.D.
der kurzen Milchschräuche ist generell etwas niedriger als bei
Verwendung von Milchschräuchen mit 8 mm i.D.. Das wird großen-
teils auf schlechtere Durchmischung von Flüssigkeit und Luft
im milchableitenden System und somit massivere Pfropfenbildung
zurückgeführt.

Veröffentlichungen:

- (1) Schön, H. Erarbeitung von Grundlagen zur optimalen
Pen, C.L. Gestaltung des maschinellen Milchentzuges
Stanzel, H.: durch programmgesteuerte Melkmaschinen
Arbeitsbericht über das DFG-Forschungs-
vorhaben We 519/3, Weihenstephan 1974
- (2) Stanzel, H. Zur Entwicklung milchflußgesteuerter Melk-
Pen, C.L.: anlagen mit elektronischer Steuerung
Schriftenreihe Landtechnik Weihenstephan
(1975) H 8, S. 12 - 19
- (3) Pen, C.L. Durchflußmessung unregelmäßiger Flüssig-
Meiering, A. keitsströme mit Ringelektroden für pro-
Stanzel, H. grammgesteuerte Melkanlagen
Schön, H.: Grundlagen der Landtechnik Bd 25 (1975)
H. 2, S. 42 - 48
- (4) Schön, H. Melktechnik
Reuschenbach, H.
Schams, D. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan
Stanzel, H. (1975) H. 4, S. 55 - 65
Weber, W.
Worstorff, H.:

- (5) Tolle, A.
Reichmuth, J.
Worstorff, H.
Hamann, J.: Konventionelle Melkanlagen und das Infektionsrisiko der bovinen Milchdrüse. Bericht über Landwirtschaft Sonderheft 190 S. 15 - 50 (1975)
- (6) Worstorff, H.
Weber, W.: Stiefkind Melkanlage Traktor Aktuell, Wien 1, (1976) S. 16 - 18
- (6a) Worstorff, H.
Weber, W.: Nachdruck von Nr. 6 in Landmaschinen, Handwerk und Handel, Wien 1976 im Druck
- (7) Stanzel, H.: Pulsgenerator mit einstellbarer Pulsfrequenz, Pulsverhältnis und Zyklusverschiebung Institutsbericht Landtechnik Weihenstephan (1976)
- (8) Worstorff, H.: Einfluß von Vakuumschwankungen in Melkanlagen auf Pulsierung und Eutergesundheit Landtechnik (1976) im Druck
- (9) Worstorff, H.
Stanzel, H.: Untersuchungen zur Bewegung des Zitzen-gummis in Abhängigkeit von Einfaltdruck, Pulsogramm und Vakuumhöhe in Melkanlagen Grundlagen der Landtechnik (1976) im Druck

Vorträge:

- (1) Worstorff, H.: Biotechnische Probleme und einige Entwicklungstendenzen des maschinellen Milchentzuges Seminarvortrag am 28.1.1976 TU München - Weihenstephan
- (2) Worstorff, H.: Die Bedeutung des Nachgemelkes als Parameter beim maschinellen Milchentzug Vortrag auf Einladung des Bayer.Landwirtschaftsministeriums, Grub 26.3.1976
- (3) Worstorff, H.: Mechanical Factors in the Milking Plant affecting the Level of Free Fatty Acids in Milk Seminarvortrag auf Einladung der Alfa-Laval AB Tumba, Schweden am 21.5.1976
- (4) Worstorff, H.: Vakuumstabilität Seminarvortrag auf Einladung der Alfa-Laval AB Tumba, Schweden am 21.5.1976

Wissenschaftliche Kontakte

Prof.Gravert, Bundesanstalt für Milchforschung, Kiel

Prof.Rabold, Universität Hohenheim

Ir.Rossing, Wageningen

Ir.Brandsma, Zeist

Prof.Claesson, Universität Uppsala

Prof.Kerving, Universität Ljubljana

Prof.Neumeister, Tierärztliche Hochschule Wien

Prof.Sagi, Technion Haifa

Teilprojekt G 5

Die optimale Gestaltung des Melkarbeitsplatzes und Felduntersuchungen beim Einsatz programmgesteuerter Melkanlagen

Leiter: Dr. H. Schön, akad. Oberrat
Institut für Landtechnik
8050 Freising, Vöttingerstr. 36
Tel. 08161/71442

Mitarbeiter: Auernhammer, H., Dr. agr.

Antrag vom 5.4.1976 S. 165 - 171

1. Allgemeine Bemerkungen

Dieses Teilprojekt wurde bis zum Juli 1975 durch ein Arbeitsvorhaben des KTBL über den "Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge in der Praxis" finanziert. Dadurch konnten innerhalb des Forschungsverbundes wertvolle Vorarbeiten geleistet werden. Zur optimalen Gestaltung des Melkarbeitsplatzes wurden im Berichtszeitraum lediglich erste methodische Vorarbeiten mittels der Bewegungselementmethode gemacht. Auf Anraten der Gutachter wurden dafür erste Felduntersuchungen über den Einsatz programmgesteuerter Melkanlagen vorgezogen.

2. Verfahrenstechnische Untersuchungen über teilautomatisierte Melkzeuge in der Praxis

Zur Zeit sind 13 verschiedene Modelle teilautomatisierter Melkzeuge auf dem Markt. Ausgewählte technische Systeme wurden bei technischen und arbeitswirtschaftlichen Einsatzversuchen in der Praxis überprüft. Bei den technischen Einsatzversuchen wurden die Vakuumverhältnisse an der Zitzenspitze, Vakuumschwankungen bei verschiedenen Gebersystemen und die Eignung verschiedener Abnahmevorrichtungen geprüft. Alle derzeit auf dem Markt befindlichen Gebersysteme arbeiten nach dem Staukammerprinzip. Reinigung und Funktionstüchtigkeit sind im allgemeinen befriedigend, allerdings werden die Vakuumschwankungen spürbar verstärkt (Abb. 1).

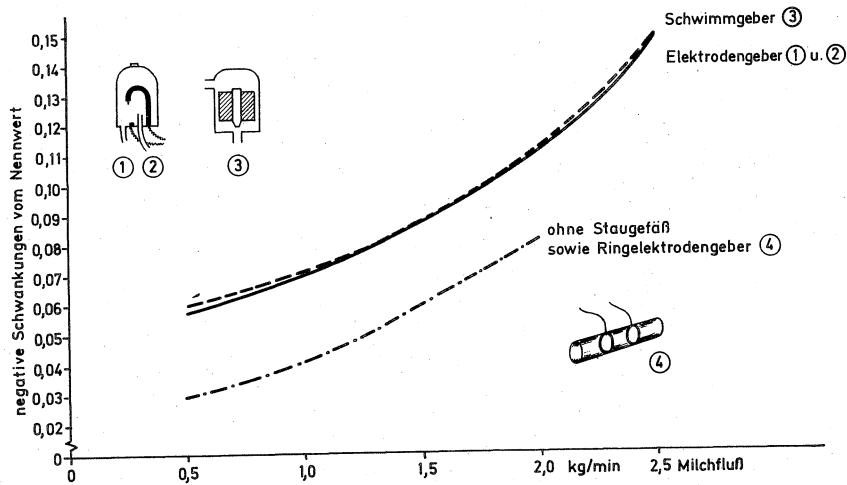


Abbildung 1: Vakuumschwankungen im Milchsammelstück in Abhängigkeit vom Milchfluß in der Praxis bei verschiedenen Milchflußindikatoren (Melkvakuum-Nennwert = 0,5 bar; Einsatz im Versuchsmelkstand)

Durch den in Teilprojekt G 4 neu entwickelten Ringelektrodengeber im Milchschauch konnten diese Schwankungen vermieden werden. Speziell bei den Abnahmeautomaten wurde das Vakuumabsperssystem und die Abnahmekinematik untersucht. Bei dem Vakuumabsperssystem zeigte sich, daß mit Schlauchklemmen oder Absperrventile im Milchschauch nur ein zögernder Vakuumabbau an der Zitzenspitze möglich ist, was u.a. mitverantwortlich für das "Abrupfen" der Melkzeuge ist (Abb. 2).

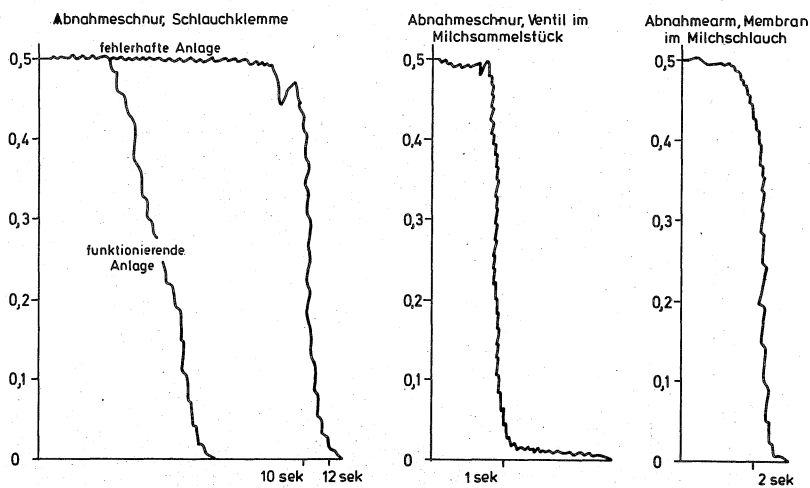


Abbildung 2: Vakuumabbau im Milchsammelstück bei unterschiedlichen Melkzeugabnahmevorrichtungen

Günstig zu beurteilen sind Vakuumabsper- und Lufteinlaßventile im Milchsammelstück. Bei den arbeitswirtschaftlichen Umstellungsversuchen wurden in 6 Anbindeställen und 7 Melkständen vor und nach der Umstellung auf teilautomatisierte Melkzeuge Arbeitsstudien durchgeführt. Dabei wurden die Daten nach der in Teilprojekt A 1 erarbeiteten Methode statistisch ausgewertet und in einem Datenpool gespeichert. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Abb. 3 u. 4 wiedergegeben.

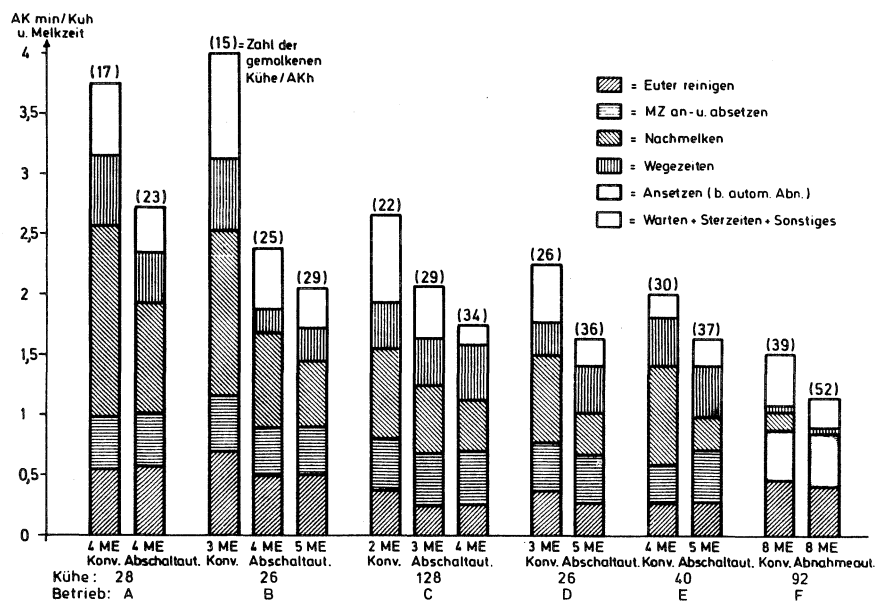


Abbildung 3: Umstellungsversuche im Anbindestall

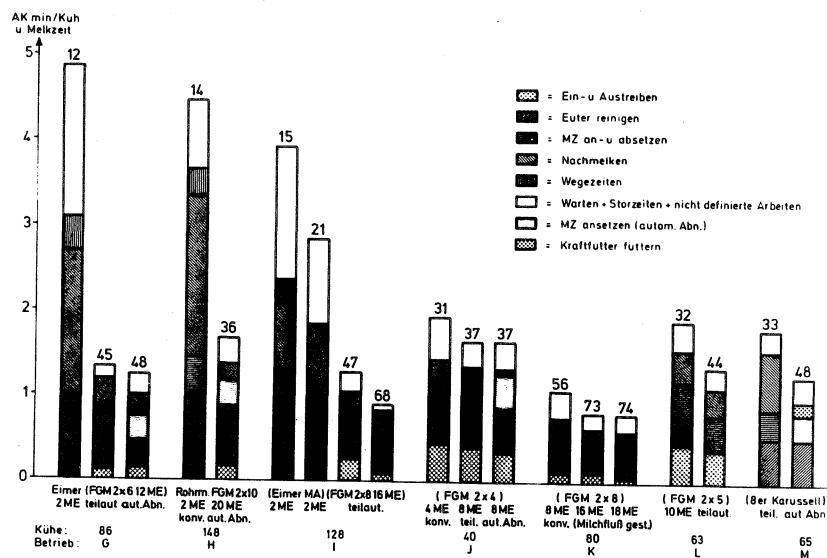


Abbildung 4: Umstellungsversuche im Melkstand

In den meisten Betrieben konnte durch den Einsatz teilautomatisierter Melkanlagen die Arbeitsleistung beim Melken verdoppelt werden. In einzelnen Betrieben konnten dabei folgende Erfahrungen gemacht werden:

- a) Ein arbeitswirtschaftlicher Erfolg teilautomatisierter Melkanlagen ist nur bei vorhergehender technischer Sanierung der Melkanlagen und bei kürzeren Routinearbeitszeiten möglich.
- b) Teilautomatisierte Melkanlagen ermöglichen trotz unterschiedlicher Milchflußzeiten einen rationellen, gleichmäßigen Arbeitsablauf beim Melken, wobei sich gleichzeitig die Arbeitswege verkürzen.
- c) Höhere Arbeitsleistungen beim Melken sind nur mit einer größeren Zahl von Melkzeugen je AK zu erzielen. Im Anbindestall sind mindestens 4 Melkeinheiten, im Melkstand mindestens 10 Melkeinheiten je Arbeitskraft notwendige Voraussetzung.
- d) Eine automatische Melkzeugabnahme ist bei allen Tieren mit höherem Nachgemelk, insbesondere bei Fleckvieh, vorerst problematisch.
- e) Trotz doppelter Melkzeugzahl je Arbeitskraft konnte keine Beeinträchtigung der Eutergesundheit und Milchleistung beobachtet werden (Abb. 5).

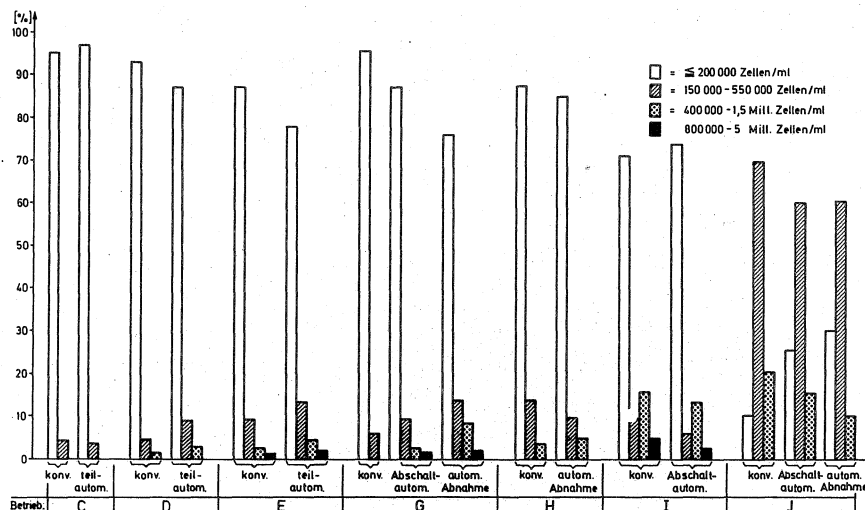


Abbildung 5: Zellgehalt der Milch in den einzelnen Euterviervierteln vor und nach der Umstellung auf Abschaltautomaten bzw. Abnahmeautomaten

Die praktischen Umstellungsversuche konnten durch arbeitswirtschaftliche Untersuchungen mit stochastischen Simulationsmodellen im früheren Teilprojekt G 7 ergänzt werden. Folgende arbeitswirtschaftliche und ökonomische Zuordnung der einzelnen Systeme teilautomatisierter Melkzeuge wird auf Grund dieser Untersuchungen vorgeschlagen:

	gemolkene Kühe/Kapitalbedarf DM Stunde u. AK (Masch.+spez.Geb.)	empfohlen für Her- den von bis ... Kühen
Eimermelkanlage 2 ME	8 - 15 6000	5 - 15
Rohrmelkanlage 3 ME	15 - 25 10000	12 - 25
Rohrmelkanlage 4-5 Abschaltautomaten	25 - 40 15000	25 - 45
Fischgrätenmelkstand 2x5-2x6 Buchten 10-12 Abschaltauto.	40 - 60 40000 - 50000	40 - 100
Fischgrätenmelkstand 2x6-2x8 Buchten 12-16 Abnahmeautom.	50 - 75 55000 - 75000	80 - 150
Melkkarussell 12-14 Buchten Abnahmeautomaten	60 - 90 115000 - 145000	ab 120 Kühe

3. Felduntersuchungen über den Einsatz programmgesteuerter Melkanlagen

Die ersten Einsatzversuche mit programmgesteuerten Melkanlagen sind als astversuche anzusehen, wobei sich zwangsläufig eine Vielzahl technischer und methodischer Schwierigkeiten ergaben. Die Versuche wurden im Versuchsmelkstand Veitshof, mit jeweils viermaliger Wiederholung durchgeführt. Neu eingebaute Signallampen zwingen den Melker zu einer festgelegten und standardisierten Arbeitsroutine. Die Ausgangsparameter waren bei allen Versuchen:

50 kPa, 60DT/min., 60 % Saugtanteil.

Einsatzversuch A: 6 Kühe; 8 Melkversuche

Steuer-Programm: Anfangsphase: 1 min; 70 DT/min; PV = 55 %
 Steuerprogramm: 0 kg/min: 24 DT/min; PV = 35 %
 (linear) 3,5 kg/min: 104 DT/min; PV = 70 %
 konstant 50 kPa

Ergebnisse:

Ø Werte je Kuh u. Melker	konv.Melkanlage		programmng.Melkanl.		Unterschiede bei S = 95 %
	X	S	X	S	
Milchmenge (kg)	8,41	2,57	8,66	2,49	-
Gemelkzeit (min)	8,77	2,02	7,55	1,33	-
Masch.Hauptge- melk (kg)	8,01	2,56	8,46	2,53	-
Masch.Hauptgemelk- zeit (min)	6,58	1,54	6,41	1,41	-
Masch.Nachgemelk(kg)	0,29	0,11	0,12	0,06	XX
Masch.Nachgemelkzeit (min)	1,04	0,64	0,37	0,10	XX
Fließgeschw. $\frac{MHG}{MHZ}$ (kg/min)	1,21	0,14	1,31	0,20	-
höchstes Minutenge. (kg/min)	1,97	0,31	1,99	0,35	-
Ø Minutengemelkzeit (kg/min)	1,09	0,13	1,25	0,20	XX

Folgerungen:

Bei diesem Vergleichsversuch konnte eine deutliche Verringerung des masch. Nachgemelkes erzielt werden. Eine Verkürzung des Melkvorganges und eine Steigerung des Milchflusses konnte aber nicht erzielt werden, da sich besonders bei der Vormelkphase keine Verbesserung ergab. Bei schwachmelkenden Tieren erwies sich zudem die vorgegebene Anfangsphase des Steuerprogramms als zu kurz.

Einsatzversuch B: 8 Kühe, 8 Melkversuche

Steuer-Programm: Anfangsphase: 2 min; 60 kPa; 60 DT/min;
PV = 40 %

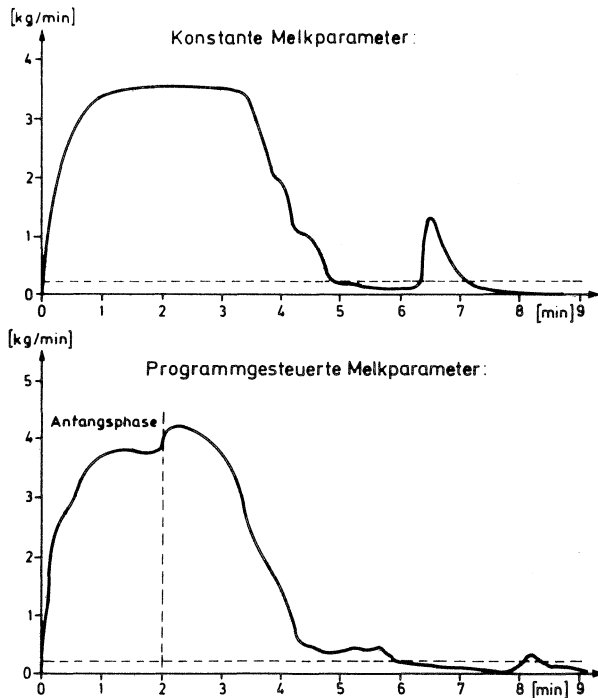
Steuerprogramm bei 200 g/min:
(linear) 30 kPa, 35 DT/min; PV = 30 %

bei 2 kg/min:
60 kPa; 60 DT/min; PV = 70 %

Ergebnisse:

Ø Werte je Kuh u. Melken	X	S	X	S	Unterschiede bei S = 95 %
Gemelkmenge (kg)	9,82	3,16	9,26	2,66	-
Gemelkzeit (min)	9,00	1,84	8,91	1,17	-
Masch.Hauptgemelk (kg)	9,28	3,17	8,84	2,74	-
Masch.Hauptgemelkzeit (min)	6,60	1,78	6,64	1,59	-
Masch.Nachgemelk (kg)	0,46	0,19	0,24	0,15	XX
Masch.Nachgemelkz. (min)	1,31	0,25	0,83	0,46	XX
Fließgeschw. $\frac{MH}{NHZ}$ (kg/min)	1,42	1,39	1,37	0,35	-
höchstes Minutenge- melk (kg/min)	2,36	0,67	2,58	0,74	-
Ø Minutengemelk (kg/min)	1,23	0,32	1,21	0,33	-

Beispiel einer Milchflußkurve vor und nach der Umstellung auf programmgesteuerte Melkanlage (Kuh Rowido)



Vor der Umstellung
(50 kPa; 60 DT/min;
PV = 60 %)

nach der Umstellung
(Anfangsphase 2 min:
60 kPa; 60 DT/min; PV=40 %)
Hauptphase: 60 - 30 kPa,
60 - 35 DT/min; PV 20 - 30 %

Abbildung 6: Milchflußkurve der Kuh "Rowido"

Folgerungen:

Auch bei diesem Vergleichsversuch konnte eine Verringerung des maschinellen Nachgemelkes erzielt werden. Auch zeigte sich bei einigen Kühen ein höheres Minutengemelk. Verbesserungsbedürftig ist die Anfangsphase. So ist die Regelung des Vakuums noch zu stark zeitlich verzögert. Weiterhin sind bei einigen Tieren "Zacken" in der Milchflußkurve beim Übergang von der Vor- zur Hauptmelkphase festzustellen. Bei den derzeit laufenden Versuchen wird eine empfindlichere Regelung des Vakuums und eine zeitlich nicht mehr vorgegebene Anfangsphase angestrebt. Sobald durch den Milchfluß die Werte der Anfangsphase erreicht werden, wird automatisch nach der Höhe des Milchflusses gesteuert.

Veröffentlichungen:

- (1) Schön, H.: Die Technik des Milchentzuges
Tagungsbericht "Neuzeitliche Milchviehhaltung"
Weihenstephan 1974, S. 48 - 57
- (2) Schön, H.: Technische und arbeitswirtschaftliche Möglichkeiten zur Steigerung der Arbeitsleistung beim Melken
in: Tendenzen in der Landwirtschaft
ALB-Hessen Informationsbericht 25
1974 S. 37 - 52
- (3) Schön, H.
Pen, C.L.
Weber, W.
Freiberger, P.: Arbeitsverfahren des Melkens
RKL Kiel Kartei f. Rationalisierung
April/Mai 1975, S. 127 - 225
- (4) Schön, H.: Možnosli zvysovania
Produktivity práce
Modernymi dojacimi
zaviadeniami
(Möglichkeiten arbeitsw. Verbesserungen
durch moderne Melkverfahren)
Tagungsbericht Ruzomberok CSSR 1975,
S. 41 - 68
- (5) Schön, H.
Reuschenbach, H.
Schams, D.
Stanzel, H.
Weber, W.
Worstorff, H.: Schwerpunkt Landtechnischer Entwicklung -
Melktechnik
Berichte über die Jahrestagung der Landtechnik
Weihenstephan 1975
Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan
H. 15 (1975), S. 55 - 65
- (6) Schön, H.
Freiberger, P.: Verfahrenstechnische Untersuchungen über den
Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge in der
Praxis
Landtechnik (in Druck)
- (7) Wenner, H.L.: Melken - noch ein arbeitswirtschaftliches
Problem ?
in DLG Archiv 57 (1975), S. 71 - 87
- (8) Wenner, H.L.
Schön, H.: Tendenzen arbeitswirtschaftlicher Verbesserungen
beim maschinellen Milchentzug
Deutsche Molkereizeitung (in Druck)

- (9) Auernhammer, H.: Bewegungselementanalyse einiger ausgewählter landw. Arbeiten
MTM-Archiv, Hamburg 1975 (unveröffentlicht)
- (10) Schön, H.
Freiberger, F.: Verfahrenstechnische Untersuchungen über teilautomatisierte Melkzeuge in der Praxis
Abschlußbericht Weihenstephan 1975,
154 Seiten
- (11) Schön, H.
Weber, W.: Beim Melken Arbeitszeit einsparen
top agrar 3 (1974), H.6, S. R 18 - R 19
- (12) Schön, H.
Weber, W.
Freiberger, F.: Teilautomatisierte Melkzeuge
top agrar 3 (1974), H.8, S. R 2 - R 4
- (13) Schön, H.: Die Mechanisierung der Melkarbeiten auf der DLG 1974
top agrar 3 (1974), H. 10, S. R 4 - 6
- (14) Boxberger, J.
Schön, H.: Einrichtung und Zuordnung von Milchräumen
dlz 25 (1974), H. 12, S. 685 - 689
und Arbeitsblatt der ALB-Bayern 02.12.0.1
- (15) Schön, H.: Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen in der Milchviehhaltung
Landw. Wochenblatt Kurhessen-Waldeck
184 (1975), H. 4, S. 201 - 202
- (16) Schön, H.
Weber, W.
Freiberger, F.: Was bringen teilautomatisierte Melkzeuge
(Reportage über die Umstellungsversuche der Landtechnik Weihenstephan)
top agrar 4 (1975), H.4, S. R 8 - 12
- (17) Schön, H.
Weber, W.
Freiberger F.: Vergleich und Zuordnung teilautomatisierter Melkzeuge
top agrar 4 (1975), H. 4, S. R 13 - R 16
- (18) Schön, H.: Arbeitsverfahren des Melkens
die milch praxis 13 (1975), H. 3, S. 47
- (19) Schön, H.: Tendenzen der Mechanisierung des Melkens
Allgäuer Bauernblatt 1975 H. 36, S. 1240 - 1244

- (20) Boxberger, J. Fischgrätenmelkstände
 Schön, H. ALB-Arbeitsblatt 02.14.01 (1975)
 Weber, W.:
- (21) Weber, W. Moderne Melkverfahren und ihre Zuordnung
 Boxberger, J. ALB-Arbeitsblatt 02.04.02 Februar 1976
 Schön, H.:
- (22) Schön, H.: Moderne Technik der Milchgewinnung
 Betriebsw. Mitteilungen der LK Schleswig-
 Holstein Nr. 252 März 1976, S. 23 - 30
- (23) Weber, W. Rationelle Milchgewinnung-, -kühlung und
 Freiberger, F.: -lagerung
 Allgäuer Bauernblatt (1975), H. 7, S. 206 -
 210
- (24) Weber, W.: Mehr Technik um die Kuh - weniger Stunden
 im Stall
 Bayer. Landw. Wochenblatt (1976), H. 5,
 S. 12 - 13
- (25) Worstorff, H. Stiefkind Melkanlage
 Weber, W.: Traktor aktuell (1976), H. 1, S. 16 - 18

Vorträge:

- (1) Schön, H.: Funktion und Einsatz teilautomatisierter
 Melkzeuge
 KTBL-Arbeitskreis "Technik und Bauwesen"
 27.6.1974 in Weihenstephan
- (2) Schön, H.: Entwicklungstendenzen in der Milchviehhaltung
 Betriebshelfer-Lehrgang
 Schönbrunn, 10.7.1974
- (3) Schön, H.: Technische Neuerungen in der Milchviehhaltung
 Fortbildungslehrgang für höhere landw. Beamte,
 München 11.7.1974
- (4) Schön, H.: Neue Arbeitsverfahren bei der Milchgewinnung
 Fortbildungslehrgang für landtechnische Fach-
 berater, Triesdorf 31.7.1974

- (15) Schön, H.: Möglichkeiten arbeitswirtschaftlicher Verbesserungen durch moderne Melkverfahren
Jubiläumsschau der Schwarzbuntzüchter Österreich
27.9.75 Weißenstein/Kärnten
- (16) Schön, H.: Neue Mechanisierungsverfahren und Stallformen für die Milchviehhaltung
Staatl. Molkerei Weihenstephan 19.11.75
- (17) Schön, H.: Schwerpunkte landtechnischer Entwicklung - Melktechnik Jahrestagung der Landtechnik
Weihenstephan 3.12.1975
- (18) Wenner, H.L.: Entwicklungen in der Melktechnik
29. Hochschultagung, Münster 30.9.75
- (19) Wenner, H.L.: Melken - noch ein arbeitsw. Problem
DLG-Herbsttagung, Rupolding 17.10.75
- (20) Schön, H.: Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Melktechnik
VLF Kaufbeuren am 10.2.76 in Marktoberndorf
- (21) Schön, H.: Melkanlagen für hohe Arbeitsleistungen
DLG-Vortragstagung, Petersberg bei Fulda
24.2.76
- (22) Schön, H.: Neue Verfahren in der Melktechnik
VLF Memmingen 26.2.76 in Benningen
- (23) Schön, H.: Technische Entwicklungstendenzen in der tier. Produktion
VLF Fürstenfeldbruck 17.3.76
- (24) Wenner, H.L.
Schön, H.: Die Mechanisierung bäuerlicher Betriebe - Milchviehhaltung
26. April 1976 in Zajecar/Ostserbien
27. April 1976 in Kraljewo/Westserbien
- (25) Schön, H.: Neue Entwicklungen bei der Melktechnik
Staatsinstitut f. Beraterfortbildung
München am 18.5.76

- (5) Schön, H.: Neue Entwicklungen auf dem Gebiet des Milch-
entzuges
Landesarbeitskreis Fütterung Baden-Württem-
berg, Leonberg 24.10.74
- (6) Schön, H.: Tendenzen der Mechanisierung des Melkens
ALB-Bayern Jahrestagung 1974 in Kempten
14.11.1974
- (7) Schön, H.: Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen in der
Milchviehhaltung
Landwirtschaftliche Woche Kassel
Plenarvortrag am 7.1.1975
- (8) Schön, H.: Neue Mechanisierungslösungen und Stallfor-
men in der Milchviehhaltung
VLF Wunsiedel, Marktleuthen 12.2.1975
- (9) Schön, H.: Arbeitswirtschaftliche Beurteilung moderner
Melkverfahren
Bezirksbauernkammer Braunar/A.
Burgkirchen 20.2.1975
- (10) Schön, H.: Arbeitsorganisation der Milchviehhaltung
im Lohnarbeitsbetrieb
DLG-Ausschuß für Arbeitswirtschaft
Essen-Heidhausen 3.2.1975
- (11) Schön, H.: Möglichkeiten arbeitswirtschaftlicher Ver-
besserungen durch moderne Melkverfahren
Tage moderner Melktechnik
Ruzomberok CSSR 16.4.1975
- (12) Schön, H.: Neue Forschungsansätze zu arbeitswirtschaft-
lichen Verbesserungen des Milchentzuges
Univ. Göttingen
Gastvortrag am 14.5.1975
- (13) Schön, H.: Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge in der
Praxis
ALB-Tagung "Landtechnik-Bauwesen"
Würzburg 13.6.1975
- (14) Schön, H.: Stand und Entwicklungsmöglichkeiten der Land-
technik
Akademie f. Lehrerfortbildung Dillingen 11.7.1975

Teilprojekt G 9

Entwicklung von Systemen zur Optimierung der Melktechnik durch pneumatische Steuerung und strömungstechnische Verbesserungen

Leiter: Dipl.-Ing. H. Reuschenbach
Institut für Landmaschinen
8000 München 2, Arcisstraße 21
Tel. 089/2105 2555

Antrag vom 5.4.1976 S. 172 - 178

1. Allgemeines

Die bisherigen Arbeiten hatten zum Ziel, die theoretischen und technischen Grundlagen für die Realisierung einer milchflußabhängigen Steuerung von Pulsfrequenz, Pulsverhältnis und Unterdruck mit Hilfe der pneumatischen Schaltungstechnik aufzuzeigen. Dabei wurden in erster Linie solche Verfahren untersucht, die für die besonderen Betriebsbedingungen der Landwirtschaft geeignet erscheinen und einen möglichst geringen gerätetechnischen Aufwand erfordern. Alle Elemente werden ausschließlich durch den vorhandenen Unterdruck der Melkanlage betrieben, so daß keine zusätzliche Hilfsenergie erforderlich ist. Die Entwicklung eines Funktionsmodells ist im wesentlichen abgeschlossen.

Im Zusammenhang mit der praktischen Erprobung erwies es sich aber als notwendig, die instationären Strömungsverhältnisse der Milchableitung zu verbessern, evtl. in Verbindung mit einer Luftabscheidung. Die zyklische Verformung des Zitzengummis und unregelmäßige Strömungsgeschwindigkeiten bewirken starke Schwankungen in der Vakuum-Applikation und der wirksamen Zeitdauer des Entlastungsaktes (s. Teilprojekt G 4). Diese Abweichungen sind bei milchflußgesteuerten Anlagen in bestimmten Druck- und Frequenzbereichen besonders stark ausgeprägt. In Vorversuchen wird z.Zt. noch geprüft, wie diese Verhältnisse meßtechnisch erfaßt und in einem Modell rechnerisch und experimentell simuliert werden können, um die Einflüsse der verschiedenen geometrischen und physikalischen Bedingungen und daraus eine optimale Gestaltung zu ermitteln.

2. Verbesserte Einzelelemente der milchflußgesteuerten Anlage

Durchflußmessung

Der momentane Milchfluß während des Melkvorgangs liefert die Führungsgröße der Steuerung. Wegen der erschwerten Betriebsbedingungen und Umgebungseinflüsse (Feuchtigkeit, äußere Verschmutzung, mechanische

Erschütterungen, pulsierende Strömung, Milchablagerungen und dgl.) mußten die verschiedenen Möglichkeiten der Durchflußmessung analysiert und teilweise neue Verfahren entwickelt werden. Bei der technischen Erprobung erwiesen sich davon die beiden nachstehend beschriebenen Systeme als am besten geeignet.

Staukammer-Verfahren

Der Milchstrom durchläuft eine Staukammer, wo die aufgestaute Flüssigkeitshöhe ein Maß für den zeitlichen Volumenstrom darstellt und in Form des Gewichts, der Auftriebskraft an einem Tauchkörper oder mittels einer Druckdifferenz nach außen übertragen werden kann. Durch die Kontur des Gefäßes bzw. die geometrische Form und Lage der Ausflußquerschnitte ist ein annähernd linearer Zusammenhang zwischen Durchfluß und Meßsignal zu erreichen. Die Meßgröße (als Kraft oder Druckdifferenz) wird in einem nachfolgenden Meßumformer in einen analogen Steuerdruck übersetzt.

Abb. 1 zeigt als Beispiel die Übertragungskennlinie eines solchen Gerätes in Verbindung mit einem Unterdruck-Regler. Gegenüber einer früheren Ausführung (s. Bericht vom Juni 1974, S. 76) konnte die Linearität durch exaktere Näherungsverfahren wesentlich verbessert werden.

Impulskraft-Messung

Als Alternative zum oben beschriebenen Staukammer-Verfahren wurde eine neue Methode der Milchflußmessung entwickelt, die den Impuls einer Strömung auf eine quer zur Strömungsrichtung angebrachte Prallplatte als Maß für den Durchfluß benutzt. Bei konstanter Geschwindigkeit, die durch eine gleichbleibende Fallhöhe aus einem Überlaufgefäß erreicht wird, verhält sich die Impulskraft proportional zum Massenstrom. In Abb. 2 sind die berechneten und gemessenen Impulskräfte für eine theoretische Fallhöhe von 10 cm aufgetragen. Die geringfügigen Abweichungen zwischen beiden Kurven sind durch die Reibungsverluste und die mit größerem Durchfluß leicht ansteigende effektive Fallhöhe bedingt. Bei einem derartigen Geber sind im Gegensatz zum Staukammer-Verfahren keine engen, kalibrierten Durchflußquerschnitte erforderlich. Allerdings sind noch einige technische Probleme der Meßwertübertragung zu lösen.

Meßumformer

Für die oben beschriebenen Milchflußgeber mußten jeweils spezielle Meßumformer entwickelt werden, die ein zum Durchfluß proportionales Unterdruck-Signal abgeben und mit einem geringen konstruktiven Aufwand zu realisieren sind. Beim praktischen Einsatz können u.U. infolge der

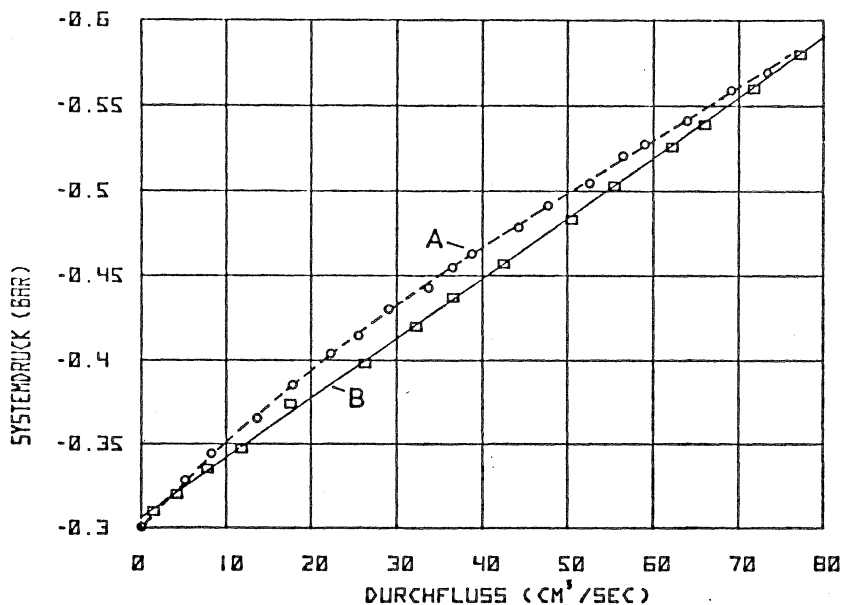


Abbildung 1:

Systemdruck in Abhängigkeit vom Milchfluß bei einem Staukammer-Gerät

A: ursprüngliche Kennlinie

B: verbesserte Ausführung

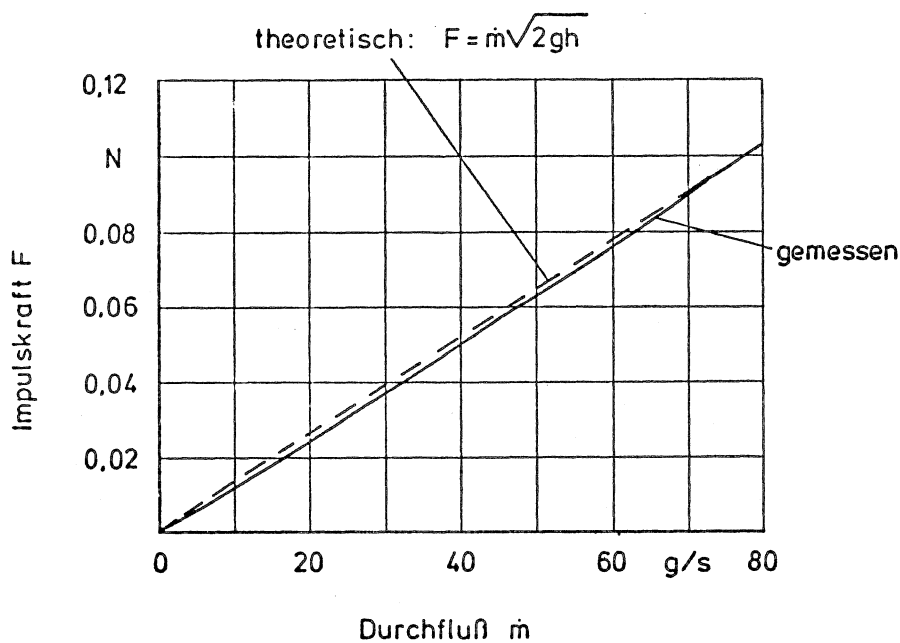


Abbildung 2:

Berechnete und gemessene Impulskraft als Funktion des Massenstroms

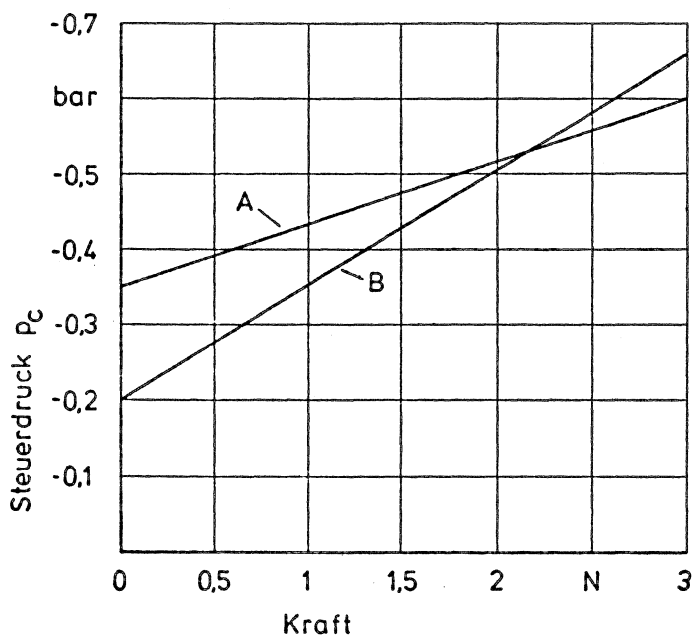


Abbildung 3:

Kennlinien eines Meßumformers

A: $p_{co} = -0,35$ bar
 $k = 0,083$ bar/N

B: $p_{co} = -0,2$ bar
 $k = 0,15$ bar/N

Unregelmäßigkeiten der Strömung Stabilitätsprobleme auftreten. Diese Schwierigkeiten konnten inzwischen durch eine verbesserte Dämpfung behoben werden. Abb. 3 zeigt zwei Kennlinien (abgegebener Steuerdruck als Funktion der aufgebrachtten Kraft), die sich durch die Lage der Anfangsmeßwerte und Verstärkung unterscheiden.

Unterdruck-Regelung

Das Ausgangssignal P_e der Durchflußmessung wird als pneumatischer Sollwert einem Druckregler zugeführt, der das höhere Vakuum der Pumpe auf das gewünschte Niveau reduziert. Diese Aufgabe kann von einem einfachen Membran-Regler übernommen werden. Der vom Milchfluß abhängige Ausgangsdruck (Systemdruck) des Reglers bestimmt die Amplitude der Druckpulsation im Melkzeug. Über ein zweites Gerät wird der gleich große Unterdruck in den milchableitenden Teilen der Melkanlage aufgebracht. Falls der Melkstand mit einem sog. Milchmengen-Recorder ausgestattet ist, ist für beide Drucksysteme nur ein einziger Regler erforderlich.

Die Kennlinie des Reglers in Abb. 4 zeigt, daß der Systemdruck sich nur wenig vom Sollwert (=Steuerdruck) unterscheidet. Das Gerät hat also im wesentlichen die Funktion eines Leistungsverstärkers, während die Druckverstärkung durch den Meßumformer vorgegeben ist.

Steuerung von Frequenz und Pulsverhältnis

Für die Anpassung der Pulsfrequenz wurden zwei verschiedene Verfahren untersucht:

- a) Die Zeitfunktion der RC-Glieder in der Pulsator-Steuerung wird durch den veränderlichen Systemdruck beeinflusst. Dadurch ergeben sich bei größerem Unterdruck entsprechend kürzere Taktzeiten.
- b) Der Systemdruck beaufschlagt einen Membranzylinder, der die Volumengröße der RC-Glieder verändert.

Mit beiden Schaltungsarten ist in einem mittleren Unterdruckbereich eine annähernd lineare Frequenz-Kennlinie zu erreichen (Abb. 5). Durch eine unterschiedlich starke Veränderung der Entlastungs- und Saugtaktzeiten wird gleichzeitig das Pulsverhältnis angepaßt.

Für die Vorausberechnung der Frequenzkennlinien wurde ein EDV-Programm entwickelt, mit dem der Einfluß der verschiedenen Schaltungsparameter simuliert werden kann. Dadurch ist es möglich, für jeden gewünschten Kurvenlauf die entsprechende Parameterkombination zu ermitteln und die Anlage bei den biotechnischen Untersuchungen ohne großen Aufwand auf ein anderes Steuerungsprogramm umzustellen.

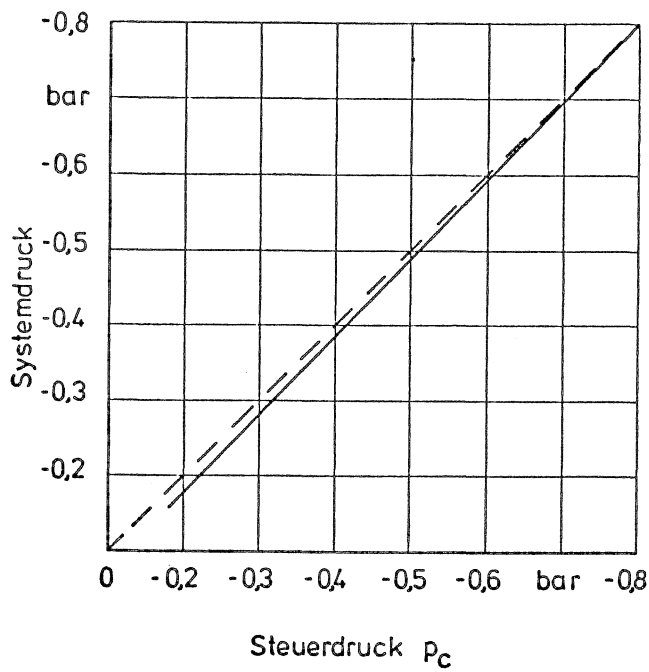


Abbildung 4:
Kennlinie des Unterdruck-Reglers

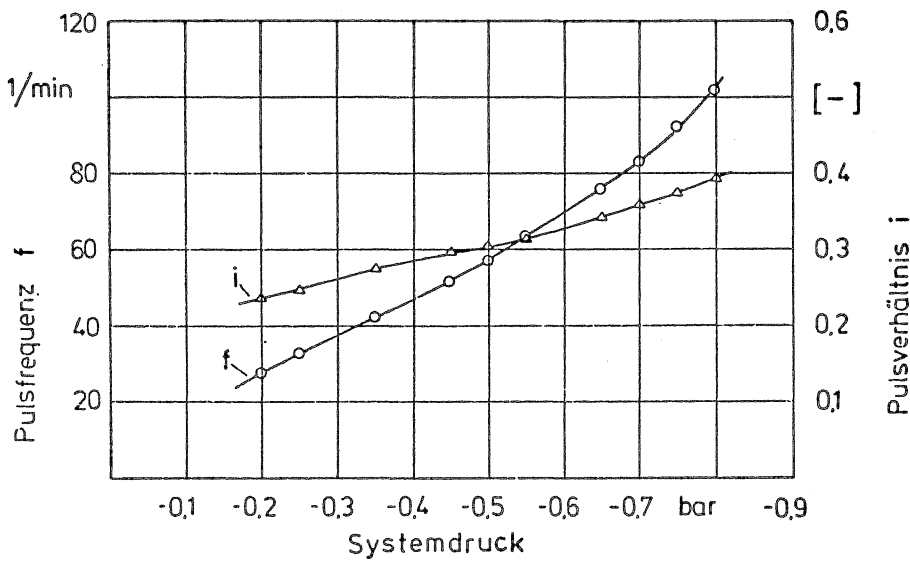
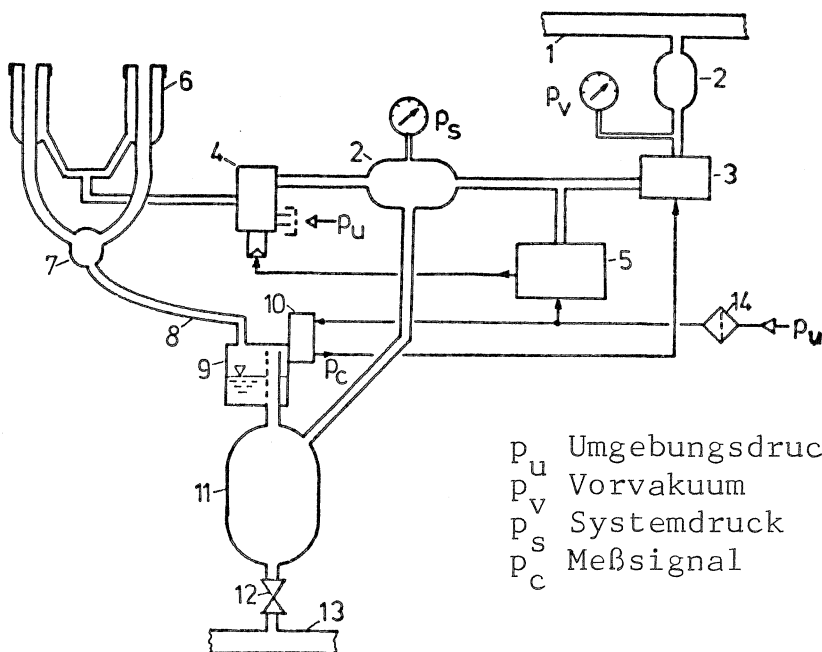


Abbildung 5:
Frequenz und Pulsverhältnis als Funktion des Systemdrucks



- 1 Vakuumleitung
- 2 Volumen
- 3 Druckregler
- 4 Schaltventil
- 5 Pulsatorsteuerung
- 6 Melkzeug
- 7 Milchsammelstück
- 8 Milchschlauch
- 9 Staufgefäß
- 10 Meßumformer
- 11 Recorder
- 12 Absperrhahn
- 13 Sammelleitung
- 14 Filter

Abbildung 6: Schaltplan des Gesamtsystems

3. Gesamtanlage und praktische Erprobung

Für den praktischen Einsatz im Melkstand mußten die oben beschriebenen Einzelemente gerätetechnisch so konzipiert werden, daß sie für längere Dauerversuche geeignet waren. Dabei waren verschiedene Probleme der Werkstoffauswahl, des Korrosionsschutzes, der Milchhygiene und -bei mechanisch bewegten Tieren- der Lebensdauer zu klären. Nur bei wenigen Einzelteilen konnten serienmäßige, industriell benutzte Bauteile eingesetzt werden; die übrigen Komponenten mußten daher neu konstruiert und in Einzelfertigung hergestellt werden.

Die Einzelemente wurden schließlich entsprechend dem Schaltplan (Abb. 6) zu einem Funktionsmodell verknüpft. In der praktischen Erprobung während mehrerer Monate zeigte sich, daß die technische Funktion der Anlage unter allen Betriebsbedingungen gewährleistet ist. Aufgrund der ersten Ergebnisse der biotechnischen Untersuchungen (s. Teilprojekt G 1, G 2, G 3) erscheint es zweckmäßig, daß die Anlage in der Anfangs-Melkphase mit einem besonderen Programm (evtl. mit konstanten Melkparametern) gefahren wird und erst nach 1 - 2 Minuten auf die normale Steuerung umschaltet. Dazu ist eine entsprechende Erweiterung des Schaltplans von Abb. 6 erforderlich. Die dafür notwendigen Geräte (Zeitglieder, Umschalter, Logikelemente) wurden ebenfalls für eine rein pneumatische Arbeitsweise entwickelt und befinden sich z.Zt. in der Erprobung.

Bei den in der ursprünglichen Aufgabenstellung geplanten Untersuchungen von digitalen Schaltungstechniken zeigte sich, daß die Milchflußsteuerung mit diesen Verfahren bei dem derzeitigen Entwicklungsstand der Fluidik-Technik nur mit einem unverhältnismäßig großen Aufwand zu verwirklichen ist. Daher wurde diese Möglichkeit zunächst nicht weiter verfolgt.

Veröffentlichungen:

- (1) Scholtysik, B.: Pulsation- und Unterdruckverstellung an durchflußgesteuerten Melkanlagen
Diplomarbeit am Institut für Landmaschinen der TU München (1974)
- (2) Reuschenbach, H.: Wirkungsweise von Fluidiks und ihre Anwendung in der Landtechnik
Grdl. Landtechnik 24 (1974) Nr. 5
(identisch mit einem gleichnamigen Vortrag auf der VDI-Fachtagung Landtechnik 1973 in Braunschweig)

- (3) Reuschenbach, H.: Milchflußabhängige Steuerung von Unterdruck, Pulsfrequenz und Pulsverhältnis bei Melkanlagen mit Hilfe pneumatischer Verfahren
Seminarvortrag an der TU München am 11.7.74
- (4) Reuschenbach, H.: Entwicklung milchflußgesteuerter Melkanlagen mit pneumatischen Systemen
Vortrag auf der Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan am 9.10.74
- (5) Reuschenbach, H.: Pneumatische Verfahren der Durchflußmessung, Druckregelung und Pulsmodulation an milchflußgesteuerten Melkanlagen
Vortrag auf der VDI-Fachtagung Landtechnik 1976 in München (in Vorbereitung)
- (6) Reuschenbach, H.: Pneumatische Verfahren der Durchflußmessung, Druckregelung und Pulsmodulation an milchflußgesteuerten Melkanlagen
Dissertation an der TU München (erscheint voraussichtlich Ende 1976)

Teilprojekt G 10

Untersuchungen über die genetische Variabilität des Nachgemelkes

Leiter: Prof. Dr. F. Pirchner
Institut für Tierzucht
8050 Freising-Weihenstephan
Tel. 08161/71229

Mitarbeiter: Worstorff, H. Dr.
Freiberger, F. Ing. agr.
Wileke, Dipl.-Ing. agr.

1. Methodische Vorarbeiten

Die Untersuchungen über die genetische Variabilität des Nachgemelkes erfordern eine exakte Kenntnis des Nachgemelksverhaltens einer größeren Population möglichst aus verschiedenen Rassen. Das Handnachgemelk ist in der Praxis überholt und das gebräuchliche maschinelle Nachgemelk wurde bei Melkbarkeitsprüfungen bisher nicht erfaßt. Aus diesem Grunde wurde in Zusammenarbeit mit dem Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und dem Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. ein Milchfluß-Endanzeiger zur Erfassung der Dauer des maschinellen Nachgemelkes entwickelt und für den praktischen Einsatz bei der Melkbarkeitsprüfung vorbereitet.

Funktionsprinzip

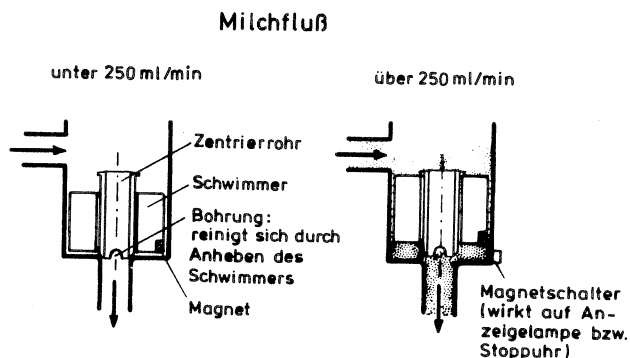


Abbildung 1: Schnitt durch den Milchfluß-Endanzeiger

In Abwandlung eines serienmäßigen Staugefäßes schaltet der Magnet im Schwimmer über ein Reed-Relais eine batteriebetriebene Lampe, die aufleuchtet, sobald der Milchfluß von 200 ml/min unterschritten wird. Der Melker hat unverzüglich mit dem maschinellen Nachmelken bzw. dem Kontrollgriff zu beginnen. Steigt bei diesen Arbeiten der Milchfluß wieder über den Schwellenwert von 200 ml/min an, so verlöscht die Lampe und eine Stoppuhr wird vom Kontrollassistenten gestartet. Sie registriert als Dauer des Nachgemelkes die Zeit bis zum erneuten Aufleuchten der Signallampe. Wird bei den Nacharbeiten der Schwellenwert nicht überschritten, so ist entsprechend der Definition kein Nachgemelk aufgetreten, und es handelt sich um einen Kontrollgriff.

Die Schaltpunkte werden in der folgenden Milchflußkurve beispielhaft verdeutlicht:

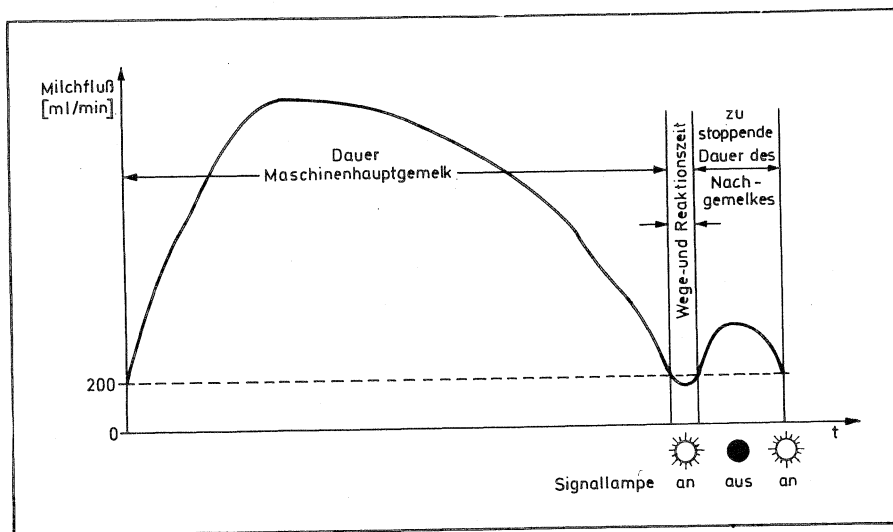


Abbildung 2: Milchflußkurve mit Schaltpunkten eines Milchfluß-Endanzeigers

Justierung

Aufgrund der Tatsache, daß der Schwellenwert von 200 ml/min durch eine Bohrung gesteuert wird, ist eine Kalibrierung leicht möglich. Die Eichung mit Wasser im Labor ergab folgende Werte für Schwellen-

wert und Verzögerungszeit (Dauer vom Unterschreiten des kritischen Flüssigkeitsdurchsatzes bis zum Schalten der Indikatorlampe):

Schwellenwert (ml/min)	Verzögerung (cmin)
200	15
195	17
204	13
195	17
188	14
200	16
197	15
193	15
195	17
198	16

Da beim praktischen Melken immer etwas Schaum im Indikatorgehäuse vorhanden ist, sollte das Gerät auf einen Schwellenwert (Wasser) von 325 ml/min geeicht werden, damit der kritische Wert von 200 ml/min bei Milch erreicht wird. Der Milchfluß-Endanzeiger befindet sich derzeit auf dem Versuchsbetrieb Veitshof in permanentem Einsatz und wird laufend gegen die DMS-Registriereinrichtung getestet.

Ausblick

Nach konstruktionsmäßiger Festlegung soll eine Anzahl von Milchfluß-Endanzeigern gefertigt und vom Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. bei der Melkbarkeitsprüfung in Verbindung mit einem Gerät zur Erfassung der Milchmenge routinemäßig eingesetzt werden. Die Arbeiten werden erste Praxisdaten über die Dauer des maschinellen Nachmelkens bei verschiedenen Rassen und somit die Grundlage für eine erste Einschätzung der genetischen Variabilität liefern.

Projektbereich H

Technologien der Dungbeseitigung und Immissionsschutz bei größeren Nutztierbeständen

Leiter: Dr.Ing. H.D. Zeisig
Bayer.Landesanstalt für Landtechnik
8050 Freising, Vöttingerstr. 36
Tel. 08161/71458

Antrag vom 5.4.1976 S. 185 - 214

Entsprechend der Antragstellung vom 5.4.1976 und dem Bewilligungsbescheid vom 10.12.1974 wurden im Berichtszeitraum nur die Teilprojekte H 1 und H 6 bearbeitet.

Während sich die globale Kürzung der bereits bewilligten Mittel für die Haushaltsjahre 1975 und 1976 bei Teilprojekt H 1 erst im Haushaltsjahr 1976 auswirkte (Streichung einer Laboranten-Stelle und Reduzierung der Sachmittel) mußten beim Teilprojekt H 6 bereits im Haushaltsjahr 1975 mehr als 50 % des bewilligten Betrages eingespart werden. Dies führte dazu, daß bei H 6 erst Mitte 1975 mit reduziertem Personalbestand und reduzierten Sachkosten die Vorarbeiten anlaufen konnten, daher erstreckt sich der Berichtszeitraum für H 6 nur auf die Zeit vom 1.7.1975 bis 31.5.1976.

Teilprojekt H 1

Analyse der Geruchsstoffe aus der Stallhaltung und der Flüssigmistlagerung mit Hilfe der Gaschromatographie

Leiter: Prof.Dr. F. Drawert
Institut für chemisch-technische Analyse und chemische
Lebensmitteltechnologie
8050 Freising-Weihenstephan
Tel. 08161/71283

Mitarbeiter: Schreier, P. Dr.rer.nat.habil
Käser, H.J. Dipl.chem.

Antrag vom 5.4.1976 Seite 188 - 196

Bei den geruchsbelästigenden Stoffen in der Tierhaltung und der Güllelagerung handelt es sich um flüchtige Komponenten, die in großer Vielfalt und oft nur in sehr geringen Konzentrationen vorliegen, wobei dennoch eine erhebliche Geruchsbelästigung der Umgebung verursacht werden kann. Vorinformationen ließen darauf schließen, daß es sich bei diesen stark geruchswirksamen Substanzen zum großen Teil um Abbauprodukte z.B. von Aminosäuren und Fettsäuren handelt neben tierischen Stoffwechselprodukten wie Indolkörpern und anderen heterocyclischen Verbindungen. In Analogie zur Aromaforschung war davon auszugehen, daß die geruchsaktivsten Stoffe solche mit niedrigen Geruchsschwellen und besonderen chemischen Strukturen sind, die teilweise in so geringen Konzentrationen vorliegen, daß sie sich einer direkten analytischen Messung entziehen.

Das erste Arbeitsziel lag daher in der Entwicklung von Methoden zur Anreicherung der geruchsbelästigenden Substanzen. Wie die bisherigen Untersuchungen gezeigt haben, kamen zur Anreicherung der geruchswirksamen Komponenten die "head-space"-Methode, das fraktionierte Ausfällen bzw. Ausfrieren aus Inertgasströmen, die Bindung an Trägermaterialien und Adsorbentien und ähnliche Verfahren in Frage (1).

Um hinsichtlich der chemischen Kennzeichnung einen Überblick über die für die Geruchsbelästigung maßgeblichen Komponenten zu erhalten, wurde zunächst Gülle untersucht. Unter Einbeziehung verschiedener Anreicherungsverfahren, insbesondere des Ausfrierens in Inertgasströmen, der Flüssig-Flüssig-Extraktion und der präparativ-gaschromatographischen Vortrennung konnten in Gülle über 120 verschiedene Geruchsstoffe gaschromatographisch getrennt und massenspektrometrisch identifiziert werden. Diese qualitative Bestandsaufnahme zeigte in Übereinstimmung mit gleichzeitig publizierten Ergebnissen anderer Arbeitskreise (2-3), daß neben kurzkettigen aliphatischen Fettsäuren, wie z.B. Propionsäure und Buttersäure die Verbindungen Phenol, Skatol, Indol und einige Kresole als Leitsubstanzen für

die Geruchsbelästigung bei der Tierhaltung in Frage kommen (1). Die an unterschiedlichen Gülleproben (Rinder, Schweine) erhaltenen Ergebnisse zeigten lediglich quantitative Unterschiede im Vorkommen der einzelnen geruchsaktiven Substanzen.

Hinsichtlich der quantitativen Bestimmung von Spurenkomponenten ist ein Verfahren ausgearbeitet worden, daß es erlaubt, mit der Adsorptionschromatographie und der Kombination Gaschromatographie-Massenspektrometrie Substanzen im ppb ($\mu\text{g}/\text{l}$)-Bereich in den Fehlerbreiten von ca. $\pm 8 - \pm 15 \%$ zu erfassen (4). Mit dieser Methode, die unter geringen Modifikationen auf verschiedene Gülleproben angewandt wurde, konnten quantitative Bestimmungen der maßgeblichen geruchsbelästigenden Komponenten, wie z.B. Phenol, Skatol, Indol u.a. durchgeführt werden. Die an unterschiedlich behandelten Gülleproben erzielten Ergebnisse zeigten, daß sich durch die aerobe Belüftung bzw. Ozonbehandlung der Gülle eine Reduzierung einzelner geruchsaktiver Komponenten erreichen läßt. Trotz der teilweise starken Verminderung der Stoffkonzentrationen (z.T. bis zu 40 %) war eine Geruchsbelästigung immer noch sensorisch festzustellen.

Im Anschluß an die qualitative und z.T. quantitative Bestandsaufnahme aus der flüssigen Phase wurde das Problem der Erfassung von geruchswirksamen Spurenkomponenten aus der Luft bearbeitet. Auch für dieses Untersuchungsverfahren war die Entwicklung eines speziellen Probenahmeverfahrens unter Anreicherung der Komponenten erforderlich. Nach ausführlichen Vorversuchen erwies sich die Probenahme der Luft unter Anwendung von Glasrohren, die mit polymeren Trägern bzw. mit für die Gaschromatographie geeigneten Trannphasen gefüllt sind, als geeignet. Für die weitere gaschromatographische Untersuchung mit spezifischen Detektoren (Schwefel-spezifischer Detektor, Massenspektrometer) sind spezielle Verfahren entwickelt worden, die je nach Problemstellung zur Anwendung kamen.

Zur Untersuchung leichtflüchtiger Schwefelverbindungen erfolgten Anreicherung und Trennung in einem Ganzglassystem. Nach Adsorption der Luft unter Kühlung bei -70°C wurden die Röhrchen unter Kühlung transportiert und direkt an das gaschromatographische Meßgerät angeschlossen, das zu diesem Zweck umgebaut werden mußte (5). Mit diesem System sind 8 Schwefelverbindungen qualitativ erfaßt worden, von denen Dimethylsulfid und Dimethyldisulfid auch quantitativ bestimmt werden konnten.

Die bereits in Gülle qualitativ ermittelten Verbindungen konnten auch in Stallluft nachgewiesen werden. Zur Feststellung der geruchsbelästigenden Stoffe hat sich diese Probenahme mit Glasröhrchen, die mit polymeren Trägern gefüllt sind, als sehr günstig erwiesen. Diese mit den Spurenkomponenten beladenen Phasen werden mit organischen Lösungsmitteln eluiert; der Nachweis der Komponenten erfolgt massenspektrometrisch nach gaschromatographischer Auftrennung des erhaltenen Extraktes. Mit diesem Verfahren sind auch quantitative

Bestimmungen möglich. Hierzu sind Eichungen durchgeführt und erste Bestimmungen ausgeführt worden. Die bisher an verschiedenen Proben ermittelten Bestimmungen, die noch nichtabgeschlossen sind, zeigen im wesentlichen Konzentrationsabstufungen der phenolischen und stickstoffhaltigen Verbindungen im Bereich von 10^{-2} bis 10^{-4} mg/m³ Abluft.

Literatur

- (1) Schreier, P.: VDI-Berichte Nr. 226, 127 (1975)
- (2) Schaefer, J. ten Noever de Brauw, Landbaukundig
Bemelmans, M.C.: Tijdschrift 86, 228 (1974)
- (3) Ifeadi, C.N. Managing Livestock Wastes, Proc. 3rd.
Taiganides, E.P. Int. Symp. on Livestock Wastes, 354 (1975)
White, R.K.:
- (4) Schreier, P. Z. Analyt. Chem. 279, 141 (1976)
Drawert, F.:
- (5) Schreier, P. Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.,
Drawert, F. im Druck
Junker, A.:

Veröffentlichungen

- (1) Schreier, P.: Gaschromatographisch-massenspektrometrische
Untersuchungen über geruchsbelästigende
Substanzen bei der Tierhaltung.
VDI-Berichte Nr. 226, 127 (1975)

Vorträge

- (1) Schreier, P.: Gaschromatographisch-massenspektrometrische
Untersuchungen von Geruchsstoffen aus der
Tierhaltung.
VDI - KTBL - Gespräch, Geruchsprobleme bei
Tierkörperbeseitigung und Tierhaltung
4.9.1974 Düsseldorf
- (2) Schreier, P.: Qualitative und quantitative Bestimmungen
schwefelhaltiger Spurenkomponenten bei der
Tierhaltung.
Arbeitsgruppe "Meßtechnik"
KTBL-Arbeits-Gemeinschaft Umweltschutz und
Landwirtschaft, Weihenstephan 24.9.1975

Wissenschaftliche Kontakte

TNO, CIVO, Zentralinstitut für Ernährungswissenschaft, Zeist, Holland
Institut für Nutztierkunde, TU Hannover
Fa. Decatox, Hanau

Teilprojekt H 6

Zusammensetzung der Mikroflora von Flüssigmist als Parameter zur Beurteilung von Behandlungstechniken

Leiter: Dr. M. Busse, Priv.-Dozent
Bakteriologisches Institut der
Südd. Versuchs- u. Forschungsanstalt
für Milchwirtschaft
8050 Freising-Weihenstephan
Tel. 08161/71516

Antrag vom 5.4.1976 S. 197 - 207

1. Ziel

Arbeitsziel ist die Bestimmung mikrobieller Einflußgrößen bei unterschiedlichen Behandlungsmethoden. Bakteriologische Untersuchungen sollen zeigen, welche Keimgruppen bevorzugt an den biochemischen Umsetzungen in Flüssigmist beteiligt sind. Die Identifizierung der Bakterien, die an der Geruchsentwicklung wesentlich beteiligt sind, steht dabei im Vordergrund. Gleichzeitig sollen chemische Daten gewonnen werden, um die Wechselbeziehungen zwischen Zustand und Zusammensetzung von Flüssigmist und den darin ablaufenden stoffwechselphysiologischen Vorgängen aufzeigen zu können. Eine Beurteilung der grundlegenden Prozeßvorgänge bei unterschiedlichen Behandlungsverfahren wird somit ermöglicht, womit die Voraussetzung für eine gezielte technologische Entwicklung auf dem Sektor der Flüssigmistverfahren gegeben ist.

2. Vorarbeiten und Ergebnisse

Diese befaßten sich primär mit der Überprüfung und Erarbeitung geeigneter Methodiken, insbesondere die Standardisierung der Probennahme, die Testung verschiedener Nährmedien zur Gesamtkeimzahlbestimmung, Floraanalysen mit Selektivmedien, Vorversuche zur Bestimmung biochemischer Leistungen der verschiedenen Keimgruppen, Testung von chemisch-analytischen Methoden und chemisch-physikalische Charakterisierung von Flüssigmist.

In unbelüftetem ca. 4 Tage altem Schweineflüssigmist konnten 84 % der Bakterien identifiziert werden. Im einzelnen enthielt die Flora 28 % Coryneforme, 29 % Moraxellen, 12 % Streptokokken, 15 % Mikrokokken und 4 % Acinetobacter. Mit Selektivmedien wurde gegenüber einer Gesamtkeimzahl von 5×10^8 der Anteil der Coliformen mit 5×10^7 , der Pseudomonaden mit 6×10^5 , der Fäkalstreptokokken mit 1×10^7 , der Hefen mit 2×10^5 und der Schimmelpilze mit 1×10^4 bestimmt.

Nach Abschluß der methodischen und versuchstechnischen Vorarbeiten wurde am 30.3.76 mit den Hauptversuchen begonnen.

3. Hauptversuch I: Chemisch-physikalische und mikrobielle Veränderung von Schweineflüssigmist während einer Lagerdauer von ca. 50 Tagen bei einer durchschnittlichen Temperatur von 15°C.

Material

Flüssigmist aus einem Schweinemastbetrieb. Die Aufstallung der Tiere erfolgte einstreulos, die Kot- und Harnabgänge wurden unter Verwendung eines Teilspaltenbodens in der sich darunter befindlichen Sammelgrube aufgefangen. Ein Zusatz von Wasser fand nicht statt; es handelte sich somit um Vollgülle, die bei Entnahme 4 Tage alt war. Das nach einem Fütterungsplan dosiert verabreichte Mastfutter war in Abhängigkeit von Anfangs- und Endmast qualitativ und quantitativ genau festgesetzt. Zu einem Teil Futtermisch wurden 2,5 Teile Wasser zugesetzt.

Methoden

Bakteriologische Untersuchung

Statistische Floraanalysen mit je 50 Isolaten, Identifizierung der Bakterien durch Grob- und Feindifferenzierungstests

Isolierung und Identifizierung von Bakteriengruppen mit Selektivmedien

Identifizierung stoffwechselphysiologischer Bakteriengruppen mit MPN-Bethoden (Titerverfahren)

Chemische und physikalische Untersuchungen:

Organischer Stickstoff, Ammoniumstickstoff, Nitrit, Nitrat, pH, Redoxpotential, Leitfähigkeit.

Für die Harnstoffbestimmung muß noch eine geeignete Methode getestet werden.

Messung der Geruchsintensität

Sensorische Bestimmung der Geruchsschwelle bei verschiedenen Probenverdünnungen.

Anmerkung: Für die Sulfidbestimmung sowie für die Erfassung der strikt anaeroben Bakterien fehlen noch die apparativtechnischen Voraussetzungen.

Versuchsdurchführung

Um annähernd konstante Versuchsbedingungen zu gewährleisten, wurde ein Güllelager von ca. 700 l im geschlossenen Raum angelegt. Daneben wurden noch Flaschen mit je 5 l und 1 l abgefüllt und im gleichen Raum gelagert.

Ergebnisse

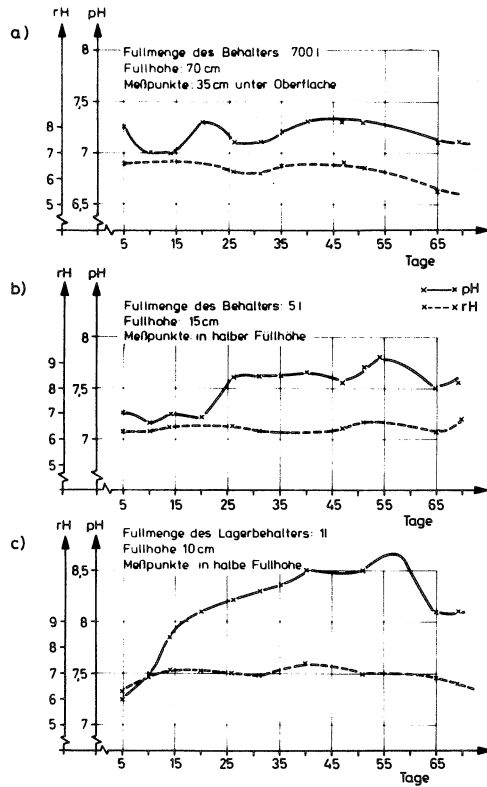


Abb.1 pH und rH-Verlauf bei der Lagerung von Schweineflüssigmist bei einer durchschnittlichen Lagertemperatur von 15°C

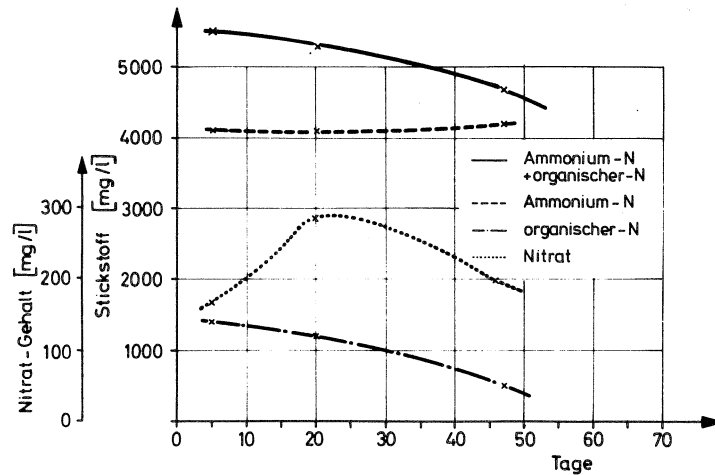


Abb. 2 Masseverlauf von Stickstoffverbindungen bei Lagerung von Flüssigmist gem. Abb. 1a

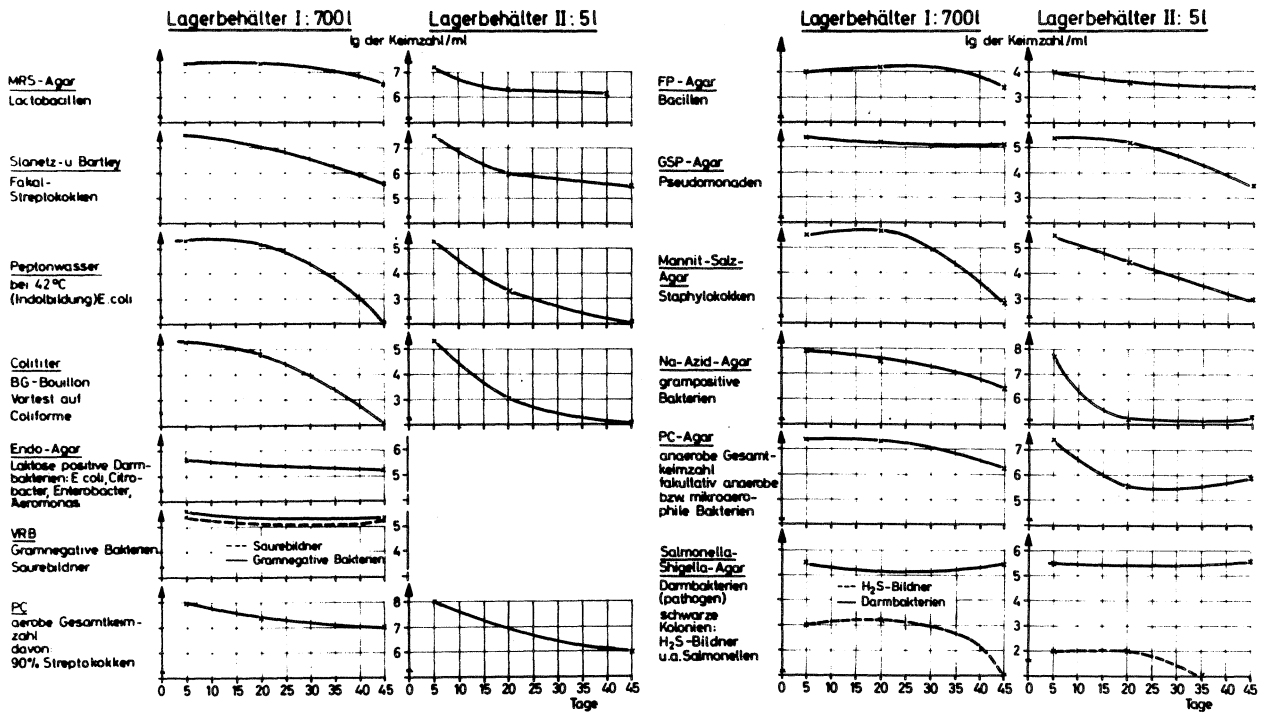


Abb 3 Änderung der Keimzahlgruppen in Abhängigkeit von der Lagerdauer (mittlere Lagertemperatur: 15°C)

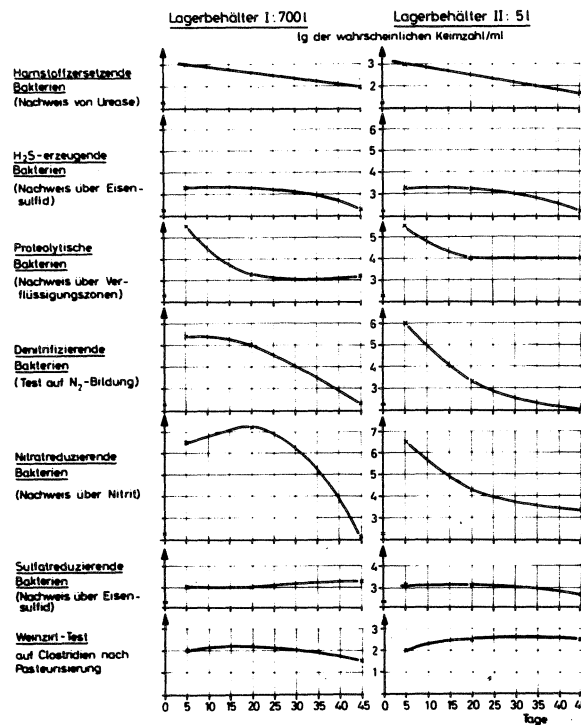


Abb 4 Stoffwechselphysiologische Keimgruppen in Flüssigmist und deren Änderung während der Lagerung, mittlere Lagertemperatur: 15°C

Auf Grund der bisher angefallenen Ergebnisse können folgende Aussagen gemacht werden:

Die aeroben und fakultativ anaeroben bzw. mikroaerophilen Güllekeime nehmen im Verlauf der ca. 7-wöchigen Lagerung in der untersuchten Flüssigmistzone ab. (Abb. 3). Die rückläufige Tendenz der erfaßten Gesamtflora, mit Ausnahme der strikt anaeroben Bakterien, ist zum Teil auf einen Entmischungsprozeß zurückzuführen, der in einer wahrnehmbaren Viskositätserniedrigung sowie einer Konzentrationsabnahme an organischen Stickstoffsubstanzen zum Ausdruck kommt (Abb. 2). Ferner wird auf Grund der langsam zunehmenden anaeroben Verhältnisse, ersichtlich aus den sehr langsam abnehmenden rH-Werten (Abb. 1a), eine Verschiebung innerhalb der Gesamtflora zu Gunsten der strikt anaeroben Flora stattfinden. Die leichte Zunahme der sulfatreduzierenden Bakterien im Lagerbehälter I (700 l) bestätigt diese Annahme.

Zwischen 90 und 95 % der statistisch isolierten Bakterien konnten als Streptokokken identifiziert werden.

Die Populationsabnahmen im Lagerbehälter II (5 l) verlaufen rapider als in Lagerbehälter I (Abb. 3). Der stark unterschiedliche pH-Verlauf (Abb. 1) läßt auf unterschiedliche ökologische Bedingungen schließen.

Escherichia coli zeigt einen starken Abfall in der Keimzahl, während die übrigen Vertreter der coliformen Gruppe nahezu konstant bleiben (Abb. 3). Eine weiterführende Beobachtung des Keimzahlverlaufes der Coliformen wird ergeben, ob sich *E. coli* als Indikatorkeim zur Beurteilung des Lagerungszustandes von Flüssigmist eignet.

Einen interessanten Einblick in die Wechselbeziehungen zwischen stofflicher Zusammensetzung, taxonomischer Bakteriengruppen bzw. Spezies sowie stoffwechselphysiologischen Gruppen ermöglicht ein Vergleich des Masseverlaufes von Nitratkonzentration mit dem Populationsverlauf der nitratreduzierenden Bakterien und dem Keimzahlverlauf von *E. coli* als einem ihrer Vertreter (Abb. 2, 3, 4). Mit dem Ansteigen der Nitratkonzentration wächst die Gruppe der nitratreduzierenden Organismen und fällt parallel mit der Abnahme des Nitratgehaltes. Ausgehend von einem hohen Keimzahlniveau bei *E. coli* findet ebenfalls ein rasches Absinken statt.

4. Hauptversuch II: Einfluß von Cyanamid auf Mikroflora und Geruchsemission von Schweineflüssigmist

Versuchsziel

Es sollte geklärt werden, in welchem Konzentrationsbereich mit einem Cyanamid-Effekt gerechnet werden kann und ob sich Aussagen über die Art der Cyanamidwirkung machen lassen.

Methode

2 - 3 Tage alte Schweinegülle wurde mit Cyanamid (0, 0,01, 01, 1 % Endkonzentration) versetzt und bei 15°C 35 Tage inkubiert

Bestimmung der Gesamtkeimzahl auf PC-Agar

Bestimmung von Bakteriengruppen auf Selektivmedien

Von allen Medien wurden die Einzelkolonien der höchsten Verdünnungsstufen mikroskopiert.

Sensorische Bestimmung der Geruchsschwelle bei verschiedenen Verdünnungen.

Ergebnisse

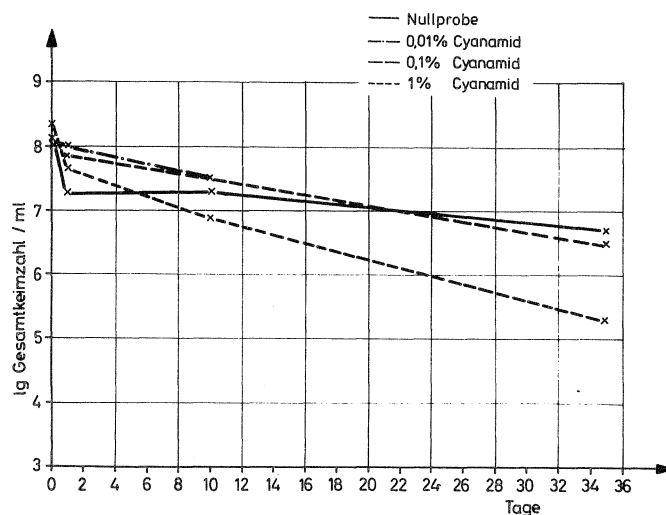


Abb.5 Einfluß von Cyanamid auf die Gesamtkeimzahl in Schweinegülle* (unbelüftet)

*TS = 25,6 g/l, pH = 7,6

Tabelle 1: Bestimmung der Keimzahlen mit Selektivmedien
(lg.ml⁻¹, nach 35 Tagen Inkubation)

Cyanamid (%)	0	0,1	1
MRS-Agar (Laktobacillen, Streptokokken)	5,9	6,0	5,3
MRS-Agar (Hefen)	0	0	0
SB-Agar (Fäkalstreptokokken)	5,8	5,7	5,3
Würze-Agar (Schimmel und Hefen)	2,0	0	0
VRB-Agar (Gram-negative Bakte- rien)	5,5	5,0	1,3
PC-Agar (Gesamtkeimzahl)	6,7	6,5	5,3

Das mikroskopische Bild der Gülleflora war äußerst vielschichtig und ließ keine eindeutig dominierende Form erkennen.

Bei 0,1 %iger Anwendung von Cyanamid war die Geruchsschwelle deutlich vermindert.

Mit steigender Cyanamidkonzentration und während der Lagerungszeit erniedrigte sich die Gesamtkeimzahl kontinuierlich (Abb. 4), mit Hilfe von Selektivmedien konnten Floraverschiebungen beobachtet werden (Tab. 1).

Literatur:

- (1) Thaer, R.
Ahlens, R.
Grabbe, K.: Untersuchungen zum Prozeßverlauf und Stoffumsatz bei der Fermentation von Rinderflüssigmist bei erhöhten Temperaturen
Landbauforschung Völkenrode 23/2, (1973), S. 117 - 126
- (2) Craver, L.S.
Hoffmann, B.: Technical aspects of liquid composting
J. Milk Food Technol. 37/6, (1974), S. 293 - 301
- (3) Hugenroth, P.
Mayer, B.: Geruchsverminderung bei Flüssigmisten und anderen Flüssigabfällen durch Cyanamid.
Landwirtschaftl. Forschung, Bd. 26, Heft 4 (1973), S. 374 - 377

- (4) Horney, R.E.
Jackson, H.T.: Deodourizing and sewage treatment formulation
US Pat. 3.720.607, publ. 1973
- (5) Peterson, O.H.: Method of controlling odour from animal wastes
US Pat. 3.706.663, publ. 1972
- (6) Roehm, D.C.: Deodourizing treatment of sewage prior to biological treatment
GB Pat. 1'152 388, publ. 1969
- (7) Robinson, K.
Baxter, S.H.
Saxton, J.R.: Microbial aspects of aerobic treated swine waste. Livestock waste management of pollution abatement
Proc. Intern. Symp. of Livestock Wastes, (1971), S. 225 - 228

Wissenschaftlicher Kontakt

Fachgespräch mit Dr. Grabbe, Okt. 1975, Braunschweig/Völkenrode.

Projektbereich I

Anwendung neuer Werkstoffe, verbesserter und verbilligter Bauweisen und Konstruktionen für landwirtschaftliche Betriebsgebäude und bauliche Anlagen

Leiter: Dr. H. Schulz LD
Bayer. Landesanstalt für Landtechnik
8050 Freising, Vöttingerstr. 36
Tel. 08161/71461

Antrag vom 5.4. 1976 S. 215 - 241

Die im letzten Antrag formulierten Aufgaben zur Verbilligung und Verbesserung der Betriebsgebäude für die Rinderhaltung konnten zum größten Teil durchgeführt und erreicht werden. Zeitverschiebungen und Zurückstellen von Teilbereichen mußten jedoch durch die vorgenommenen Mittelkürzungen in Kauf genommen werden und führten teilweise zu Änderungen im Versuchsplan.

Im Teilprojekt I 1 müssen die vorgesehenen Versuche mit künstlichen Steinen so lange zurückgestellt werden, bis eine preiswerte Methode zur Bestimmung des Wassergehaltes in Steinwänden aus diesen Materialien erarbeitet ist.

Im Teilprojekt I 2 konnten die Belastungsversuche von Rahmen- und Kastenträgern noch nicht in Angriff genommen werden, weil bei der Erstellung der Prüfeinrichtungen unvorhersehbare Schwierigkeiten auftraten, denen nur mit unverhältnismäßig hohen Kosten begegnet werden könnte. Die Arbeiten an einer preiswerteren Lösung für die Belastungsversuche laufen.

Sehr erfreulich erscheint, daß die im Projektbereich erarbeiteten Lösungen und Ergebnisse sehr schnell im großen Umfang von der Praxis aufgegriffen und angewendet werden. Weitergabe der Erkenntnisse durch Vorträge, Veröffentlichungen und Lehrgänge sowie die Zusammenarbeit mit anderen Institutionen konnte wesentlich zum Erfolg einer weiten Verbreitung des Kenntnisstandes auf diesem Gebiet führen.

Teilprojekt I 1

Grundlegende und anwendungstechnische Untersuchungen an neueren Bau- und Werkstoffen

Leiter: Dr.rer.nat. G. Englert
Institut für Landtechnik
8050 Freising, Vöttingerstr. 36
Tel. 08161/71799

Antrag vom 5.4.1976 S. 218 - 229

Die Arbeiten des Teilprojektes I 1 umfassen:

- . Baustoffmessungen: Messung von Eigenschaftskenngrößen, die für die landwirtschaftliche Baupraxis wichtig sind.
- . Baustoffversuche: Untersuchung des Verhaltens der Baustoffe in der landwirtschaftlichen Praxis.

Diese Untersuchungen befassen sich mit sehr verschiedenartigen Baustoffen, von der Kunststoff-Folie bis hin zu Putzen, entsprechend den von der Baupraxis ausgehenden Anforderungen. Bei praktisch allen Untersuchungen zeigt sich aber zumindest eines von zwei Problemen:

1. Es fehlen entsprechende DIN-Normen zur Bestimmung der Meßgrößen.
2. Die Inhomogenität der Baustoffe führt zu einer so großen Meßwertstreuung, daß die Versuchsergebnisse z.T. keine definierten Aussagen zulassen.

Es ergibt sich daraus die Notwendigkeit, in eingehenden Vorversuchen entsprechende Meßverfahren zu erarbeiten bzw. durch Untersuchung der Baustoff-Inhomogenität Möglichkeiten zu schaffen, unter Verwendung statistischer Methoden die Meßwertstreuung der Versuche zu verkleinern. Die methodischen Grundlagen sind inzwischen ausgearbeitet und werden konsequent auf die Untersuchungen angewandt. Zeitverschiebungen im ursprünglich vorgesehenen Versuchsplan als unvermeidliche Folge der oft zeitraubenden Vorversuche ließen sich jedoch nicht umgehen.

Der Versuchskomplex "Verhalten gegen Druckstoßbeanspruchung" wurde gestrichen, da aus Schweden entsprechende Untersuchungsergebnisse vorliegen.

Stand der Untersuchungen

1. Kunststoffe

Bewitterungsversuche mit Kunststoff-Folien und beschichteten Geweben

Unter Berücksichtigung der zum Teil starken Abhängigkeit der me-

mechanischen Eigenschafts-Kennwerte unverstärkter Kunststoff-Folien von der Dicke (Literatur/1/) und der Abhängigkeit der Werte beschichteter Gewebe von der Zahl der Gewebefäden in der Probenbreite in einem statistisch orientierten Versuchsplan (Literatur/2/) wurden folgende Kunststoff-Folien und beschichtete Gewebe auf ihr Verhalten im Freiluftklima hin untersucht:

Polyäthylen (PE), 0,2 mm dick, weiß
Polyvinylchlorid (PVC), 0,2 mm dick, weiß
PE-beschichtetes PE-Bändchen-Gewebe
PVC-beschichtetes Chemiefasergewebe
Polyvinylalkohol-Gewebe

Der Einfluß des Freiluftklimas wurde dabei in 4 Stufen variiert und zwar durch Bewitterung

- . in Nordrichtung mit und ohne Unterlegung einer schwarzen
 - . in Südrichtung PE-Platte zur Erhöhung der Temperaturbe-
- lastung.

Die zur Zeit vorliegenden Meßwerte sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt, und zwar für die längs zur Herstellrichtung entnommenen Proben. Es zeigt sich daraus, daß die erhöhte Temperaturbelastung bei praktisch allen Materialien zu einer vorzeitigen Schädigung führt.

Verhalten von Kunststoff-Planen in Gülle

In den mit Kunststoff-Planen abgedichteten Erdbecken zur Güllelagerung (Literatur/3/) besteht die Gefahr, daß die Planen unter der Einwirkung von Freiluftklima und Gülle beschädigt und undicht werden. In einem Laborversuch (Einwirkung der Gülle) und Praxisversuch (Einwirkung des Freiluftklimas und der Gülle) wird daher untersucht, wie sich Planen aus

PVC, 0,8 mm dick
ECB (Äthylen-Copolymerisat-Bitumen), z.B. Lucobit, Carbofol, 2 mm dick
Polyisobutylen (PIB), 1,5 mm dick

in diesem Einsatzgebiet verhalten. Auch diesem Versuch wurde ein statistisch orientierter Versuchsplan zugrunde gelegt.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigt Tabelle 3, anhand der Meßwerte in Herstellrichtung. Im Laborversuch zeigten PVC und ECB nach einem Jahr Einlagerung noch keine signifikante Schädigung, für PIB dagegen wurden kleinere Meßwerte erhalten. Der Abfall der Meßwerte für das in der Praxis eingesetzte PVC dürfte vor allem auf die Sonneneinstrahlung zurückzuführen sein.

Da zur Herstellung der abgedichteten Erdbecken die nur in Breiten bis zu 2,5 m hergestellten Planen miteinander verbunden werden müssen, wurde auch die Haltbarkeit der Schweiß- und Klebeverbindung bei Einlagerung in Gülle untersucht.

Erste Ergebnisse zeigt Tabelle 4. Nach einem Jahr Einlagerung veränderten sich die Meßwerte nicht wesentlich, außer bei der Spezialverklebung von PIB. Die dafür festgestellte Abminderung bestätigt Erfahrungen, daß gerade diese Verbindungsart den Anforderungen der Praxis nicht standhält.

Verhalten von Kunststoff-Hartschäumen im Stallklima

Bewährte Hartschäume, wie z.B. das extrudierte Polystyrol, sowie auch für einen Einsatz als Wärmedämmung von Stallgebäuden evtl. interessante Kunststoff-Hartschäume sind im Stallklima einer hohen Feuchtigkeitsbelastung, aber auch aggressiver Stallluft ausgesetzt. Es wurde daher untersucht, wie sich folgende Hartschäume im Stallklima verhalten:

- Polystyrol-Partikelschaum
- Polystyrol-Extruderschaum
- Phenolharzschaum
- Polyurethan-Hartschaum.

Die erste vergleichende Überprüfung findet Mitte 1976 statt. In umfangreichen Vorversuchen wurde die starke Abhängigkeit der Eigenschafts-Kenngrößen Biege- und Druckfestigkeit von der Rohdichte erfaßt, um die Versuchsstreuung in Grenzen halten zu können.

2. Holzwerkstoffe

Eigenschaften von billigen Bau-Furnierplatten

In der landwirtschaftlichen Baupraxis werden die im übrigen Bauwesen vorwiegend als Verschalung eingesetzten billigeren Bau-Furnierplatten auch konstruktiv eingesetzt, z.B. als Knotenplatten bei der Starrahmen-Bauweise. Von diesen wetterfest verleimten Furnierplatten aus

- . Fichte,
- . Fichte-Kiefer,
- . Douglas-Fir,
- . Seekiefer,
- . Keruing,

liegen nicht in allen Fällen die für den konstruktiven Einsatz wesentlichen Eigenschaftswerte vor. Mit der Nullmessung des Versuches über das Verhalten im Freiluft- und Stallklima wurde daher gleichzeitig eine stichprobenartige Qualitätsüberprüfung durchgeführt (Literatur/4/).

Es zeigte sich, daß alle Sperrholzarten mit Ausnahme der Seekiefer die in der DIN-Norm festgehaltenen Mindestwerte erreichen. Die von der Norm ebenfalls geforderte inner- und außerbetriebliche Qualitätsüberwachung erfolgt allerdings nur bei den deutschen Fichte-

und schwedischen Fichte-Kiefer-Platten. Nur diese Platten dürfen konstruktiv eingesetzt werden.

Verhalten von Bau-Furnierplatten und Spanplatten im Freiluft- und Stallklima

Holzwerkstoffe sind beim Stallbau sowohl dem Freiluft- als auch dem Stallklima ausgesetzt. Gerade über den Einfluß des Stallklimas liegen noch keine quantitativen Versuchsergebnisse vor. Es wurden daher die schon vorgenannten Sperrholzarten und wetterfest verleimte Spanplatten (V100G) in drei verschiedenen Ställen (Bullenmast-Warm- und Kaltstall, Milchvieh-Warmstall) und im Freien ausgelagert.

Die für das 1 1/2 Jahre dem Freiluftklima ausgesetzte Sperrholz erhaltenen Meßwerte zeigt Tabelle 5. Es zeigt sich in der Biegeprüfung eine deutliche Schädigung der Sperrholzplatten. Obwohl sich nach dem ersten Vergleich noch keine eindeutige und einheitliche Tendenz abzeichnet, läßt sich dennoch als Trend ablesen, daß die Deckfurniere und zum Teil auch die unter den Deckfurnieren liegenden Zwischenfurniere durch die intensive Sonneneinstrahlung bei Auslagerung in Südrichtung geschädigt werden.

Die erste Probenziehung der im Stallklima ausgelagerten Sperrholz- und Spanplatten fand ebenfalls schon statt, noch nicht aber die Prüfung.

Nagelhärte von Sperrholz

Die im Rahmen des Teilprojektes I 2 entwickelten Konstruktionen erfordern in der Ausführung meistens eine beachtliche Nagelarbeit. Die einzelnen Sperrholzarten lassen sich dabei verschieden leicht nageln, je nach Holzart. Um quantitative Angaben über die Unterschiede in der erforderlichen Arbeit zu erhalten, wurde der Widerstand von Sperrholz gegen das Eindringen eines Nagels über die Eindringtiefe bei einmaligem Hammerschlag gemessen. Es wurde dazu zuerst die mittlere Aufprallgeschwindigkeit eines vom Menschen geführten Hammers elektronisch bestimmt und dann ein Eisenstück gleichen Gewichts auf den Nagel fallen gelassen, und zwar aus einer Höhe, die eine gleich große Aufprallgeschwindigkeit zuließ. Es ergaben sich die in der Tabelle 6 dargestellten Eindringtiefen. Da sich die Arbeit aus dem Produkt Kraft x Weg errechnet, ergeben die angegebenen Verhältniszahlen auch Aufschluß über die Unterschiede in der geleisteten Arbeit.

Es zeigt sich, daß beim Nageln von Keruing nur 70 % der Arbeit geleistet werden kann, die mit einem Hammerschlag bei Fichtenholz möglich ist, eine nicht unbeträchtliche Erhöhung des Arbeitsaufwandes. Die weicheren Sperrholzarten (Fichte, Seekiefer, Douglas-Fir) zeigen dagegen keine wesentlichen Unterschiede in der erforderlichen Nagelarbeit.

3. Künstliche Steine

Bestimmung des Wassergehaltes von künstlichen Steinen in Stallwänden und -decken

Bei den bisher durchgeführten Messungen wurden Änderungen im Feuchtigkeitsgehalt über die Feuchtigkeit von Holzklötzen, die in das Mauerwerk eingelassen waren, verfolgt. Die Untersuchungen erfolgen in enger Zusammenarbeit mit dem Teilprojekt I 2. Da die Gefahr einer Verrottung der Holzklötze nicht auszuschließen ist, werden zur Zeit Überlegungen angestellt, neue Meßzellen zu verwenden. Handelsüblich erhaltene Zellen erfordern allerdings beträchtliche Investitionen, so daß nach einer billigeren Lösung Ausschau gehalten werden muß.

Die bisherigen Ergebnisse können noch nicht ausgewertet werden, da zur Berechnung benötigte Eichkurven (Sorptionsisothermen) noch fehlen.

4. Dachmaterialien

Verhalten von Bitumen-Wellplatten im Freiluftklima

Die als Dachmaterialien vielfach eingesetzten Bitumen-Wellplatten sind auch im Bereich der Landwirtschaft im wesentlichen nur dem Freiluftklima ausgesetzt. Da quantitative Angaben über dessen Einfluß auf wichtige Material-Kenngrößen noch fehlen, wurden Platten zweier Hersteller im Bewitterungsstand in nördlicher und südlicher Richtung ausgelagert. Die Vorversuche zur Festlegung der Meßbedingungen und zur Untersuchung der Inhomogenität stehen noch aus.

5. Metallische Werkstoffe

Untersuchung der Beständigkeit von korrosionsgeschützten Nägeln im Stallklima

Nagelverbindungen sind ein wesentliches Element von vielen im Teilprojekt I 2 entwickelten Konstruktionen. In der hohen Luftfeuchtigkeit und der aggressiven Luft von Ställen ist eine Korrosion der Nägel nicht nur zu befürchten, sondern in der Praxis auch immer wieder zu beobachten. In Praxis- und Laborversuchen soll daher geklärt werden, wie gut Nägel durch die verschiedenen Korrosions-Schutzschichten geschützt sind.

Folgende Schutzschichten werden untersucht:

- galvanische Verzinkung
- Feuerverzinkung
- galvanische Cadmierung
- Kunststoffbeschichtung

Nach vorbereitenden Versuchen wurden das Gewicht der Nägel und ihre Biegefestigkeit als Meßgrößen festgelegt. Da es sich zeigte, daß bei den feuerverzinkten Nägeln eine signifikante lineare Korrelation zwischen der Schichtdicke und dem Gewicht der Nägel besteht, ergibt sich über das Gewicht die Möglichkeit, die Proben so sortiert in den Versuch aufzunehmen, daß eine evtl. Abhängigkeit des Korrosionsfortschrittes von der Schichtdicke aufgezeigt werden kann.

Die Nägel werden in einem Stall an Stellen verschiedener Konzentration des Wasserdampfes und der aggressiven Luftbestandteile, im Freien und in einer klimatisierbaren Versuchseinrichtung (Zeitraffer-Versuch) auf ihre Korrosionsbeständigkeit hin untersucht. Die Praxisversuche beginnen Mitte 1976.

6. Baustoffe aus Abfallprodukten

Messung verschiedener Eigenschafts-Kenngrößen von Stroh-Dachplatten (Stramit)

Von dem bisher als einzigem im größerem Umfang in der Baupraxis eingesetzten Baustoff aus Stroh, den Stramit-Dachplatten, sind nur wenige Eigenschafts-Kennwerte bekannt. Es wurden daher weitere wichtige Größen bestimmt (Literatur /5,6/). Es ergab sich in manchen Eigenschaften eine enge Verwandtschaft der Stroh-Bauplatten zum Holz.

Beständigkeit von Stroh-Dachplatten im Stallklima

Es ist aus der Praxis bekannt, daß die Stramit-Dachplatten, richtig in die Konstruktion eingefügt (Hinterlüftung), auch im Stallklima beständig sind. Den quantitativen Nachweis dafür soll ein Praxisversuch erbringen, bei dem Stramit-Dachplatten in Wand und Decke von verschiedenen Ställen eingebaut wurden. Die erste Vergleichsmessung erfolgt Mitte 1976.

7. Untersuchungskomplexe mit verschiedenartigen Baustoffen

Wasserdampfdurchlässigkeit verschiedener Baustoffe

In die bauphysikalischen Berechnungen von Wand- und Deckenkonstruktionen geht neben der Wärmeleitfähigkeit λ auch der Diffusionswiderstandsfaktor μ ein. Während der λ - Wert der meisten Baustoffe bekannt ist, liegt der μ - Wert oft nicht vor oder ist nicht hinreichend genau bekannt. Hinzu kommt, daß die Messung nach der DIN-Norm in einem Wasserdampfdruck-Gefälle entsprechend 0 und 80 % rel. Feuchte erfolgt, während im Stallbau ein Feuchtigkeitsdurchgang im Bereich 60 - 96 % rel. Feuchte gegeben ist. Es wurden daher die μ - Werte verschiedener Wand- und Deckenbaustoffe bestimmt. Die vorliegenden Ergebnisse zeigt Tabelle 7.

Die Messungen werden fortgeführt.

8. Zeitraffer-Versuche zur Einwirkung des Stallklimas auf Baustoffe

Aus der Forderung der Baupraxis, Aussagen über das Verhalten von Baustoffen in einem bestimmten Einsatzgebiet schon vor Baubeginn in der Hand zu haben, ergibt sich die Notwendigkeit von Zeitraffer-Versuchen. Dabei werden wirksame Faktoren der Einsatzumwelt in ihrer Intensität und Einwirkdauer verstärkt. Der Versuchskomplex wird 1976 mit Versuchen an korrosionsgeschützten Nägeln begonnen.

9. Beständigkeit von Baustoffen gegenüber Reinigungs- und Desinfektionsmitteln

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Tierhygiene und Nutztierkunde sowie mit der Süddeutschen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft sollen verschiedene Baustoffe auf ihre Beständigkeit gegenüber Reinigungs- und Desinfektionsmitteln untersucht werden. Der Versuch wurde 1976 mit extrudiertem Polystyrol begonnen. Als Meßgröße dient die Biegefestigkeit. Insgesamt 13 verschiedene Mittel, die den gesamten Bereich abdecken, wurden in den Versuch aufgenommen. Die Einlagerung der Proben erfolgt bei 20° C, und zur Intensivierung der Einwirkung, bei 60° C. Erste Ergebnisse werden noch 1976 vorliegen. Die Versuchsreihe soll mit Sperrholz weitergeführt werden.

10. Reinigung und Desinfektion von Baustoffen Mechanische Belastung von Baustoffen durch Hochdruckreinigungsgeräte

Die zunehmende Rationalisierung im landwirtschaftlichen Betrieb bringt es auch mit sich, daß verstärkt Hochdruckgeräte zur Reinigung und Desinfektion von Ställen eingesetzt werden. Bei diesen Geräten wird immer nur der Geräteinnendruck angegeben, nicht aber der Aufpralldruck, mit dem der Wasserstrahl auf die Wand- und Deckenbaustoffe auftrifft. Für Angaben über mögliche Schädigungen der Baustoffe ist aber gerade die Kenntnis des Aufpralldruckes erforderlich. In einem noch nicht ganz abgeschlossenen Versuch wurde daher der Aufpralldruck in Abhängigkeit von der Entfernung zur Düse und vom Innendruck gemessen. Das Ergebnis für einen bestimmten Düsen-Typ zeigt Tabelle 8. Die gemessenen Aufpralldrucke führen bei weicheren Materialien, wie z.B. den extrudierten Polystyrolschäumen, bei nicht richtiger Einhaltung des Arbeitsabstandes zu Schädigungen.

Haftung von Schmutz und Bakterien an Baustoff-Oberflächen

Um eine Empfehlung über ein optimales Reinigungs- und Desinfektionsverfahren für verschiedene Baustoffe abgeben zu können, muß

quantitativ nachgewiesen werden, wie gut Schmutz und Bakterien bei Anwendung verschiedener Reinigungsverfahren von der Oberfläche zu entfernen sind. Ein entsprechender Versuch wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Tierhygiene und Nutztierkunde 1976, ebenfalls zuerst an extrudiertem Polystyrol, begonnen.

Tabelle 1: Verhalten von Kunststoff-Folien im Freiluftklima

Material	Kenngröße	Lagerbedingungen	Meßwert der Kenngröße in % des Ausgangswertes nach einer Auslagerungszeit				
			t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅
PE	σ _{RL}	N	100	86	80	86	70
		S	95	92	80	89	78
		NT	98	82	84	83	83
		ST	94	82	79	52	52
	ε _{RL}	N	98	85	84	87	74
		S	93	93	81	92	80
		NT	97	78	88	87	88
		ST	96	87	85	27	-
PVC	σ _{RL}	N	100	96	92	98	98
		S	99	97	94	92	85
		NT	101	102	101	93	104
		ST	102	103	100	85	84
	ε _{RL}	N	95	90	91	87	85
		S	92	88	88	76	68
		NT	90	87	88	85	78
		ST	82	83	79	60	54

σ_{RL} Reißfestigkeit }
 ε_{RL} Reißdehnung } in Herstellrichtung

N { in Nordrichtung
 S { in Südrichtung
 NT { in Nordrichtung auf schwarzer PE-Unterlage
 ST { in Südrichtung auf schwarzer PE-Unterlage

t₁ = 63 Tage t₃ = 338 Tage t₅ = 568 Tage (ST), 626 Tage (Rest)
 t₂ = 198 Tage t₄ = 469 Tage

Tabelle 2: Verhalten von beschichteten Geweben im Freiluftklima

Material	Kenngröße	Lagerbedingungen	Meßwert der Kenngröße in % des Ausgangswerts nach einer Auslagerungszeit	
			t_2	t_3
PE-besch. PE-Gewebe	F_{RL}	N	102	92
		S	99	93
		NT	106	103
		ST	85	81
	ϵ_{RL}	N	96	89
		S	90	90
		NT	100	112
		ST	74	78
PVC-beschicht. Chemiefasergewebe	F_{RL}	N	104	99
		S	98	97
		NT	104	105
		ST	108	108
	ϵ_{RL}	N	95	88
		S	92	91
		NT	93	98
		ST	96	95
Polyvinylalkohol-Gewebe	F_{RL}	N	85	86
		S	67	66
		NT	55	82
		ST	43	44
	ϵ_{RL}	N	96	90
		S	85	86
		NT	92	94
		ST	78	65

F_{RL} Reißkraft pro 5 cm Probenbreite }
 ϵ_{RL} Reißdehnung } in Herstellungsrichtung

N } in Nordrichtung
S } in Südrichtung
NT } in Nordrichtung auf schwarzer PE-Unterlage
ST } in Südrichtung auf schwarzer PE-Unterlage

$t_2 = 197$ Tage, $t_3 = 337$ Tage

Tabelle 3: Verhalten von Kunststoffplanen in Gülle

Material	Kenngröße	Meßwert der Kenngröße in % des Ausgangswerts nach einer Einlagerungszeit			
		t ₁	t ₂	t ₃	t _{p1}
PVC	σ_{RL}	-	94	90	89
	ϵ_{RL}	-	98	105	77
ECB	σ_{RL}	94	104	103	-
	ϵ_{RL}	116	123	127	-
PIB	σ_{RL}	88	85	80	-
	ϵ_{RL}	96	83	80	-

σ_{RL} Reißfestigkeit }
 ϵ_{RL} Reißdehnung } in Herstellrichtung

t₁ = 109 Tage
 t₂ = 194 Tage
 t₃ = 367 Tage
 t_{p1} = 952 d (Praxisprobe)

Tabelle 4: Haltbarkeit der Schweiß- und Klebeverbindungen von Kunststoffplanen in Gülle

Material	Verbindungsart	Meßwert des Schweißfaktors in % des Ausgangswerts nach einer Einlagerungszeit	
		t ₁	t ₂
PVC	Heizkeilver- schweißung	105	104
	Quellverschweißung	100	98
ECB	Heißluftverschweis- sung	107	104
PIB	Quellverschweißung	94	95
	Spezialverklebung	89	87

$$\text{Schweißfaktor} = \frac{\sigma_{RV}}{\sigma_{RG}}$$

σ_{RV} = Reißfestigkeit des verschweißten Materials

σ_{RG} = Reißfestigkeit des Grundmaterials

t₁ = 221 Tage

t₂ = 368 Tage

Tabelle 5: Verhalten von Bau-Furnierplatten im Freiluftklima

Material	Kenngröße	Lagerungs- bedingungen	Meßwert der Kenngröße in % des Ausgangswertes nach 1 1/2 Jahren Auslagerung
Douglas-Fir	⌥ bBL	N	85
		S	75
	⌥ bBQ	N	102
		S	92
Fichte	⌥ bBL	N	81
		S	100
	⌥ bBQ	N	77
		S	67
Fichte- Kiefer	⌥ bBL	N	81
		S	77
	⌥ bBQ	N	91
		S	69
Keruing	⌥ bBL	N	67
		S	88
	⌥ bBQ	N	45
		S	65
Seekiefer	⌥ bBL	N	100
		S	71
	⌥ bBQ	N	84
		S	81
Fichte (CSSR)	⌥ bBL	N	75
		S	78
	⌥ bBQ	N	107
		S	78

⌥ bBL Biegefestigkeit, längs zur Faserrichtung der Deckfurniere
(maßgebend für den Meßwert ist das Deckfurnier)

⌥ bBQ Biegefestigkeit, quer zur Faserrichtung der Deckfurniere
(maßgebend für den Meßwert ist das unter dem Deckfurnier
liegende Zwischenfurnier).

N Auslagerung in Nordrichtung

S Auslagerung in Südrichtung

Tabelle 6: Mittlere Eindringtiefe von Nägeln in Fichtenholz
und in verschiedenen Bau-Furnierplatten
(bei einmaligem Hammerschlag)

Material	Mittlere Eindringtiefe (mm)	Eindringtiefe in % der Eindringtiefe bei Fichtenholz
Fichtenholz	36,0	-
<u>Furnierplatten:</u> Fichte	35,6	99
Fichte-Kiefer	36,2	101
Seekiefer	32,4	90
Douglas-Fir	31,4	87
Keruing	25,4	71
Spanplatte V100G	32,4	90

Tabelle 7: Diffusionswiderstandsfaktoren μ von im Stallbau gebräuchlichen Baustoffen

Material	Dichte (kg/m ³)	Diffusionswiderstands- faktor
Stroh-Bauplatte (Stramit)	232	8,4
Polystyrol-Partikel- schaum (Styropor)	28	27,3
Polystyrol-Extruder- schaum (Styrofoam)	34,6	84,6
Fichtenholz	483	20,8
Douglas-Fir- Sperrholz	528	44,9
Kalkmörtel: Kalk:Sand=1:4	1766	16,7
Zementmörtel: Zement:Sand=1:4	1941	23,1
1:8	1817	8,8

Der μ -Wert gibt an, um wieviel mal der Diffusionswiderstand des jeweiligen Baustoffs größer ist als der einer Luftschicht gleicher Stärke ($\mu_{\text{Luft}} = 1$).

Tabelle 8: Abhängigkeit des Aufpralldruckes von der Entfernung zur Düse bei einem Hochdruckreinigungsgerät

Innendruck angegeben : 750 N/cm²
gemessen : 700 N/cm²

Abstand von der Düsenmitte (cm)	Aufpralldruck (N/cm ²)
4	20,3
6	10,6
8	8,4
10	6,0
15	4,1
20	2,7
25	2,3
30	1,8

Veröffentlichungen:

- (1) Englert, G.: Auswirkung der Dicken-Inhomogenität von Kunststoff-Folien auf die Meßwerte bei Reißversuchen
Kunststoffe 64 (1974), S. 254
- (2) Englert, G.: Zur Anwendung statistischer Methoden in der Baustoffprüfung
Materialprüfung 17 (1975) Nr. 1, S. 14
- (3) Englert, G.
Neuhauser, J.: Abgedichtete Erdbecken zur Lagerung von Flüssigmist
Landtechnik 31 (1976), H. 2, S. 59 - 62
- (4) Englert, G.: Eigenschafts-Kennwerte von preisgünstigen Bau-Furnierplatten
Bauen mit Holz, 78 (1976), H. 2, S. 68 - 69
- (5) Englert, G.: Baustoffe aus Stroh
Mitteilungen der DLG, 90 (1975), H. 7, S. 383
- (6) Englert, G.: Ein Baustoff, auf dem Getreidefeld herangewachsen
Bayer.Landw.Wochenblatt (1975), Nr. 15
S. 33
- (7) Englert, G.: Stramit-Bauplatten - eine rentable Lösung des Strohproblems
Bauernblatt f. Schleswig-Holstein (1975, Nr. 21, S. 1772
- (8) Englert, G.
Neuhauser, J.: Wärmedämmung mit Fasermatten
top agrar (1974), H. 11, S. 38
- (9) Englert, G.
Neuhauser, J.: Folien und beschichtete Gewebe
top agrar (1975), H. 1, S. 56
- (10) Englert, G.
Neuhauser, J.: Wärmedämmung
Mitteilungen der DLG, 90 (1975), H. 5, S. 272
- (11) Englert, G.
Neuhauser, J.: Wärmedämmende Kunststoff-Fenster für den Stallbau
top agrar (1975), H. 4, S. 52
- (12) Englert, G.
Neuhauser, J.: Mit Klebebändern werden beschädigte Silofolien wieder dicht
Bayer.Landw. Wochenblatt (1975), Nr. 26, S. 20

- (13) Englert, G. Fenster, einmal nicht aus Glas
Neuhauser, J.: top agrar (1975), H. 11, S. 51
- (14) Neuhauser, J.: Folien überlegt einkaufen und richtig einsetzen
Bayer.Landw. Wochenblatt (1975), Nr. 23,
S. 13
- (15) Neuhauser, J.: Erkennen und Kleben von Folien
Praktische Landtechnik (1975), H. 9, S. 10
- (16) Neuhauser, J.: So reparieren Sie ein Loch in der Silowand
Bayer.Landw. Wochenblatt (1975), H. 44,
S. 18
- (17) Schürzinger, H.: Scherbeton - Schalungssteine
top agrar (1975), H. 9, S. 47
- (18) Schürzinger, H.: Wetterfest verleimte Sperrholzplatten
top agrar (1976) H1, S. 48
- (19) Schürzinger, H.: Holzbetonmantelsteine
top agrar (1974), H. 7, S. 27
- (20) Schulz, H.: Neuer Kunststoff aus alten Folien
top agrar (1975), H. 2
- (21) Schulz, H.: Aktuelle Einsatzmöglichkeiten, Entwicklungen
und Probleme des Kunststoffeinsatzes in der
Landwirtschaft
AID-Information für die Wirtschaftsberatung
Nr. 24, Dezember 1975
- (22) Wißmüller, K.: Rohrverbinder - leicht und schnell montiert
top agrar (1975), H. 6
- (23) Wißmüller, K.: Alles über Siloanstriche
Chemie und Technik in der Landwirtschaft
(1974), Heft 8

Vorträge:

- (1) Englert, G.: Zur Anwendung statistischer Methoden in der
Baustoffprüfung
Kolloquium des Laboratoriums für konstruktiven
Ingenieurbau der TU München, 22.5.1974

- (2) Englert, G.: Neues über neue Baustoffe
Starrrahmentagung auf Burg Feuerstein, 28.5.74
- (3) Englert, G.: Herstellung von Bauplatten aus Stroh
Industrie- und Arbeitsgespräch über Möglichkeiten und Probleme der Strohverwertung
Weißenstephan, 20.6.1974
- (4) Englert, G.: Methoden der Prüfung von Kunststoffen für die Landwirtschaft
Sitzung der Sektion Bau und Technik der GKL, Hohenheim, 9.10.1974
- (5) Englert, G.: Wärmedämmung von Stallgebäuden mit modernen Baustoffen
Tagung der VDI-Fachgruppe Landtechnik, Braunschweig, 23.10.1975
- (6) Neuhauser, J.: Kunststoffentwicklungen auf der DLG-Ausstellung 1974
Sitzung der Sektion Bau und Technik der GKL, Hohenheim, 9.10.1974
- (7) Neuhauser, J.: Kunststoffeinsatz beim Bau des Modellstalles Voithenleitner
Sitzung der Sektion Bau und Technik der GKL, Bonn, 1.10.1975
- (8) Englert, G.
Schulz, H.
Krinner, L.
Rittel, L.: Betriebsgebäude - Konstruktion und Baustoffe
Jahrestagung der Landtechnik Weißenstephan
Weißenstephan, 3.12.1975
- (9) Schulz, H.: Neue Erfahrungen bei der baulichen Selbsthilfe
Arbeitstagung der Referenten für Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen am 18.6.1974 in Eltville
- (10) Schulz, H.: Kostensenkung durch bauliche Selbsthilfe in der Landwirtschaft
Bezirksversammlungen der Norddeutschen Hagelversicherung am 28.11.1974 in Eichstätt und am 29.11.1974 in Langenzenn
- (11) Schulz, H.: Möglichkeiten zum billigeren und zweckmäßigeren Bauen in Selbsthilfe
Vortragsveranstaltung des Maschinen und Beratungsrings St. Marien am 14.1.1975 in St. Florian/Oberösterreich

- (12) Schulz, H.: Baukosten sparen durch Selbsthilfe
Jahreshauptversammlung des Maschinenringes
Ries am 20.1.1975 in Marktoffingen.
- (13) Schulz, H.: Billiger Bauen durch Selbsthilfe
Generalversammlung des Ehemaligenvereins
Ulm am 5.2.1975
- (14) Schulz, H.: Regenerierung von Landwirtschaftsfolien
Reportage im Hessischen Rundfunk am
24.2.1975
- (15) Schulz, H.: Selbsthilfe beim Bauen
Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft zur
Rationalisierung in der Landwirtschaft am
4.3.1975 in Witzenhausen
- (16) Schulz, H.: Aktuelle Einsatzmöglichkeiten, Entwicklun-
gen und Probleme des Kunststoffeinsatzes
in der Landwirtschaft
Jahrestagung der Gesellschaft für Kunst-
stoffe in der Landwirtschaft am 2.10.1975
in Bonn
- (17) Schulz, H.: Landwirtschaftliches Bauen in der Selbsthilfe
Generalversammlung des Maschinenrings
Württembergisches Allgäu am 29.1.1976
in Waltershofen
- (18) Schulz, H.: Bauliche Selbsthilfe in der Landwirtschaft
Jahreshauptversammlung des Maschinenrings
Oberallgäu am 6.4.1976 in Kempten

Wissenschaftliche Kontakte

Institut für landwirtschaftliche Bauforschung der FAL, Völkenrode
Institut für Baustoffkunde und Werkstoffprüfung der TU München
Institut für Holzforschung und Holztechnik der Universität München
BASF (Spanplatten, Kunststoff-Folien)

Teilnahme an Tagungen

9./10.10.1974
Stuttgart Hohenheim

Jahrestagung der Gesellschaft für Kunst-
stoffe in der Landwirtschaft

27.2.1975
Neumarkt

Flach- und Foliensilos, Strohverwertung
Tagung des Landtechnischen Vereins in
Bayern e.V.

1./2.10.1975
Bonn

Jahrestagung der Gesellschaft für Kunst-
stoffe in der Landwirtschaft

22./24.10.1975
Braunschweig

Internationale Tagung Landtechnik
der VDI-Fachgruppe Landtechnik

3.12.1975
Freising

Landtechnische Jahrestagung 1975

Teilprojekt I 2

Grundlegende und anwendungstechnische Untersuchungen an neueren Konstruktionen und Bauhüllen für Betriebsgebäude und bauliche Anlagen in der Rinderhaltung.

Leiter: H. Schulz, Dr.agr. LD
Bayer. Landesanstalt für Landtechnik
8050 Freising, Vöttinger Str. 36
Tel. 08161/71461

Mitarbeiter: L. Rittel, Dipl.-Ing.agr.u.Architekt

Antrag vom 5.4.1976 S. 230 - 241

Im Forschungsantrag vom 5.4.1974 (S. 210) wurden acht Ziele für das Arbeitsprogramm des Teilprojektes I 2 formuliert. Von diesem Programm konnten wesentliche Teile in Angriff genommen werden, einige Vorhaben mußten jedoch wegen nicht vorhersehbarer Schwierigkeiten umdisponiert werden, teilweise ergaben sich daraus neue Arbeitsvorhaben, deren Weiterentwicklung zur Zeit in vollem Gange ist.

1. Methode

Zur Entwicklung, Erprobung und Anwendung neuerer Baukonstruktionen für landwirtschaftliche Betriebsgebäude und bauliche Anlagen wurde eine Methode entwickelt, die ein stufenweises Vorgehen der Erarbeitung des Forschungszieles zuläßt. (Anlage 1) Die Forderung der Praxis und die Verflechtung mit relevanten Teilprojekten führen zum ersten eigenen Entwurf einer neuen Konstruktion. Im Vorversuch wird die konstruktive Durchführbarkeit soweit erarbeitet, daß sie zur Grundlage für die statische Berechnung wird. In einem ersten Versuchsbau in der Praxis wird das Gesamtkonzept überprüft und die gesammelten Erfahrungen werden in weitere Versuchsbauten eingearbeitet. Anschließend kommt es zur praxisreifen Ausführung der Bauweise, die durch Baulehrgänge des Landtechnischen Vereins dann in die Praxis eingeführt werden kann. Durch den guten Kontakt zur Praxis über mehrere Jahre hinweg, konnte diese Arbeitsweise in der Form erweitert werden, daß sogenannte Rückmeldungen aus der Praxis Aussagen über die jeweils erstellten Bauten geben. Dieser Kontrollmechanismus kann für die weiteren Forschungsarbeiten nicht hoch genug eingeschätzt werden, da er die Diskussion anregt und zu Verbesserungen oder gar Neuentwicklungen führt.

2. Stand der Untersuchungen

- 2.1 Im Antrag vom März 74 wurden für das Teilprojekt I 2 folgende Ziele und Arbeitsprogramme festgelegt:
 - 2.1.1 Rißlinienverlauf der Knotenplatten am Rahmeneck
 - 2.1.2 Bruchbelastung von Originalrahmen
 - 2.1.3 Bruchbelastung von Kastenträgern
 - 2.1.4 Ersatz von großen Holzquerschnitten durch genageltes I-Profil
 - 2.1.5 Verbesserte Einspannung von Holzstützen im Betonfundament
 - 2.1.6 Materialaufwand und Arbeitszeitbedarf verschiedener Holzkonstruktionen
 - 2.1.7 Kantholzverbinder

- 2.1.8 Schalungsloser Betonbehälter nach dem Torkret-Verfahren
- 2.2 Holzfeuchtemessungen in Versuchsbauten
 - 2.2.1 Bogenbinderstall
 - 2.2.2 Schalenstall
 - 2.2.3 Holzbalkendecke

2.1.1 Rißlinienverlauf der Knotenplatten bei Rahmenecken

Zur Herstellung der biegesteifen Rahmenecken bei Starrahmenbindern werden Sperrholzknotenplatten gebraucht. Nach DIN 1052, Tabelle 8, kommt dem Verlauf der Faserrichtung der Deckfurniere eine besondere Bedeutung zu. Der Faserverlauf richtet sich nach den auftretenden Hauptkräften.

Zur Berechnung der Kräfte in den Rahmenecken werden zwei verschiedene Methoden angewandt: (Anlage 2)

1. Die in der Knotenplatte wirkenden Kräfte werden rechnerisch zerlegt in Zug- und Druckkräfte. Entsprechend dem Verlauf der Zug- und Druckkräfte wird die Faserrichtung der Sperrholzplatten gelegt.
2. Die Knotenplatte wird als Scheibe betrachtet, wobei Momente um die Nagelschwerpunkte auf Stiel und Riegel wirksam werden. Die Verbindungslinie der beiden Nagelschwerpunkte wird als Rißlinie angenommen. Rechtwinklig dazu muß die Faserrichtung der Sperrholzknotenplatten verlaufen, also um ca. 90° gedreht wie unter 1 beschrieben.

Je nach Berechnungsart müssen die Knotenplatten mit unterschiedlicher Faserrichtung aufgenagelt werden. Der Faserverlauf der zweiten Berechnungsart hat jedoch den Vorteil, daß beim Herausschneiden der Knotenplatten aus einer handelsüblichen Sperrholzplatte mit 1,22 x 2,44 m wesentlich weniger Verschnitt entsteht, als nach der ersten Berechnungsmethode.

Zur Klärung des Rißlinienverlaufes wurde eine Versuchsreihe von Rahmenecken mit unterschiedlichem Faserverlauf der Knotenplatten angelegt. Zur Verdeutlichung der Entstehung der Rißlinien und ihres endgültigen Verlaufes wurden die Knotenplatten bei konstanter Temperatur und Raumfeuchtigkeit mit einem empfindlichen Reißlack beschichtet.

Die Rahmenecken wurden in einem Versuchsstand mehrmals be- und entlastet. Dabei wurden die reißlackbeschichteten Knotenplatten auf kleinste Veränderungen beobachtet. Bis knapp vor dem endgültigen Bruch der Rahmenhölzer konnten auf den Platten keinerlei Rißlinien markiert werden. Jetzt zeichneten sich bis zum Bruch nur die unter dem Reißlack liegenden Nagelköpfe ab. Auch nach dem Bruch des Rahmenholzes konnten auf dem Reißlack keine Anzeichen von Rißlinien festgestellt werden, unabhängig davon, wie der Faserverlauf auf den Knotenplatten war. Dieser Versuch zeigte deutlich, daß der Faserverlauf der Sperrholzknotenplatten auf Rahmenecken von untergeordneter Bedeutung ist. Die Bruchstellen traten nie im Bereich der Knotenplatten, sondern immer auf dem Rahmenholz nebenan auf.

Diese Ergebnisse wurden auch durch Zugversuche der Baustoffprüfung im Projekt I 1 bestätigt. Hier zeigte sich deutlich, daß manche Sperrholzplatten quer zur Faserrichtung mehr Kräfte aufnehmen, als parallel zur Faserrichtung, wie es in DIN 1052 vorgesehen ist. Damit diese Forderung in DIN 1052 zurecht und mit Sinn besteht, müßte der Sperrholzaufbau nach DIN 68700, Blatt 3 präzisiert werden.

2.1.2 Bruchbelastung von Originalrahmen

Die Belastungsversuche von Originalstarrahmen bis zum Bruch mußten zurückgestellt werden, da sich die Bereitstellung der technischen Einrichtung (Hydraulikaggregat mit Zug- und Druckzylinder) verzögerte. Die Belastungsversuche sollen im Sommer 76 durchgeführt werden.

2.1.3 Belastungsversuche mit Kastenträgerkonstruktionen

Auch diese Versuche mußten aus den gleichen Gründen wie unter 2.1.2 auf Sommer 76 verschoben werden.

2.1.4 Ersatz von großen Holzquerschnitten durch genagelte I-Profile

Für Starrahmenbauten mit großen Spannweiten und hohen Schneelasten, z.B. 20,00 m und 100 kg/m^2 Schneelast, werden beachtliche Holzquerschnitte von $10/35 \text{ cm}$ gebraucht. Der Rahmenabstand beträgt hierbei $0,62 \text{ m}$. Für die normale Stallbreite von $12,50 \text{ m}$ bei 75 kg/m^2 Schneelast sind Holzquerschnitte von $9/28 \text{ cm}$ notwendig. Die Rahmen stehen hier auf einem Abstand von $0,833 \text{ m}$. Solche Holzquerschnitte, die aus VI. Klasse Bäume geschnitten werden, können leider nicht immer in ausreichender Zahl aus üblichem Bauernwald geliefert werden. Überzeugend ist jedoch der Ausweg, große einteilige Holzquerschnitte durch kleinere zusammengenagelte I-Querschnitte zu ersetzen. Für eine Spannweite von $21,75 \text{ m}$ und 100 kg/m^2 Schneelast werden dazu nur noch Querschnitte von $6/21 \text{ cm}$ für den Steg bzw. $6/18 \text{ cm}$ für die Gurte gebraucht. Der Rahmenabstand beträgt $1,00 \text{ m}$. Für $12,50 \text{ m}$ Spannweite und 75 kg/m^2 Schneelast werden Querschnitte von $6/14 \text{ cm}$ notwendig, bei einem Rahmenabstand von $1,25 \text{ m}$. Diese Holzquerschnitte sind aus jedem Bauernwald herauszubekommen.

Um die Wirtschaftlichkeit der Doppel-T-Profile zu überprüfen, wurden in einem Versuchsstall mit 30 m Länge, $12,50 \text{ m}$ Spannweite und 75 kg/m^2 Schneelast, sowohl einteilige Vollholzrahmen als auch zusammengesetzte I-Rahmen eingebaut. Der Materialverbrauch und der Arbeitszeitaufwand sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Unterschiedlicher Materialbedarf und Arbeitszeitaufwand für Vollholzrahmen bzw. I-Rahmen

	Vollholzrahmen	Doppel-T-Rahmen
<u>I. Rahmenherstellung</u>		
Rahmenabstand	e = 0,833 m	e = 1,25 m
Rahmenanzahl	37	25
Holz [m ³]	21,01	13,87
Nägel verzinkt [kg]	171,00	1032,00
Arbeitszeitbedarf [Std.]	58,63	276,25
<u>II. Aufstellen der Rahmen</u>		
Arbeitszeit/Rahmen [Std.]	4,21	4,63
Arbeitszeit gesamt [Std.]	155,77	115,75

Für eine monetäre Bewertung werden folgende Preise unterstellt:

kleine Holzquerschnitte	300 DM/m ³
große Holzquerschnitte	350 DM/m ³
Nägel	3,- DM/kg
Arbeit	8,- DM/Std.

Unterschiedlicher Aufwand für die Tragkonstruktion des Gebäudes

	Vollholzrahmen	Doppel-T-Rahmen
Rahmenanzahl	37 Rahmen	25 Rahmen
<u>I. Kosten für Rahmenherstellen</u>		
Kosten für Holz	7.354,-- DM	4.161,-- DM
Kosten für Nägel	513,-- DM	3.096,-- DM
Kosten für Arbeit	470,-- DM	2.210,-- DM
gesamt	8.837,-- DM	9.467,-- DM
<u>II. Kosten für Aufstellen</u>		
Arbeitskosten/Rahmen	33,68 DM	37,04 DM
Arbeitskosten gesamt	1.246,16 DM	926,00 DM
<u>III. Gesamtkosten</u>		
Herstellen der Rahmen + Aufstellen	10.083,16 DM	10.393,-- DM

Aus den beiden Tabellen kann folgender Schluß gezogen werden:
Die Gesamtkosten für das errichtete Tragwerk aus Vollholzrahmen oder aus I-Rahmen unterscheiden sich unwesentlich, da die Abhängigkeiten linear sind. Die höheren Kosten für die großen Holzquerschnitte beim Vollholzrahmen werden wieder ausgeglichen durch den größeren Aufwand an Verbindungsmittel und Arbeitszeit für das I-Profil.

Stehen in einem Betrieb billige Arbeitskräfte (Arbeitstal im Jahresablauf) und preisgünstiges Schnittholz für kleinere Querschnitte (eigener Wald) zur Verfügung, so schneidet der Doppel-T-Rahmen günstiger ab.

2.1.5 Verbesserte Einspannung von Holzstützen im Betonfundament

Die Einspannung von Holzstützen in Betonfundamenten ist bisher nur mit Metallzwischenstücken lösbar. Diese Metallstücke bestehen bei einteiligen Druckstäben meistens aus zwei einander zugewandten U-Profilen mit einer Länge von ca. 1,50 m. Diese einbetonierten U-Profile haben den Nachteil, daß bei der Stützenmontage der Stützenfuß ganz genau in die innen abgerundeten Metallprofile eingepaßt werden muß. Das mehrmalige Ein- und Ausheben der Stütze in die Metallprofile ist auf der ländlichen Baustelle schwierig und zeitraubend.

Auf der Suche nach einer billigeren Einspannmöglichkeit wurden zunächst Rundholzstützen nach unterschiedlicher Vorbehandlung direkt ins Blockfundament einbetoniert, um das Feuchtigkeitsverhalten des Stützenfußes zu untersuchen. Die Versuchsanordnung zeigt folgendes Bild:

1. Stütze unbehandelt, Baugrube mit Erdreich verfüllt.
2. Stütze tauchimprägniert, im Verfüllungsbereich mit 4 ringsum verteilten senkrechten Nuten versehen, in einen Schrumpffolien-sack verpackt und einbetoniert. Die Nuten werden von Zeit zu Zeit mit Holzschutzmittel aufgefüllt.
3. Stütze, tauchimprägniert und einbetoniert.
4. Stütze, unbehandelt und einbetoniert.

Alle 4 Stützen sind mit 3 Feuchtigkeitsmeßpunkten unter Geländeneiveau versehen: Punkt 1 - 0,90 m, Punkt 2 - 0,50 m, Punkt 3 - 0,10 m. Der Verlauf der prozentualen Holzfeuchte ist auf dem Diagramm in Anlage 3 aufgezeichnet. Die Dauerfeuchtigkeiten liegen für eine einfache praxisgerechte Baulösung noch zu hoch. Nach eineinhalbjähriger Dauer wurde die Versuchsanlage überdacht. Damit soll geprüft werden, ob das am freistehenden Stamm ablaufende Regenwasser die Holzfeuchte im eingebetteten Bereich wesentlich beeinflußt, oder ob immer eine Erdgleichgewichtsfeuchte abhängig von der Witterung sich einstellt.

Für die Einspannung von Kantholzstützen wurde inzwischen eine wesentlich verbesserte und billigere Möglichkeit mit einbetonierten Metallzwischenstücken entwickelt (Anlage 4). Ein Flachstahl 6/100 mm wird zu einem langschenkeligen U geformt. Zwei solche Stücke werden mit dem unteren Teil kreuzweise einbetoniert, so daß aus dem Fundament nur noch vier Flachstähle herausragen, die den Stützenfuß vierseitig umfassen. Diese Flachstähle haben den Vorteil, daß sie in einbetoniertem Zustand bei der Stützenmontage gegenüber den starren U-Profilen in einer Richtung bewegt werden können und sich so auch dem Holzquerschnitt anpassen. Wie aus folgender Gegenüberstellung zu ersehen ist, wird diese Lösung auch wesentlich billiger.

Gegenüberstellung der Einspannung einer Holzstütze mit verschiedenen Stahlprofilen

Einspannungsart	U-Profil 220	Flachstahl 6/100
Materialbedarf [lfdm]	3.00	1.60+1.70/Ø 14,4 x 1.70 m
kg/lfdm	30	4.71/1.20
kg/gesamt	90	15.54 + 8.20 = 23.74
Preis DM/kg	1,--	1,--
Gesamt DM	90,--	23,74

2.1.6 Materialaufwand und Arbeitszeitbedarf verschiedener Holzkonstruktionen

Für die in Weihenstephan entwickelten Holzkonstruktionen (inzwischen ca. 100 verschiedene Typen und Lastfälle (Anlage 5), sind größtenteils die Kennwerte für den Materialbedarf ermittelt worden. Die Ermittlung der Arbeitszeiten für diese Konstruktionen erfolgt auf der ländlichen Baustelle an Ort und Stelle. Damit ist gewährleistet, daß die besonderen Umstände solcher Baustellen voll erfaßt werden. Übliche Katalogwerte, wie sie zur Kalkulation verwendet werden, zeigen für Bauobjekte, bei denen größtenteils Nichtfachleute (Maschinenringbauhelfer) mitwirken, ein falsches Bild. Es darf nicht übersehen werden, daß nur die wenigsten landwirtschaftlichen Bauten an Firmen vergeben werden. Die eigene Mithilfe, die Mithilfe der Verwandtschaft und der Nachbarn spielt eine besondere Rolle. In Anlage 6 ist die Arbeitszeitermittlung beim Bau eines Bullenstalles mit 12,50 m Breite und 30 m Länge aufgezeigt.

In ähnlicher Weise werden auch die Arbeitszeiten für die anderen Konstruktionstypen ermittelt. Bei den Starrrahmenbauten werden die Arbeitszeiten nicht für jeden einzelnen Lastfall, sondern nur für die Grundtypen (gleiche Spannweite usw.) ermittelt. Durch Umrechnung bekommt man die Arbeitszeiten für die Einzeltypen.

2.1.7 Kantholzverbinder

Bis vor kurzem gab es auf dem deutschen Markt nur einen Hersteller von Kantholzverbindern (patentiert), den Holzverbindervertrieb (HVV) in Kiel mit Alleinverteilrecht der skandinavischen BMF-Verbinder. Durch diese Monopolstellung ergab sich ein hohes Preisniveau dieser für neuere Holzkonstruktionen unersetzlichen Verbinder. In Zusammenarbeit mit der Fa. Merck, Aichach sollte daher ein Konkurrenzprodukt entwickelt und auf den Markt gebracht werden. Die Vorarbeiten waren soweit gediehen, daß mit der Produktion begonnen werden konnte. Unerwartete Zerwürfnisse zwischen HVV und BMF führten dazu, daß BMF auf dem deutschen Markt inzwischen als Konkurrent von HVV auftritt. Die Fa. Merck übernahm den BMF-Vertrieb für Bayern, da die nordischen BMF-Verbinder wegen der großen Stückzahlen billiger sind, als die geplanten Merck-Produkte. Inzwischen bietet auch noch eine dritte Firma (Bierbach) Kantholzverbinder an. Die Preise haben sich dadurch auf ein brauchbares Niveau eingependelt.

2.1.8 Schalungsloser Betonbehälter nach dem Torkret-Verfahren

Nachdem die DIN 18551 erschien und die Verarbeitung von Spritzbeton damit zu den anerkannten Baumethoden zählt, schien es sinnvoll, einen schalungslosen Stahlbeton-Güllebehälter zu entwickeln. Die erste Vorkalkulation in Zusammenarbeit mit der Fa. Torkret ließ erwarten, daß es möglich sei, einen preisgünstigen Güllebehälter zu errichten. Daraufhin wurde ein geeignetes Bauobjekt gesucht, und die Fa. Torkret erklärte sich bereit, den ersten Güllebehälter versuchsweise mit Spritzbeton zu errichten. Ein verbindliches Angebot brachte jedoch für den 395 cbm großen Behälter einen Preis zutage, der dem Bauherrn nicht mehr allzu günstig schien. Dazu kam noch, daß die Firma für den fertigen Behälter keinerlei Garantie übernehmen wollte. Daraufhin wurde dieses Arbeitsvorhaben zurückgestellt, da auch die Fa. Torkret für den Bau solcher Wandungen noch Erfahrung sammeln will.

2.2 Holzfeuchtemessungen in Versuchsbauten

Im Frühjahr 73 wurden auf dem Betrieb Sellmaier, Attaching zwei unterschiedliche Holzkonstruktionen (Bogenbinder- und Schalenstall) als Stallgebäude für ca. 200 Bullen errichtet. Die Lüftung wurde als Schwerkraftlüftung ausgelegt. Die Lufteintrittsöffnungen liegen an beiden Seiten ca. 1,20 m über Oberkante Fundament, während die Abluft über eine durchgehende ca. 1,00 m breite Firstöffnung entweicht. Die Firstabdeckhaube dient zugleich zur Stallbelichtung. In beiden Holzkonstruktionen wurden Feuchtigkeitsmeßpunkte installiert, an denen die prozentuale Holzfeuchte der einzelnen Konstruktionsteile gemessen werden kann. Damit soll geprüft werden, wie sich bei Schwerkraftlüftung die Stallfeuchtigkeit auf die Holzkonstruktion auswirkt. Dieser Versuch wurde im Herbst 73 angelegt und wird z.Z. abgeschlossen.

2.2.1 Für den Bogenbinderstall ist die prozentuale Holzfeuchte in Anlage 7 dargestellt. Die durchschnittliche Holzfeuchtigkeit setzt sich aus der Summe der einzelnen Meßpunkte zusammen.

2.2.2 Für den Schalenstall ist die prozentuale Holzfeuchte ebenfalls in Anlage 7 aufgezeigt. Auch hier setzt sich die Holzfeuchte aus der Summe der Meßpunkte zusammen.

2.2.3 Um Vergleichsmöglichkeiten zu schaffen, wurden in einer 52 Jahre alten Holzbalkendecke eines Kuhstalles ebenfalls Feuchtigkeitsmessungen vorgenommen. Die Meßdaten sind in Anlage 8 dargestellt.

Wie aus dem Diagramm in Anlage 7 zu entnehmen ist, liegen die Holzfeuchtigkeiten sowohl für die Rundbogen wie auch für den Schalenstall unter 20 %. Kritische Feuchtigkeitswerte werden nie erreicht. Bei einer Vergleichsmessung an einer 52 jährigen Holzbalkendecke mit darüberlagern-dem Heu (Anlage 8) stellte sich überraschenderweise heraus, daß dort die Holzfeuchtigkeiten ganzjährig fast immer über 30 % liegen. Nach fachmännischem Urteil müßte diese Decke längstens unbrauchbar sein. Die Praxis zeigt jedoch ein anderes Bild. Damit soll gesagt werden, daß kurzfristige Holzfeuchtigkeiten im absolut kritischen Bereich die Gebrauchsfähigkeit einer Holzkonstruktion nicht schmälern.

Veröffentlichungen:

- (1) Rittel, L.: Nagel ist nicht gleich Nagel
top agrar 1974, H. 5, S. 31-33
- (2) Rittel, L.: Stimmt das wirklich? Billiger Stall teure
Brandversicherung?
Bayer. Landw. Wochenblatt 165, (1975), Nr. 10,
S. 22
- (3) Rittel, L. Arbeitsfolge beim Bau von Starrrahmenhallen
Wißmüller, K.: KTBL Arbeitsblatt Nr. 2021
- (4) Rittel, L.: Sitzt der Nagel richtig?
top agrar (1975), H. 10, S. 42-45
- (5) Rittel, L. Möglichkeiten und Grenzen der baulichen
Pirkelmann, H.: Selbsthilfe in der Landwirtschaft
Beton-Landbau 2, (1975), S. 19-22
- (6) Rittel, L. Maschinenhallen
Krinner, L. Arbeitsblatt der ALB-Bayern
Knauer, N.: DLZ (1975), H. 11, S. 735-739
- (7) Rittel, L.: Aluminium Profiltafeln
top agrar (1976), H. 2, S. 62-64
- (8) Rittel, L.: Maschinenhallen, zweckmäßig und bequem
Bayer. Landw. Wochenblatt 166, (1976), Nr. 21,
S. 12-14
- (9) Schulz, H.: Starrrahmenbauweise und ähnliche Selbstbau-
 möglichkeiten
AID - Broschüre Nr. 388
- (10) Schulz, H.: Arbeitssparende Holzverbindungen
Nachtrag 2
- (11) Schulz, H.: Bauen mit Rundholz
top agrar, (1976), H. 5. s. 108-112
- (12) Schulz, H. Selbstbau eines Bullenmaststalles in
Schürzinger, H.: Starrrahmenbauweise
Fachinformation der Gutta-Werke, Offenburg/Baden
- (13) Schürzinger, H.: Holzbeton-Mantelsteine zum Selberbauen
top agrar (1974), H. 7
- (14) Schürzinger, H. Flachsilos aus Beton
Maier, L. Beton-Landbau 11, (1974), H. 4, S. 68-73
Wißmüller, K.:
- (15) Schürzinger, H.: Fahrsilobau in Selbsthilfe
Deutsche Landwirtsch. Presse (DLP) 97, (1974),
H. 21, S. 8
- (16) Schürzinger, H.: So baue ich mir einen Flachsilos
Bayer. Landw. Wochenblatt 165, (1975), H. 16/17/18

- (17) Schürzinger, H.: Wir bauen unseren Silo selbst
Hann. Land- u. Forstwirtsch. Zeitung 128,
(1975), H. 19/20/21
- (18) Schürzinger, H.: So baue ich mir einen Fahrsilo
Badische Bauernzeitung 28, (1975), H. 29/30/31
- (19) Schürzinger, H.: Holzverschalungen
top agrar (1975), H. 3, S. 56-58
- (20) Schürzinger, H.: Schwebeton-Schalungssteine
top agrar (1975), H. 9, S. 47-49
- (21) Schürzinger, H.: Wetterfest verleimte Sperrholzplatten
top agrar (1976), H. 1, S. 48-50
- (22) Schürzinger, H.: So kann ich mir meinen Fahrsilo selbst bauen
Praktische Landtechnik (Plt-Österreich) 29
(1976), H. 2./3., S. 12-14 / S. 11-13
- (23) Schürzinger, H.: Fahrsilos-Marke Eigenbau- für die Silierung
von Rübenblatt
Deutsche Zuckerrüben-Zeitung 12, (1976), H. 4,
S. 13
- (24) Wißmüller, K.: Wir bauen ein Schiebetor
top agrar (1975), H. 12, S. 50-52
- (25) Wißmüller, K.: Wir bauen eine wärme gedämmte Stalltüre
top agrar (1976), H. 4, S. 58-61

Vorträge

- (1) Rittel, L.: Entwicklungen von Holzkonstruktionen für den
Selbstbau
Seminarvortrag am Institut für landw. Bau-
forschung in Lund/Schweden am 24.5.74
- (2) Rittel, L.: Erfahrungen mit neuen Baumaterialien
Seminarvortrag am Institut für landw. Bau-
forschung in Lund/Schweden am 25.5.74
- (3) Rittel, L.: Eigenschaften und Anwendung verschiedener
Baumaterialien und Kunststoffe im Landwirt-
schaftsbau
Fortbildungstagung bayer. Landw.-Berater in
München am 9.7.74
- (4) Rittel, L.: Untersuchungen an einem Dreigelenkrahmen für
den Selbstbau
Gutachtersitzung des SFB 141 in Weihenstephan
am 29.8.74
- (5) Rittel, L.: Statische und konstruktive Untersuchungen an
neuen Holzkonstruktionen
Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan am
9.10.74

- (6) Rittel, L.: Neuere Baumaterialien, ihre Eigenschaften und Anwendung im landw. Bauwesen
Fortbildungstagung des VLF Pyhra, Österreich
am 10.12.74, 15.1.75 u. 8.4.75
- (7) Rittel, L.: Möglichkeiten des Landw. Bauens im Rahmen der Selbsthilfe
Jahrestagung des MR Grabfeld-Röhn am 18.2.75
- (8) Rittel, L.: Möglichkeiten und Grenzen baulich-technischer Selbsthilfe, Erfahrungen, Empfehlungen, Rechts- und Versicherungsfragen
Sitzung des KTBL Arbeitsgemeinschaft
"Baulich- technische Selbsthilfe in der Landwirtschaft" am 21.5.75 in Darmstadt-Kranichstein
- (9) Rittel, L.: Der Bau von Maschinenhallen
anlässlich der DLG 76 in München am 22.5.76 und am 25.5.76
- (10) Rittel, L.: Bedachungsmaterialien und ihre Verwendung
anlässlich der DLG 76 in München am 23.5.76 und am 26.5.76
- (11) Schulz, H.: Weiterentwicklung der Starrahmenbauweise und Vorstellung neuer Selbstbaukonstruktionen
Einführung der Starrahmenbauweise in Bayern
Seminar über die Starrahmenbauweise und ähnliche Selbstbaumöglichkeiten auf Burg Feuerstein am 28. und 29.5.74
- (12) Schulz, H.: Bauweisen und Konstruktionen für Selbsthilfe
Lehrgang f. Sachgebietsleiter d. Staatsinstitutes f. d. Fortbildung d. landw. Lehr- u. Beratungskräfte München am 9.7.74
- (13) Schulz, H.: Die Starrahmenbauweise und ähnliche Holzkonstruktionen
1. Selbstbau-Grundlehrgang der Landw. Fachschule Pyhra/Niederösterreich am 10.12.74 und am 15.1.75
- (14) Schulz, H.: Ist die Starrahmenbauweise eine Modeerscheinung oder wirtschaftliche Notwendigkeit?
Mitgliederversammlung des Maschinenrings Bitburg-Prüm am 29.1.75 in Schönecken
- (15) Schulz, H.: Bau von Wirtschaftsgebäuden und Maschinenhallen durch überbetriebliche Selbsthilfe
Mitgliederversammlung der Landtechnischen Fördergemeinschaft Fulda am 5.3.75 in Fulda
- (16) Schulz, H.: Stand der Arbeiten an der Landtechnik Weihenstephan auf dem Sektor der baulichen Selbsthilfe
Sitzung der KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Baulich-technische Selbsthilfe in der Landwirtschaft" am 21.5.75 in Darmstadt-Kranichstein

- (17) Schulz, H.: Technische Möglichkeiten des Zimmerhandwerks bei den Selbsthilfebaumaßnahmen der Landwirtschaft
Sitzung d. Ausschusses f. Technik im Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmerhandwerks am 29.5.75 in Aschaffenburg
- (18) Schulz, H.: Billigbauten in der Bewährung
Reportage des Bayerischen Landfunks am 9.5.75
- (19) Schulz, H.: Die Selbstbaulehrschau der Landtechnik Weihestephan auf dem Zentrallandwirtschaftsfest
Fernsehsendung in "Unser Land" am 22.9.75
- (20) Schulz, H.: Baukostensenkung durch Selbstbau von Holzkonstruktionen, sowie Strohbergungsgeräte und Strohverwertung
Generalversammlung des Maschinenrings Bad Aibling-Miesbach am 12.2.76 in Großhelfendorf
- (21) Schulz, H.: Möglichkeiten zum Bau von preiswerten Wirtschaftsgebäuden aus Holz mit neuartigen Konstruktionen
Mitgliederversammlung der Forstbetriebsgemeinschaft Thiergarten am 15.3.76 in Langenbieber
- (22) Schürzinger, H.: Möglichkeiten der baulichen Selbsthilfe in landwirtschaftlichen Betrieben
Tagung des MR Neustadt/Saale am 1.7.74
- (23) Schürzinger, H.: Bauweisen für Hoch- und Flachsilos
Tagung am Staatsinstitut für Beraterfortbildung in München am 14.7.75 u. 28.1.76
- (24) Wißmüller, K.: Arbeitsaufwand und Kosten beim Einsatz von Nagelmaschinen
Starrrahmenseminar auf Burg Feuerstein am 28.5.74
- (25) Wißmüller, K.: Kostensenkung durch bauliche Selbsthilfe in der Landwirtschaft
Grundlehrgang in Pyhra/Österreich am 8.4.75
- (26) Wißmüller, K.: Selbstbaukonstruktionen für die Landwirtschaft
Landw. Fachschüler in Lauf - Seiboldshof am 28.4.75
- (27) Wißmüller, K.: Kostensenkung durch Selbstbaukonstruktionen
Tagung des Maschinenrings Steigerwald in Altmannshausen am 12.5.75
- (28) Wißmüller, K.: Baukostensenkung durch Selbstbaukonstruktionen
ÖKL u. Prüfanstalt Wieselburg/Österreich am 3.10.75 und am 10.11.75
- (29) Wißmüller, K.: Minimalaufwand im landw. Bauwesen
Ländliches Fortbildungsinstitut, Vortragszirkel Ried/Österreich am 10.12.75

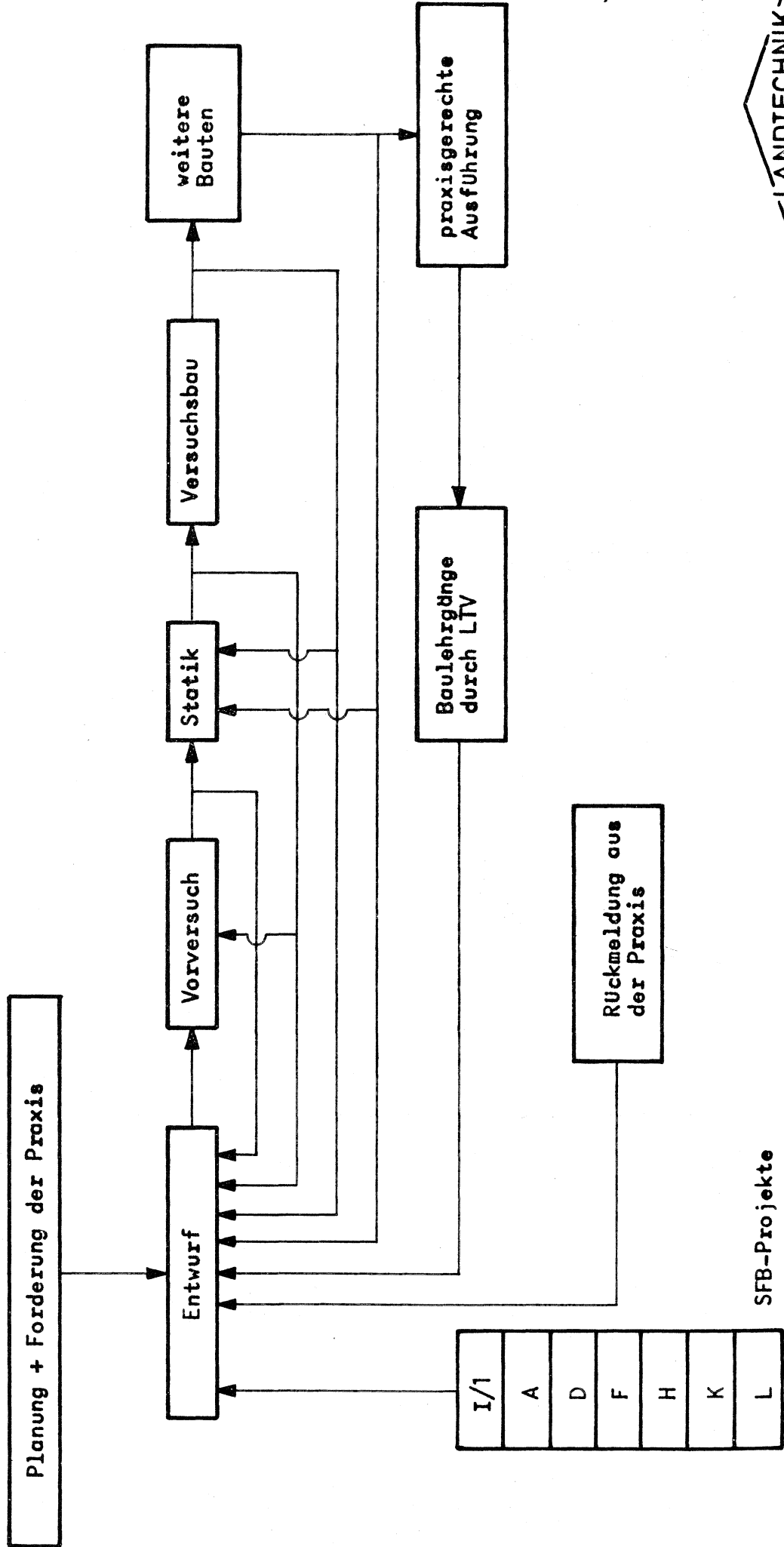
Mehrtägige Selbstbaulehrgänge mit Einführungsvortrag wurden an folgenden Orten abgehalten:

- 1) Hetzenhausen am 13.5.1974
- 2) Haus b. Roding am 24.6.1974
- 3) Unterbibert am 8.7.1974
- 4) Bürtel b. Pommelsbrunn am 22.7.1974
- 5) Jesenwang am 29.7.1974
- 6) Östheim am 2.6.1975
- 7) Sirchenried am 30.6.1975
- 8) Brachstadt am 7.7.1975
- 9) Waldsassen am 14.7.1975
- 10) Leipheim am 28.7.1975
- 11) Hollstadt am 23.2.1976
- 12) Georgensgmünd am 22.3.1976
- 13) Wiesenbach am 5.4.1976

Wissenschaftliche Kontakte

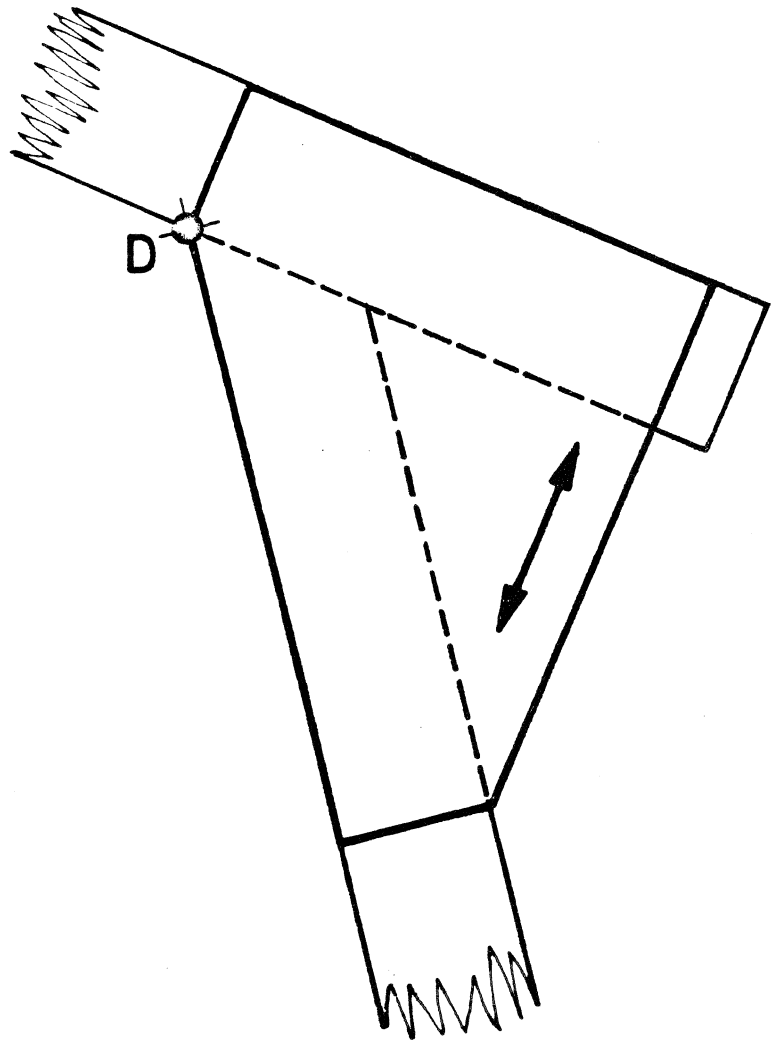
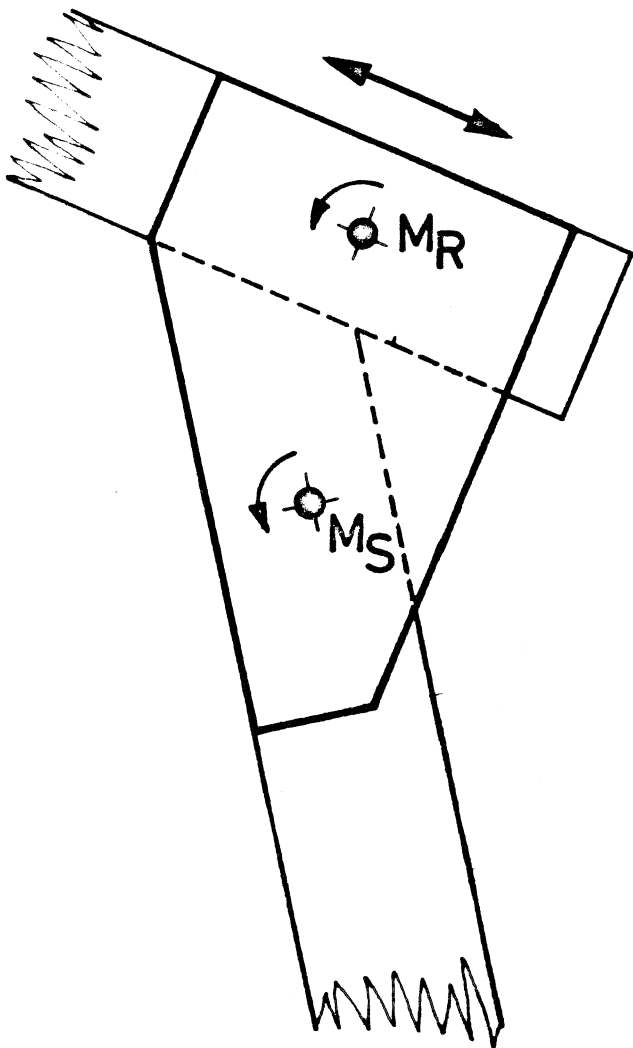
Institut für landw. Bauforschung der FAL in Völkenrode
Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, München
Institut für Entwerfen und industrialisiertes Bauen der TUM
Institut für Holzforschung und Holztechnik, München
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Arbeitsgemeinschaft landw. Bauwesen in Bayern (ALB-Bayern)
Bayerische Landesgewerbeanstalt Landshut
Landw. Bauamt des Schweizerischen Bauernverbandes
Österreichisches Kuratorium der Technik in der Landwirtschaft (ÖKL)
Institut für landw. Betriebsgebäude, Wageningen/Holland
Institut für landw. Bautechnik, Lund/Schweden
Private Ingenieurbüros
Hersteller von konstruktiven Bauteilen und Fertigteilbauten

Darstellung 1: Methode bei der Untersuchung von Baukonstruktionen in Projekt I/2



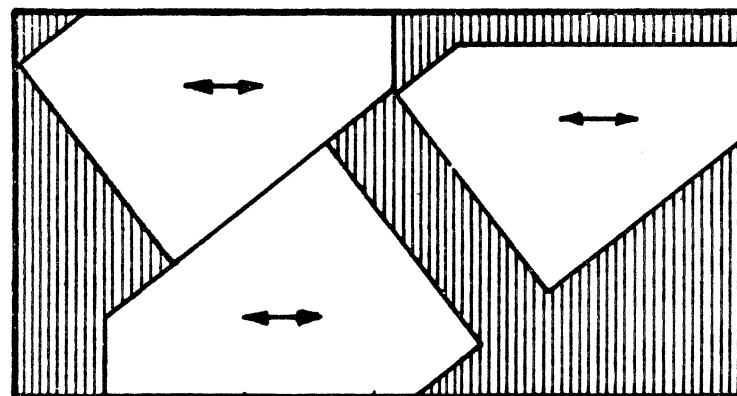
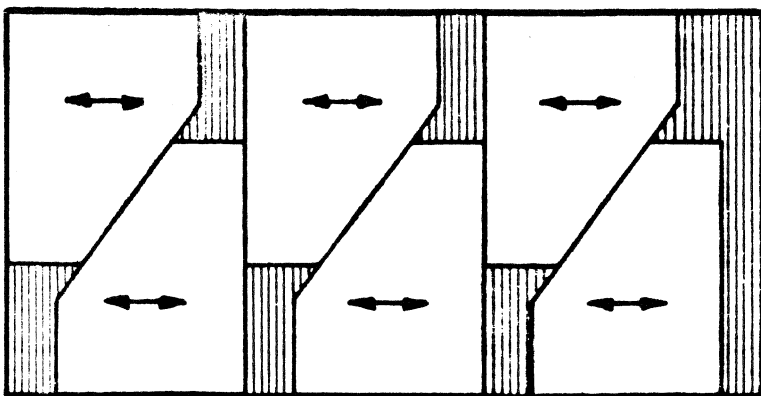
Scheibe

Zug + Druck



Plattenaufteilung

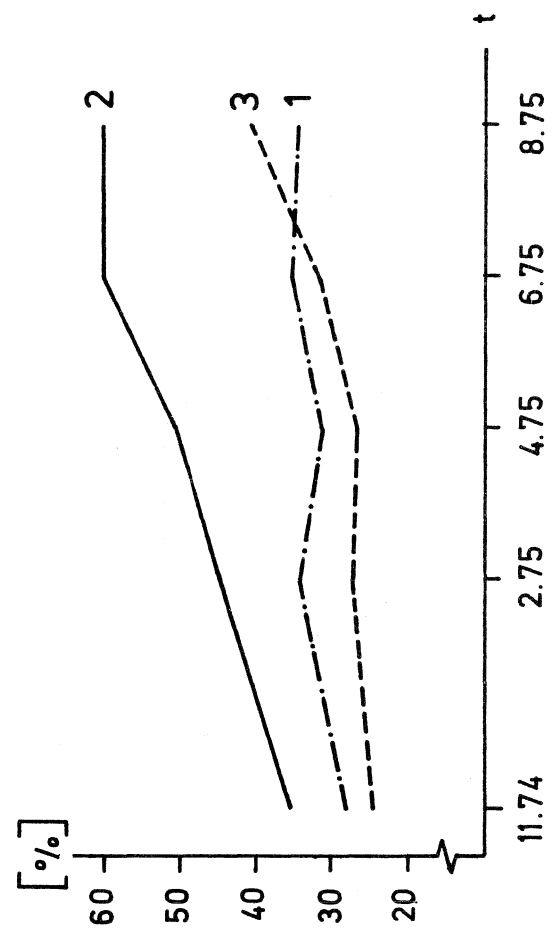
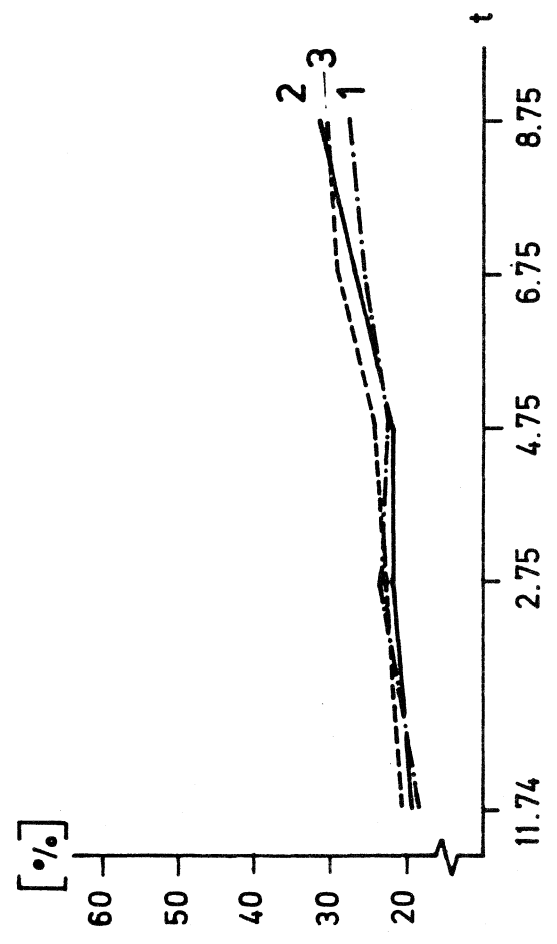
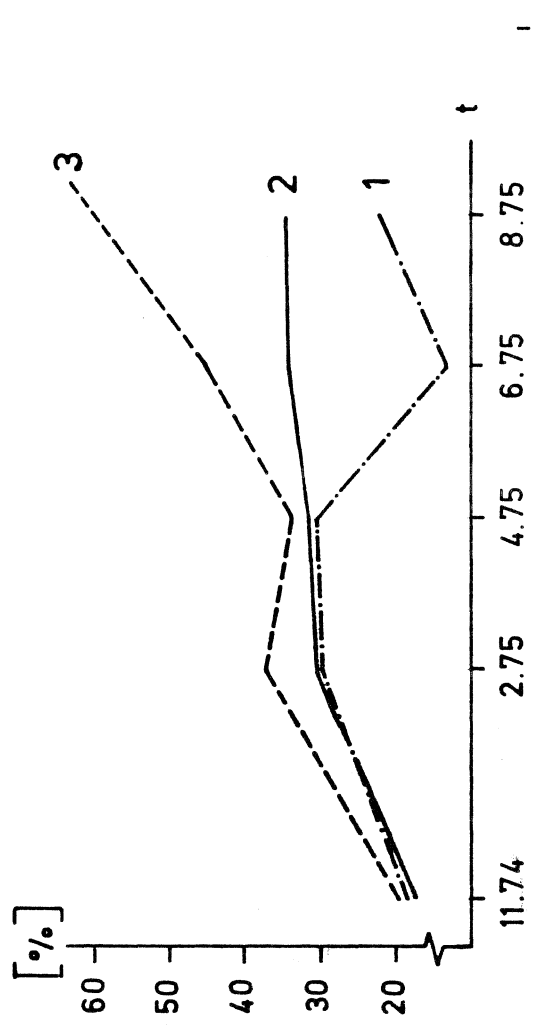
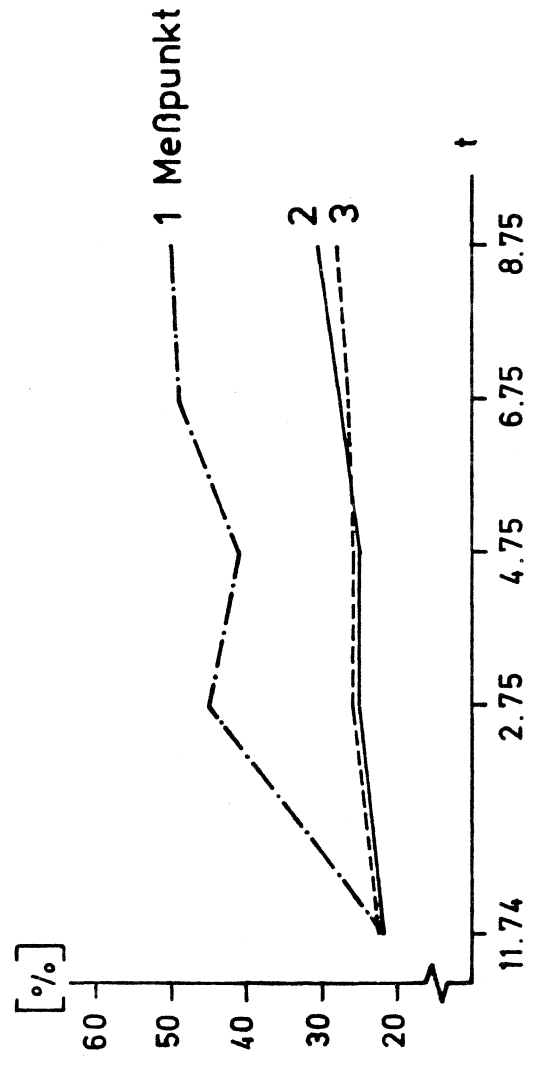
↔ = Faserrichtung der Sperrholzplatten



Unterschiedliche statische Beanspruchung von Sperrholzknotenplatten mit resultierender Plattenaufteilung

Holzfeuchte [%] unterschiedlich eingebundener Rundholzstützen

Meßpunkt 1: -0,90 m ; Meßpunkt 2: -0,50 m ; Meßpunkt 3: -0,10 m



STÜTZE III (tauchimprägniert u. einbetoniert)

STÜTZE IV (unbehandelt einbetoniert)

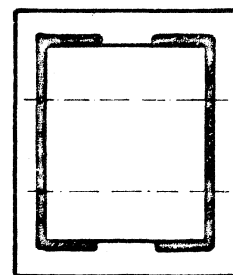
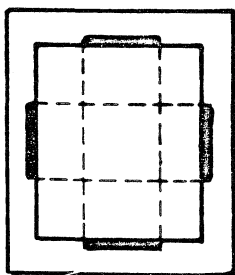
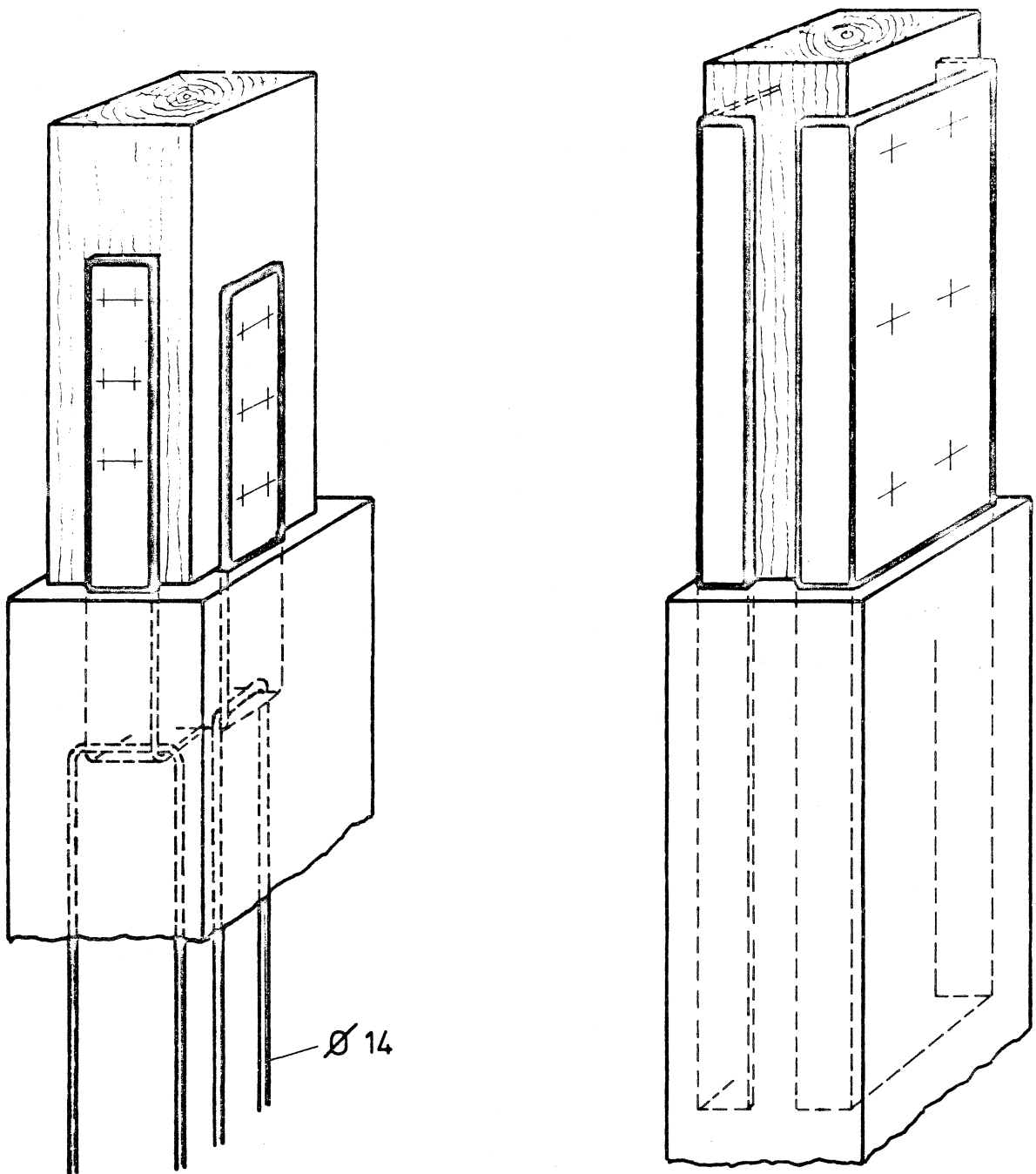
Metalleinspannung für Kanthölzer im

Anlage 4

- 203 -

Betonfundament

I 2/Schulz




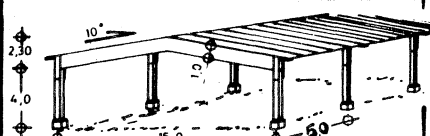
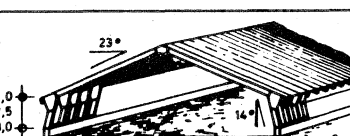
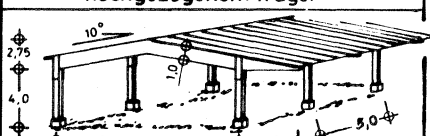

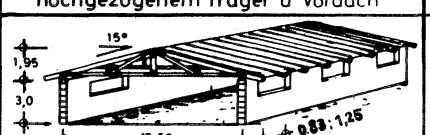


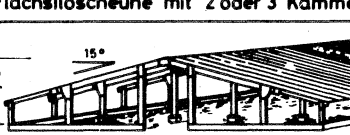

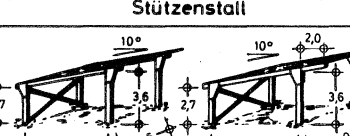



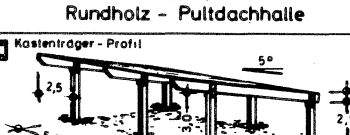
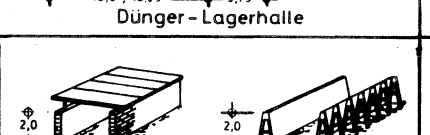
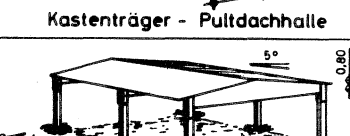
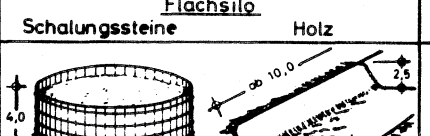
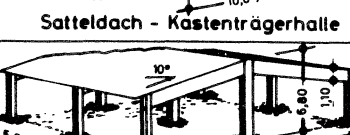
EINSPANNUNG

mit Flachstahl

mit U-Profil

Selbstbauprogramm der Landtechnik-Weihenstephan für Gebäude und bauliche Anlagen

Landtechnischer-Verein in Bayern e.V. Vöttingerstraße 36, 8050 Freising-Weihenstephan Tel. 0 81 61 / 5885
(Spannweiten und Rahmenabstände = Achsmasse , Höhenmaßangaben ohne Fundamentsockel)

Bauweise	Einsatzmöglichkeit	Bauweise	Einsatzmöglichkeit
 <p>Starrrahmen mit senkrechtem Stiel</p>	Kalt- u. Warmställe Mehrzweckhallen Bergehallen	 <p>Satteldach - Kastenträgerhalle mit hochgezogenem Träger</p>	Maschinenhallen Mehrzweckhallen Bergehallen
 <p>Starrrahmen mit geneigtem Stiel</p>	Kalt- u. Warmställe Mehrzweckhallen Maschinenhallen Bergehallen Reithallen	 <p>Satteldach - Kastenträgerhalle mit hochgezogenem Träger u. Vordach</p>	Mineraldüngerlager kleine Reithallen
 <p>Doppel-T Starrrahmen mit geneigtem bzw. senkrechtem Stiel</p>	Reithallen	 <p>Massivbauweise (Holzbetonschalungssteine) mit Fachwerkbinder</p>	Warmställe
 <p>Flachsiloscheune mit 2 oder 3 Kammern</p>	Gärfutterbehälter für Gras und Mais, evtl. auch Mineraldüngerlager	 <p>Massivbauweise (Holzbetonschalungssteine) mit Fachwerkbinder u. hochgezogenem Untergurt</p>	Warmställe mit befahrbarem Futtertisch
 <p>Stützenstall</p>	Milchvieh - Ställe	 <p>Massivbauweise (Holzbetonmantelsteine) mit Starrrahmendachstuhl</p>	Warmställe mit deckenlastiger Lagerung
 <p>Kantholz - Pultdachhalle mit aussen- und innenliegenden Knotenplatten</p>		 <p>Bogenbinder</p>	Kalt- u. Warmställe Mehrzweckhallen Bergehallen Maschinenhallen kleine Reithallen
 <p>Rundholz - Pultdachhalle</p>	kleinere Maschinenhallen Unterstellhallen Mineraldüngerlager Bergehallen	 <p>Dünger - Lagerhalle</p>	lose Mineraldünger (Schütthöhe 4,00m)
 <p>Kastenträger - Pultdachhalle</p>		 <p>Flachsiloschalungssteine Holz</p>	Gärfutterbehälter für Gras, Mais und Rübenblatt mit u. ohne abnehmbare Leichtbedachung
 <p>Satteldach - Kastenträgerhalle</p>	größere Maschinenhallen Mehrzweckhallen Bergehallen Mineraldüngerlager	 <p>Güllebehälter (Holz) Güllegrube (Folie)</p>	Halbhohe Güllebehälter oder mit Folien abgedichtete Güllegrube
 <p>Satteldach - Kastenträgerhalle mit Mittelstütze</p>	große Maschinenhallen Mehrzweckhallen Bergehallen Mineraldüngerlager	<p>Für dieses Programm gibt die LANDTECHNIK-WEIHENSTEPHAN folgende Hilfen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Statiken und Konstruktionszeichnungen zum Selbstkostenpreis 2. Materiallisten und Bauanleitungen (noch nicht für alle Bauweisen) 3. Fachliche Betreuung bei Organisation und Durchführung von Selbstbaulehrgängen 4. Fachliche Betreuung von Beispiels- und Modellvorhaben 5. Vermittlung von Besichtigungen und Lehrfahrten 	

Statische Berechnungen und Konstruktionszeichnungen der Landtechnik-Weihenstephan

die vom Landtechnischen-Verein in Bayern e.V. Vottingerstraße 36, 8050 Freising-Weihenstephan; Tel. 08161/5885 zum Selbstkostenpreis weitergegeben werden

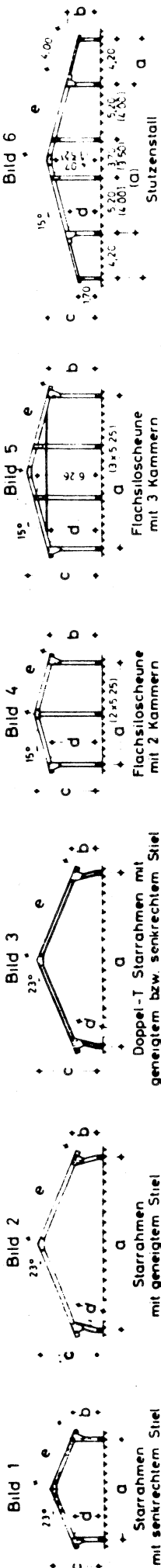


Bild Nr	Typ	Abmessungen in m	Schneelast kp/m ²	Rahm-Holz-stärke (cm)	Rahmen-Abstand (cm)	Preis für 3 Kopien (DM)	Bild Nr	Typ	Abmessungen in m	Schneelast kp/m ²	Rahm-Holz-stärke (cm)	Rahmen-Abstand (cm)	Preis für 3 Kopien (DM)
1	S 60/150/2,00	6,00 2,00 3,10 1,92 3,75	150	8/24	1,25m	160.-	1	S 150/100/2,50	2,50 5,68 2,58 8,75	100	13/30	83,3	83,3
	S 80/75/2,00	8,00 2,00 3,70 1,92 5,00	75	6/24	83,4	S 150/125/2,50		2,50 5,42 2,54 8,15	125	11,5/30	83,3	11,5/30	83,3
	S 80/75/2,50	8,00 2,90 4,20 2,43 5,00	75	6/24	83,4	S 150/150/2,50		2,50 5,42 2,54 8,15	150	13/30	83,3	13/30	83,3
	S 100/75/2,00	2,00 4,12 1,92 6,24	75	8/24	83,4	S 150/175/2,50		2,50 5,42 2,58 8,15	175	10,5/35	83,3	10,5/35	83,3
	S 100/75/2,50	2,90 4,62 2,42 6,24	75	9/26	83,4	S 175/75/2,50		2,50 5,92 2,58 9,65	75	12/35	83,3	12/35	83,3
	S 100/75/3,00	3,00 5,12 2,92 6,24	75	9/26	83,4	S 175/100/3,00		3,00 6,40 3,16 9,51	75	10/28	62,5	10/28	62,5
	S 100/100/2,00	2,00 4,12 1,92 6,35	100	9/26	83,4	S 175/125/3,00		3,00 6,40 3,06 9,51	100	10,5/30	62,5	10,5/30	62,5
	S 100/100/2,50	2,90 4,62 2,42 6,35	100	10/26	83,4	S 175/150/3,00		3,00 6,40 3,05 9,51	125	12,5/30	62,5	12,5/30	62,5
	S 100/125/2,00	2,00 4,12 1,92 6,35	125	9/27	83,4	S 175/175/3,00		3,00 6,40 3,05 9,51	150	10,5/35	62,5	10,5/35	62,5
	S 100/125/2,50	2,90 4,62 2,42 6,35	125	10/27	83,4	S 200/75/3,00		3,00 6,40 3,05 9,51	175	12/35	62,5	12/35	62,5
	S 100/150/2,00	2,00 4,12 1,92 6,35	150	10/27	83,4	S 200/100/3,00		3,00 6,93 3,06 11,05	200	13,5/35	62,5	13,5/35	62,5
	S 100/150/2,50	2,90 4,62 2,42 6,35	150	11/27	83,4	S 200/125/3,00		3,00 6,93 3,05 11,07	230	10/30	62,5	10/30	62,5
S 100/175/2,00	2,00 4,12 1,92 6,35	175	9/27	83,4	S 200/150/3,00	3,00 6,93 3,05 10,87	230	10,5/35	62,5	10,5/35	62,5		
S 100/175/2,50	2,90 4,62 2,42 6,35	175	10/27	83,4	S 225/75/3,00	3,00 7,46 3,05 12,25	230	13/35	62,5	13/35	62,5		
S 100/200/2,00	2,00 4,12 1,92 6,35	200	10/27	83,4	S 225/150/3,00*	3,00 7,46 3,05 12,25	230	10,5/35	62,5	10,5/35	62,5		
S 100/200/2,50	2,90 4,62 2,42 6,35	200	11/27	83,4	S-I 10,00/75/2,5	10,00 2,50 4,65 2,42 6,00	230	9/35	62,5	9/35	62,5		
2	S 125/75/2,00	2,00 4,65 1,91 7,65	75	9/28	83,4	S-I 12,50/75/2,5	12,50 2,50 5,15 2,42 7,57	75	5/12,5/15	1,25m	5/12,5/15	1,25m	
	S 125/75/2,50	2,90 5,15 2,41 7,65	75	10/28	83,4	S-I 17,50/75/2,5	17,50 2,50 5,95 2,57 9,50	75	6/18	1,25m	6/18	1,25m	
	S 125/75/3,00	3,00 5,65 2,91 7,65	75	12/28	83,4	S-I 17,50/100/2,5	17,50 2,50 5,95 2,57 9,60	100	6/18	1,00m	6/18	1,00m	
	S 125/100/2,00	2,00 4,65 1,91 7,65	100	10/28	83,4	S-I 21,75/100/3,5	21,75 3,50 7,75 3,78 11,81	100	6/24,6/18	1,00m	6/24,6/18	1,00m	
	S 125/100/2,50	2,90 4,88 2,51 7,01	100	9/28	83,4	S-I 21,75/125/3,0	21,75 3,00 7,30 3,05 11,89	125	6/24,6/18	1,00m	6/24,6/18	1,00m	
	S 125/125/2,00	2,00 4,65 1,91 7,65	125	10/28	83,4	FL 2-teilig / 75/5,0	10,50 5,00 6,41 4,90 6,20	75	8/27,12/27	62,5	8/27,12/27	62,5	
	S 125/125/2,50	2,90 4,88 2,51 7,01	125	10/28	83,4	FL 2-teilig / 125/5,0	10,50 5,00 6,41 4,90 6,20	125	8/28,12/28	62,5	8/28,12/28	62,5	
	S 125/150/2,00	2,00 4,44 1,99 7,10	150	10/28	83,4	FL 3-teilig / 75/5,0	15,75 5,00 7,15 4,86 8,50	75	8/24,6/28	62,5	8/24,6/28	62,5	
	S 125/150/2,50	2,90 4,88 2,51 7,01	150	9/28	83,4	Stützenstall 75	22,50 2,83 4,72 2,69 8,00	75	11/26,11/30,11/26	3,50m	11/26,11/30,11/26	3,50m	
	S 125/175/2,00	2,00 4,65 1,91 7,65	175	9/28	83,4	Stützenstall 150	22,50 2,83 4,72 2,69 8,00	150	11/30,11/35,11/22	3,50m	11/30,11/35,11/22	3,50m	
	S 125/175/2,50	2,90 4,88 2,51 7,01	175	10/28	83,4	Stützenstall 250	(11,50) 2,50 4,04 2,35 7,15	250	10/24,10/30	3,00m	10/24,10/30	3,00m	
	S 125/200/2,00	2,00 4,44 1,99 7,10	200	11/28	83,4								
S 1375/75/2,00	13,75 2,00 4,71 1,99 7,49	75	8,5/26	83,3									
2	S 150/75/2,50	2,50 5,39 2,55 8,74	75	9/26	62,5								
	S 150/75/3,00	3,00 5,83 3,06 8,74	75	9/26	63,5								
	S 150/100/2,50	2,50 5,41 2,54 8,15	100	10/30	83,3								

* = mit Zugband ; ▲ = mit senkrechtem Stiel ; ● = ohne Seitenschiff ; Hohemaßangaben ohne Fundamentsockel (max 50 cm) ; Spannweiten u Rahmeneinstände = Achsenabstände ; Blatt 1 4 76 Fischer

Statische Berechnungen und Konstruktionszeichnungen der Landtechnik-Weihenstephan

die vom Landtechnischen-Verein in Bayern e.V. Vöttingerstraße 36, 8050 Freising-Weihenstephan, Tel. 08161/5885 zum Selbstkostenpreis weitergegeben werden

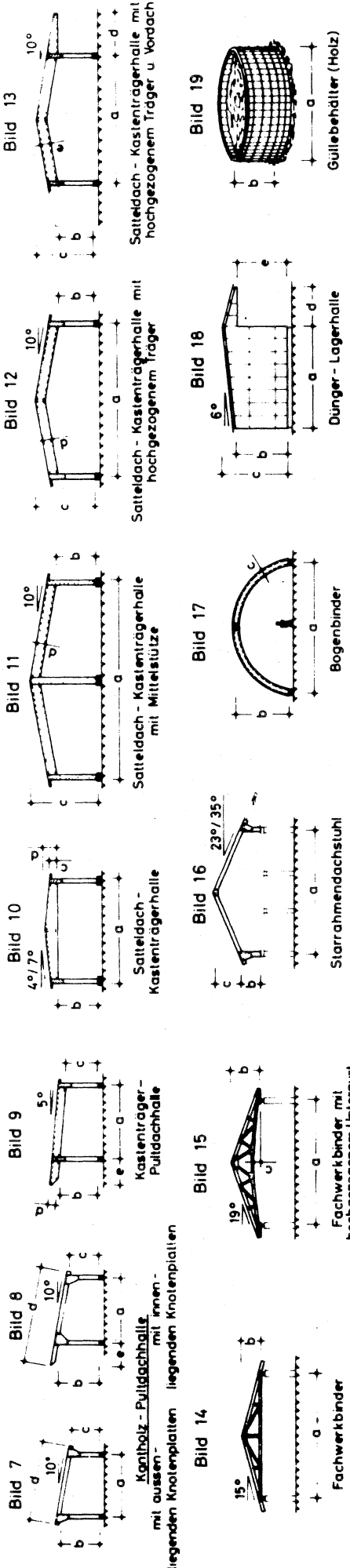


Bild Nr.	Typ	Abmessungen in m	Schneelast kp/m ²	Rahm-Holz-Abstand (m)	Rahm-Holz-Stärken (cm)	Preis für 3 Kopien (DM)	Bild Nr.	Typ	Abmessungen in m	Schneelast kp/m ²	Rahm-Holz-Abstand (m)	Rahm-Holz-Stärken (cm)	Preis für 3 Kopien (DM)
7	P 635 / 75	6,30 3,80 2,70 7,60	75	3,50	14/26	3,50	14	FW 125 / 75	12,50 1,80	-	-	-	1,25
	P 635 / 125	6,30 3,80 2,70 7,60	125	3,50	16/28, 16/30	3,50		FW 125 / 100	12,50 1,80	-	-	-	1,00
	P 650 / 75	6,50 4,00 2,85 8,90	75	4,00	16/30	4,00		FW 125 / 125	12,50 1,80	-	-	-	0,82
								FW 125 / 150	12,50 1,80	-	-	-	0,70
8	PK 750 / 75	7,50 3,90 3,00 0,63 2,25	75	5,00	10/18, 20/20, 20/24	5,00		FW / h 125 / 75	12,50 2,30 0,60	-	-	-	1,25
	PK 750 / 125	7,50 3,90 3,00 0,63 2,25	125	5,00	10/18, 20/22, 22/24	5,00	15	FW / h 125 / 100	12,50 2,30 0,60	-	-	-	1,00
	PK 750 / 150	7,50 3,90 3,00 0,63 2,25	150	4,30	10/18, 20/22, 22/24	4,30		FW / h 125 / 125	12,50 2,30 0,60	-	-	-	0,90
								FW / h 125 / 150	12,50 2,30 0,60	-	-	-	0,80
								FW / h 125 / 175	12,50 2,30 0,60	-	-	-	0,70
10	SK 100 / 75 / 3,50	10,00 3,50 0,62 1,25	75	5,00	10/17, 20/24	5,00	16	SD 125 / 75 / 35°	12,50 3,00 4,40	-	-	-	1,00
	SK 100 / 125 / 3,50	10,00 3,50 0,62 1,25	125	5,00	10/17, 22/22	5,00		SD-V 125 / 75 / 35°	12,50 3,00 4,40	-	-	-	0,90
	SK 125 / 75 / 3,50	12,50 3,50 0,80 1,25	75	5,00	10/17, 20/24	5,00		B 125 / 75 / 5,00	12,50 5,00 0,40	-	-	-	75
	SK 125 / 125 / 3,50	12,50 3,50 0,80 1,25	125	5,00	10/17, 20/26	5,00		B 125 / 125 / 5,00	12,50 5,00 0,40	-	-	-	125
	SK 125 / 250 / 3,50	12,50 3,50 0,80 1,25	250	4,00	10/17, 22/30	4,00	17	B 150 / 75 / 6,00	15,00 6,00 0,50	-	-	-	75
11	SK 2 teilig / 150/4,6	19,30 4,60 6,30 1,10	150	5,00	10/17, 6/20, 8/24, 6/28	5,00	18	B 150 / 125 / 6,00	15,00 6,00 0,50	-	-	-	125
	SK 150 / 75 / 3,5	15,00 3,50 5,80 1,00	75	5,00	10/21, 20/24	5,00		Dünger-Lagerhalle	10,00 5,00 6,00 3,70 5,00	-	-	-	75
12	SK-V 12,50 / 75	12,50 3,50 5,60 4,00	75	5,00	10/15, 22/26	5,00	19	Güllebehälter (Holz)	11,00 4,00	-	-	-	100
	SK-V 12,50 / 125	12,50 3,50 5,60 4,00	125	5,00	10/20, 25/27	5,00							
	SK-V 15,00 / 75	15,00 3,50 5,80 4,00	75	5,00	10/15, 22/28	5,00							
	SK-V 15,00 / 125	15,00 3,50 5,80 4,00	125	5,00	12/20, 26/26	5,00							
13	SK-2 V 15,00 / 75	15,00 3,50 5,80 2x5,0	75	5,00	0/11, 22/28	5,00							
	SK-V 20,00 / 75	20,00 3,50 6,30 5,00	75	5,00	14/20, 26/28	5,00							

● ca. 180 m² pro Base, Schütthöhe 4,00 m; ▲ ca. 300 m² pro Base, Schütthöhe 4,00 m; ■ ca. 375 m² Fassungsvermögen
 Alle Starrrahmen mit senkrechtem Stiel und 23° Dachneigung sind für Dachstühle geeignet;
 Flachsilobehälter bis 2,5m Wandhöhe in Bayern und Baden-Württemberg genehmigungsfrei.
 Für abgedichtete Erbsencken mit Folie zur Flüssigmistlagerung, übliches Genehmigungsverfahren wie für massive Behälter (gilt nur für Bayern)

Spannweiten u. Rahmenabstände = Achsenabstände, Höhenangaben ohne Fundamentsockel (max. 50 cm) **Blatt 2**
 gez. 1. 4. 76 Fischer

Aufstellen von Starrahmen

Vollholz-Starrahmen Typ 1250/75/2,0

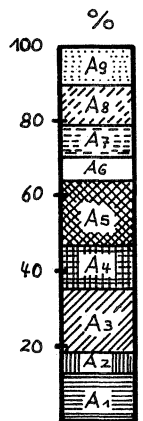
Betrieb: Thoma Attaching

Arbeitskräfte: 4 männliche Arbeitskräfte

1 weibliche Arbeitskraft

Die aufgeführten Daten sind ermittelte Werte von 20 Vollholz-Starrahmen

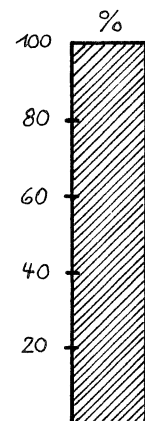
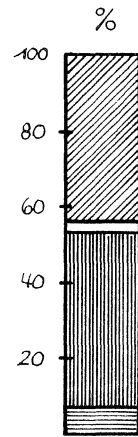
	%	AKh
A1 Halbrahmen-Transport zur Baustelle	9,78	0,36
A2 Winkel an Schwelle nageln	4,34	0,16
A3 Rahmen fertig machen zum Aufziehen	13,58	0,50
A4 Firstknotenplatten nageln	8,96	0,33
A5 Rahmen hochziehen	13,31	0,49
A6 Rahmen an der Traufe befestigen	5,71	0,21
A7 Rahmen am First befestigen	6,25	0,23
A8 HVV-Winkel am Stiel annageln	8,42	0,31
A9 Seilrollen umhängen	7,88	0,29
	<u>72,6</u>	<u>2,88</u>
<u>Verlustzeit organisatorisch</u>		
Kontrolle einer Arbeit	0,27	0,01
Gehen und Suchen innerhalb d. Arbeitspl.	5,98	0,22
Aufräumarbeiten w.d.Arbeitszeit	14,95	0,55
Zum Transportmittel gehen u. aufsteigen	0,27	0,01
Wartezeit	0,27	0,01
	<u>21,74</u>	<u>0,80</u>
<u>Verlustzeit persönlich</u>		
	---	---
<u>Gesamt Verlustzeit</u>		
	21,74	<u>0,80</u>
<u>Störzeit</u>		
	---	---
<u>Hauptzeit+Verlustzeit+Störzeit</u>		
	100	<u>3,68</u>
Erholungspause	6,25	0,23
Insgesamt	106,25	<u>3,91</u>



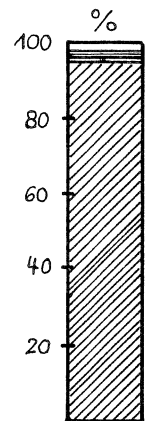
Gesamtzeit für das Gebäude bei Thoma Attaching

Gebäudelänge 30 m = 37 Rahmen MH+NN= 136,16 AKh
 MH+NN+ME = 144,67 AKh

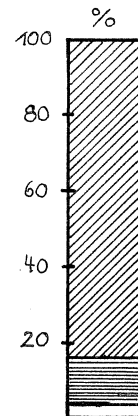
A1 <u>H-R Transport zur Baustelle</u>		%	AKh
	Tragen von Material	6,29	0,023
	Material zurechtlegen	46,22	0,166
	Anreißen, anzeichnen	0,69	0,002
	Fahrt mit Transportgerät	46,80	0,168
		100	<u>0,36</u>
	<u>Verlustzeit organisatorisch</u>	---	---
	<u>Verlustzeit persönlich</u>	---	---
	<u>Gesamt-Verlustzeit</u>	---	---
	<u>Störzeit</u>	---	---
	<u>Hauptzeit+Verlustzeit+Störzeit</u>	100	<u>0,36</u>
	Erholungspause	---	---
	Insgesamt	100	<u>0,36</u>
A2 <u>Winkel an Schwelle nageln</u>		%	AKh
	Nageln	93,85	0,16
		93,85	<u>0,16</u>
	<u>Verlustzeit organisatorisch</u>		
	gehen, suchen innerhalb des Arbeitsplatzes	6,15	0,01
	<u>Verlustzeit persönlich</u>	---	---
	<u>Gesamt-Verlustzeit</u>	6,15	<u>0,01</u>
	<u>Störzeit</u>	---	---
	<u>Hauptzeit+Verlustzeit+Störzeit</u>	100	<u>0,17</u>
	Erholungspause	---	---
	Insgesamt	100	<u>0,17</u>



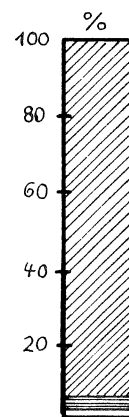
A3	<u>Rahmen fertig machen zum aufziehen</u>	%	AKh
	Material zurechtlegen	83,61	0,49
	Nageln	1,71	0,01
	Fahrt mit Transportgerät	1,71	0,01
		<u>87,03</u>	<u>0,51</u>
	<u>Verlustzeit organisatorisch</u>		
	gehen, suchen innerhalb des Arbeitsplatzes	4,44	0,026
	Zum Transportgerät gehen und aufsteigen	8,53	0,05
		12,97	0,076
	<u>Verlustzeit persönlich</u>	---	---
	<u>Gesamt-Verlustzeit</u>	12,97	<u>0,076</u>
	<u>Störzeit</u>	---	---
	<u>Hauptzeit+Verlustzeit+Störzeit</u>	100	<u>0,586</u>
	Erholungspause	6,82	0,04
	Insgesamt	106,82	0,626



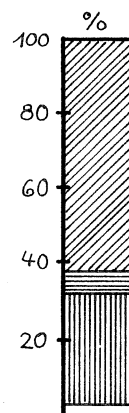
A4	<u>Firstknotenplatten nageln</u>	%	AKh
	Tragen von Material	1,05	0,004
	Material zurechtlegen	12,89	0,049
	Nageln	72,63	0,276
		<u>86,85</u>	<u>0,33</u>
	<u>Verlustzeit organisatorisch</u>		
	Gehen, suchen innerhalb d. Arbeitsplatzes	4,21	0,016
	Aufräumarbeiten w.d.Arbeitszeit	8,42	0,032
	Wartezeit	0,52	0,002
		<u>13,15</u>	<u>0,05</u>
	<u>Verlustzeit persönlich</u>	---	---
	<u>Gesamt-Verlustzeit</u>	13,15	<u>0,05</u>
	<u>Störzeit</u>	---	---
	<u>Hauptzeit+Verlustzeit+Störzeit</u>	100	<u>0,38</u>
	Erholpause	26,31	<u>0,10</u>
	Insgesamt	126,31	<u>0,48</u>



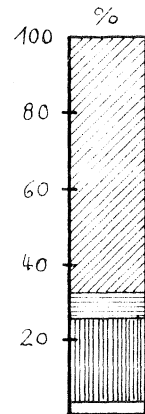
A5	<u>Rahmen hochziehen</u>	%	AKh
	Tragen von Material	0,5	0,003
	Material zurechtlegen	1,5	0,008
	Starrahmen aufziehen	95	0,475
		97,0	0,485
	<u>Verlustzeit organisatorisch</u>		
	Gehen, suchen innerhalb d. Arbeitsplatzes	3,0	0,015
	<u>Verlustzeit persönlich</u>	---	---
	<u>Gesamt-Verlustzeit</u>	3,0	<u>0,015</u>
	<u>Störzeit</u>	---	---
	<u>Hauptzeit+Verlustzeit+Störzeit</u>	100	<u>0,50</u>
	Erholungspause	8,0	0,04
	Insgesamt	108,0	<u>0,54</u>



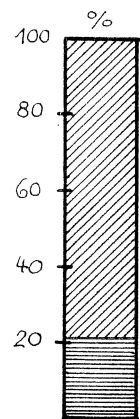
A6	<u>Rahmen an der Traufe befestigen</u>	%	AKh
	Tragen von Material	1,17	0,004
	Material zurechtlegen	17,0	0,061
	Materialien zusammenfügen und heften	3,63	0,013
	Nageln	37,87	0,136
		59,67	0,214
	<u>Verlustzeit organisatorisch</u>	2,34	0,008
	Gehen, suchen innerhalb d. Arbeitsplatzes	0,82	0,006
	Kontrolle einer Arbeit	2,34	0,008
	Aufräumarbeiten w.d.Arbeitszeit	1,64	0,128
	Wartezeit	35,52	0,003
		40,33	0,145
	<u>Verlustzeit persönlich</u>	---	---
	<u>Gesamt-Verlustzeit</u>	40,33	<u>0,145</u>
	<u>Störzeit</u>	---	---
	<u>Hauptzeit+Verlustzeit+Störzeit</u>	100	<u>0,36</u>
	Erholungspause	---	---
	Insgesamt	100	0,36



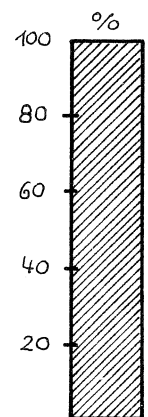
A7	<u>Rahmen am First befestigen</u>	%	AKh
	Tragen von Material	1,84	0,007
	Material zurechtlegen	12,86	0,049
	Materialien zusammenfügen und heften	4,46	0,017
	Nageln	41,46	0,158
		60,62	0,231
	<u>Verlustzeit organisatorisch</u>		
	Gehen, suchen innerhalb des Arbeitsplatzes	37,54	0,143
	Aufräumarbeiten w.d.Arbeitszeit	1,84	0,007
		39,38	0,15
	<u>Verlustzeit persönlich</u>	---	---
	<u>Gesamt-Verlustzeit</u>	39,38	0,15
	<u>Störzeit</u>	---	---
	<u>Hauptzeit+Verlustzeit+Störzeit</u>	100	0,381
	Erholungspause	13,12	0,05
	<u>Insgesamt</u>	113,12	0,431



A8	<u>HVV-Winkel am Stiel annageln</u>	%	AKh
	Material zurechtlegen	9,65	0,067
	Nageln	34,78	0,243
		44,43	0,310
	<u>Verlustzeit organisatorisch</u>		
	Aufräumarbeiten w.d.Arbeitszeit	54,93	0,386
	Gehen, suchen innerh.d.Arbeitsplatzes	0,64	0,004
		55,57	0,39
	<u>Verlustzeit persönlich</u>	---	---
	<u>Gesamt-Verlustzeit</u>	55,57	0,39
	<u>Störzeit</u>	---	---
	<u>Hauptzeit+Verteilzeit+Störzeit</u>	100	0,70
	<u>Erholpause</u>	---	---
	Insgesamt	100	0,70



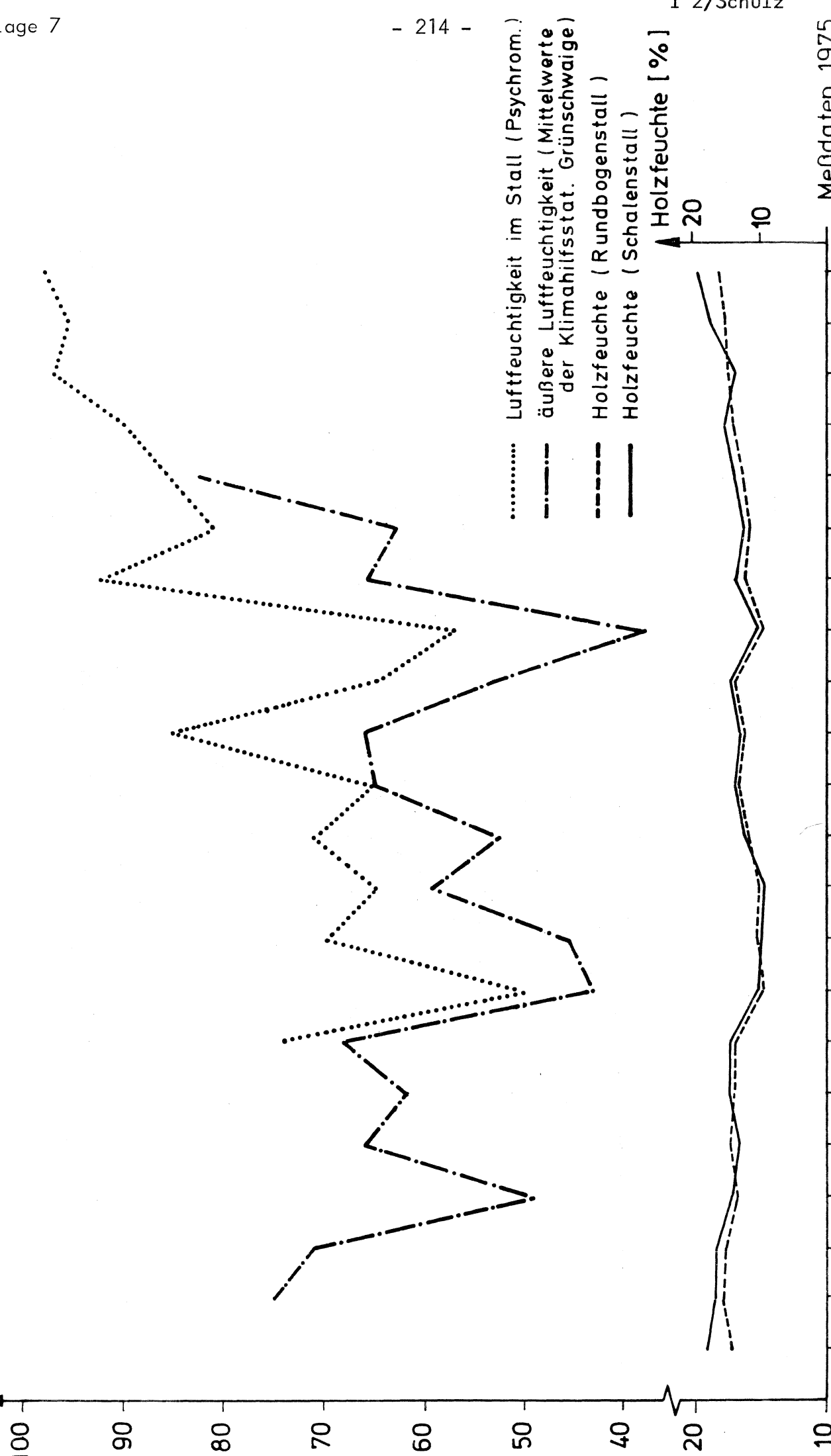
A9	<u>Seilrollen umhängen</u>	%	AKh
	Material zurechtlegen	100	0,29
	<u>Verlustzeit organisatorisch</u>	---	---
	<u>Verlustzeit persönlich</u>	---	---
	<u>Gesamt-Verlustzeit</u>	---	---
	<u>Störzeit</u>	---	---
	<u>Hauptzeit+Verlustzeit+Störzeit</u>	100	0,29
	Erholpause	---	---
	Insgesamt	100	0,29



Holzfeuchtemessung im Versuchsbau Sellmayer

(Abhängigkeit der Holzfeuchte von der rel. Luftfeuchtigkeit)

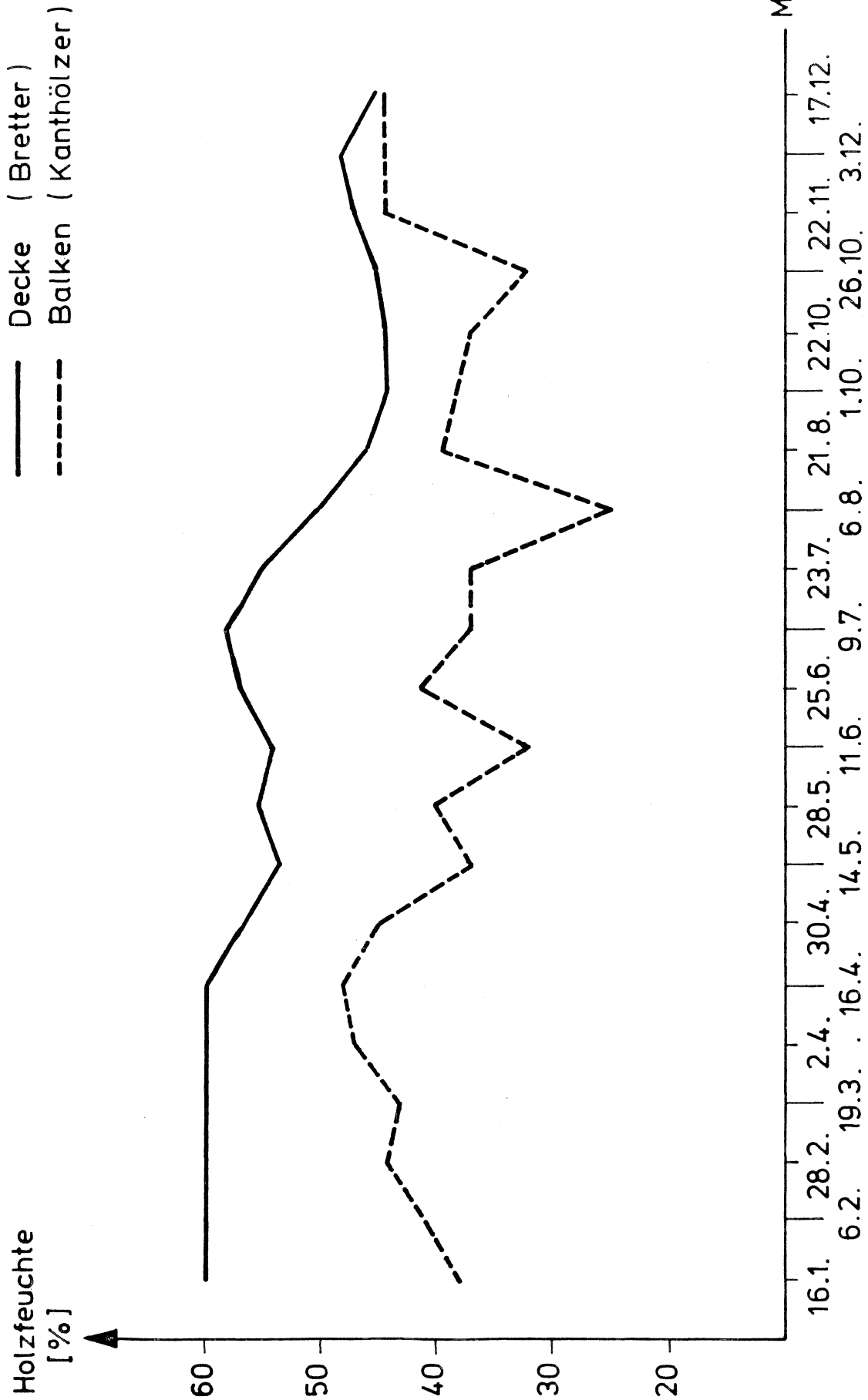
rel. Luftf. [%]



Meßdaten 1975

16.1 | 20.2. | 20.3. | 6.3. | 30.4. | 28.5. | 11.6. | 9.7. | 6.8. | 3.10. | 5.11. | 3.12.
 6.2. | 6.3. | 2.4. | 20.3. | 6.3. | 30.4. | 28.5. | 23.7. | 21.8. | 22.10. | 22.11. | 17.12.

Holzfeuchte - Messung an einer 52-jährigen Stalldecke aus Holz



Projektbereich L

Ermittlung von Kennwerten für die optimale Stallhaltung von Rindern

Leiter: Dr.J. Boxberger
Bayer.Landesanstalt für Landtechnik
8050 Freising, Vöttingerstr. 36
Tel. 08161/71453

Antrag vom 5.4.1976 S. 242 - 276

Entsprechend der Forderung durch die Gutachter wurden die im Antrag vom März 1974 getrennt ausgewiesenen Teilprojekte L 1 und L 3 sowie L 4 und L 5 zusammengelegt. In Verbindung mit den Mittelkürzungen mußte eine thematische Einschränkung und Schwerpunktbildung erfolgen.

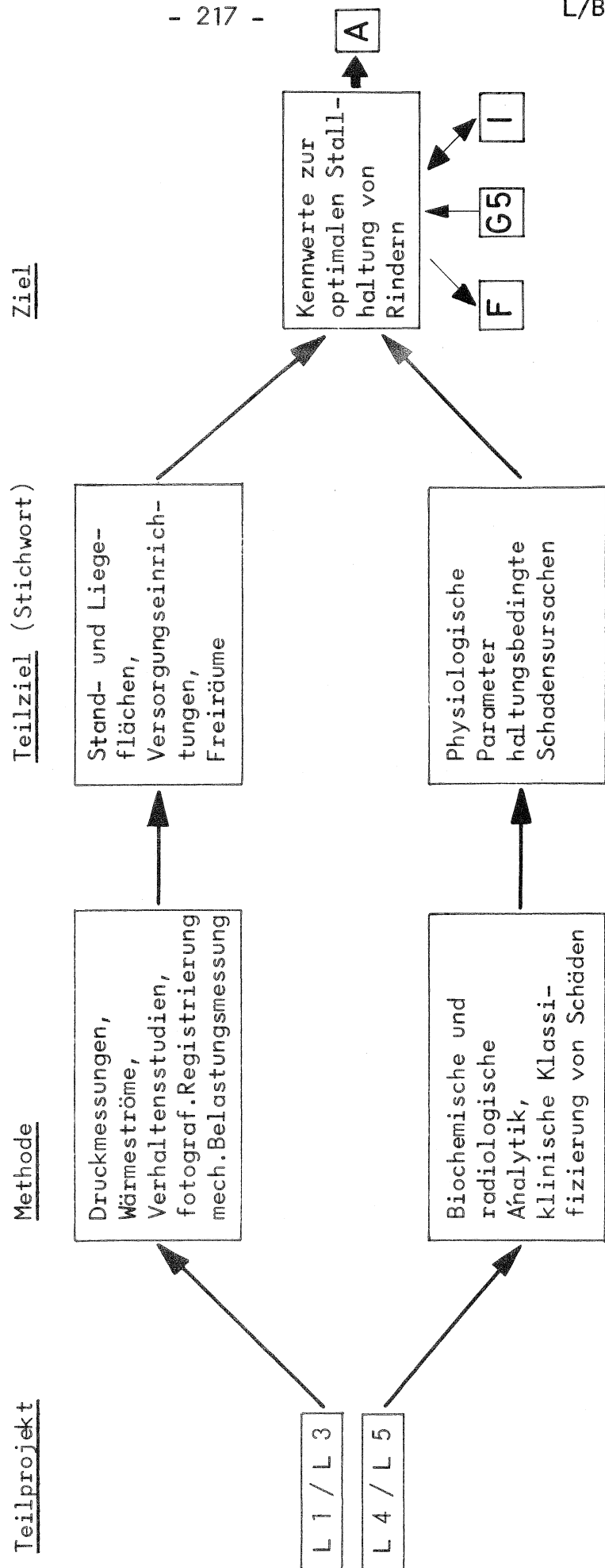
Im Teilprojekt L 1/L 3 konnte demgemäß nicht der gesamte Komplex der Freiraumansprüche bearbeitet werden. Die Untersuchungen beschränkten sich hier auf die Versorgungseinrichtungen wie Krippen und Tränken. Bei Stand- und Liegeflächen konzentrierten sich die Untersuchungen auf Anforderungen hinsichtlich Härte- und Wärmeeigenschaften.

Erhebliche Kürzungen und die Neuformulierung der Thematik durch die Gutachter machten im Teilprojekt L 4/L 5 folgende Schwerpunktbildung notwendig:

1. Ermittlung stallhaltungsbedingter Schäden an Milchkühen.
2. Einfluß von elektrischen und mechanischen Belastungen auf Blutparameter und Verhalten von Milchkühen.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse konnten im ständigen Erfahrungsaustausch mit Herstellern zu neuen Entwicklungen beitragen, die zum Teil bereits erste Praxiserprobungen absolviert haben (Beispiele: Krippenform für Kurzstände, Tränkebecken, Bodenbeläge).

Ermittlung von Kennwerten für die optimale Stallhaltung von Rindvieh



Teilprojekt L 1/L 3

Untersuchungen über grundsätzliche Anforderungen an Liegeflächen, Steuerungs- und Versorgungseinrichtungen bei Milchkühen in Einzelhaltung

Leiter: Dr. J. Boxberger
Bayer.Landesanstalt für Landtechnik
8050 Freising, Vöttingerstr. 36
Tel. 08161/71453

Mitarbeiter: E.Lasson, Dipl.-Ing.agr.
R.Metzner, Dipl.-Ing.agr.

Antrag vom 5.4.1976 S. 246 - 254

Da die Untersuchungen z.T. Bereiche erfaßten, über die kaum Vorarbeiten bekannt geworden waren, bedurfte es in den abgelaufenen beiden Jahren einer umfangreichen Methodenentwicklung und des Aufbaus komplizierter Versuchseinrichtungen. Diese methodischen Arbeiten und daraus resultierende Ergebnisse sind in 2 Dissertationen niedergelegt.

1. Untersuchungen über die Anforderungen von Rindern an die Wärme- und Härteeigenschaften von Stand- und Liegeflächen

Bodenbeläge für Stand- und Liegeflächen unterliegen grundsätzlich widersprüchlichen Anforderungen, die sich bei den Wärmeeigenschaften darauf beziehen, daß zwar bei hoher Leistung des Tieres die produzierte Wärme an den Boden abgeführt wird, aber grundsätzlich die notwendige Wärmedämmung erhalten bleiben muß. Hinsichtlich der Härteeigenschaften ist ein ebenes und festes Auftreten für die Klaue sowie ein weiches Eintauchen der hervortretenden Gelenke der Extremitäten erforderlich. Weiterhin umfassen die Anforderungen des Rindes an die Bodenbeläge ausreichende Rutschfestigkeit, hygienische Unbedenklichkeit sowie lange Lebensdauer und daraus resultierend Wirtschaftlichkeit.

Die Untersuchungen konzentrierten sich aus finanziellen Gründen auf die Ermittlung der Anforderungen an die Wärme- und Härteeigenschaften und in einem gesonderten Bericht auf die hygienische Situation bei Bodenbelägen.

Ziel der Untersuchungen war, die Anforderungen des Tieres an die Wärme- und Härteeigenschaften in quantifizierbaren Kennwerten zu erfassen, um daraus die Grundlagen und Voraussetzungen zur Herstellung tiergerechter Bodenbeläge zu schaffen.

Ermittlung von Kennwerten für optimale Wärmeeigenschaften

Um Anhaltspunkte über die Größenordnungen tiergerechter Wärmeeigenschaften zu erhalten, wurde zunächst das Wärmeverhalten von Weideliegeflächen untersucht, welche die Situation des Wärmeentzuges unter natürlichen Bedingungen repräsentiert. Dabei ergaben sich Wärmestromwerte von hauptsächlich $50 - 100 \text{ W/m}^2$ (Wärmestrommessung mit Prüfheizkörper, Heiztemperatur = 30° C , Bodentemperatur = $15 - 25^\circ \text{ C}$).

Auf diesen Ergebnissen aufbauend mußte zur Absicherung tiergerechten Wärmeentzuges eine Untersuchungsmethode gefunden werden, welche die Wärmeabgabe vom Tier zum Boden feststellt, und den Umfang der Wärmeabgabe so verändert, daß Verhaltensreaktionen wie Steh- und Liegedauer als Merkmal der Akzeptierung bzw. Ablehnung des Wärmeentzuges verwendet werden können. Hierzu diente eine heiz- und kühlbare Standplatzfläche, die zwischen -15° C und $+50^\circ \text{ C}$ regulierbar war und wegen des unter der Liegefläche fließenden Heiz- und Kühlmediums eine praktisch unendlich hohe Wärmekapazität aufweist. Die Wärmeabgabe wurde als Wärmestrom zwischen Tierkörper und Liegefläche mit einer Wärmeflußmeßplatte bei drei Versuchstieren gemessen.

Die Steh- und Liegezeiten ermittelten sich aus den Wärmestromkurven. Bei Bodentemperaturen von 50° C wurde das Steh- und Liegeverhalten mittels einer automatischen Fotoregistrieranlage festgehalten. Die Untersuchungen gliederten sich in zwei Versuchsabschnitte, bei denen die Versuchstiere extremen Temperaturbelastungen von -15 und $+50^\circ \text{ C}$ und reduzierten Temperaturbelastungen von -4° C und $+35^\circ \text{ C}$ ausgesetzt waren. Zwischen jeder dieser Einstellungen lag eine Periode mit 20° C Bodentemperatur.

Es zeigte sich, daß bis zu einer Wärmeabgabe von ca. 160 W/m^2 die Versuchstiere nicht von sich aus wärmeregulierend durch Gefäßreaktionen der Haut eingreifen. Die Abgabereduzierung betrug bei Temperaturgradienten von $40^\circ \text{ C} - 50^\circ \text{ C}$ zwischen Tierkörper und Liegefläche ca. 120 W/m^2 . Dabei verkürzten sich die Liegezeiten bei gleichzeitiger Erhöhung der Liegefrequenz unter zunehmenden Temperaturbelastungen (Abb. 1). Aus dem wärmeregulatorischen Verhalten läßt sich folgern, daß die Tiere Wärmeentzugsmengen von 160 W/m^2 bis zum Wärmestromgleichgewicht zwischen Körper und Boden bevorzugen. Das registrierte Liegeverhalten weist darüber hinaus auf eine tendenzmäßige Bevorzugung geringer Wärmeabgabe zwischen 15 W/m^2 und 50 W/m^2 hin.

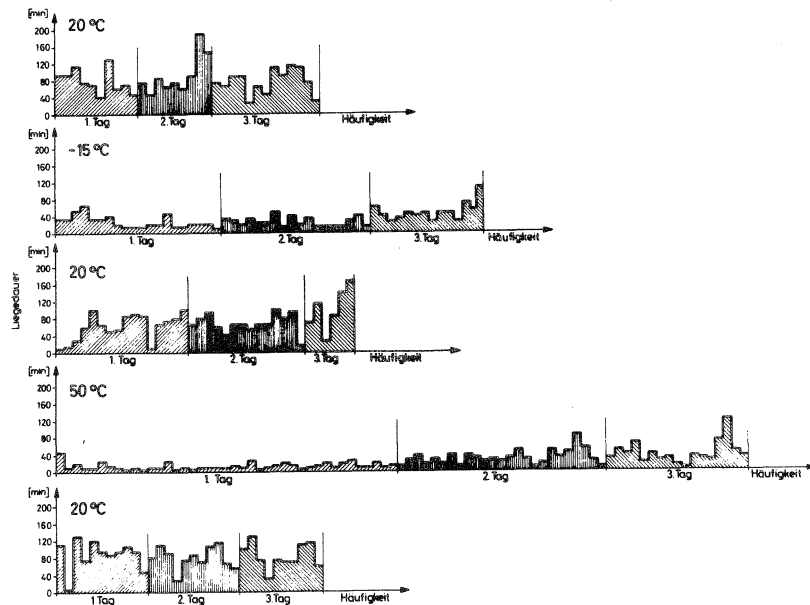


Abbildung 1: Liegedauer und -häufigkeit bei unterschiedlichen Einstellungen der Bodentemperatur

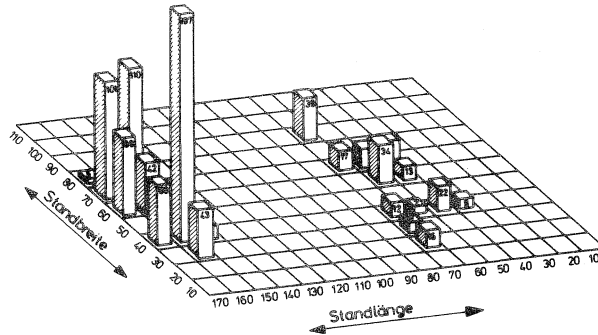
Ermittlung von Kennwerten für optimale Härte

Aus Verhaltensbeobachtungen bei freier Wahlmöglichkeit verschieden harter Bodenflächen im Freßboxenlaufstall geht eine eindeutige Bevorzugung weicher Belagsarten für das Liegen und zumindest kein Meiden für das Stehen hervor. Untersuchungen zufolge lehnen Tiere jedoch das Stehen auf nicht fester Unterlage ab. Um zu prüfen, ob der Gegensätzlichkeit der Anforderungen an die Boden Härte für Klauen und Gliedmaßen im Anbindestand durch Flächenzonen unterschiedlicher Härte zu begegnen ist, wurden die Trittpositionen der Klauen sowie die Aufliegepunkte der Karpal- und Sprunggelenke im Liegen registriert.

Die Registrierung der Trittpositionen geschah mit einer Rastertrittplatte, deren federnd gelagerte Rasterplatten beim Niederdrücken durch die Klaue einen elektrischen Kontakt auslösten und damit ein Lichtsignal auf einem Lichtanzeigegerät verursachten, das der Anordnung der Rasterplatte entspricht. Die Aufliegepunkte der Karpal- und Sprunggelenke wurden durch zwei automatisch betriebene Kameras, die schräg über dem Versuchsstand angebracht waren, festgehalten. Während die Trittpositionen im Bereich der Vorderextremitäten eng eingrenzbar sind, verteilen sie sich im Bereich der Hinterextremitäten annähernd gleichmäßig (Abb. 2). Die Aufliegepunkte der Karpal- und Sprunggelenke verteilen sich ähnlich wie die Trittpositionen, wobei im Bereich der Hinterextremitäten

keine Differenzierung der Positionen möglich ist, im Bereich der Vorderextremitäten jedoch die Möglichkeit einer unterschiedlichen Härtezone besteht, indem auf eine bis zu 20 cm hinter der Krippenwand reichende harte Fläche eine weiche Bodengestaltung folgen kann.

a) Halsrahmenanbindung, ruhendes Stehen



b) Halsrahmenanbindung, fressendes Stehen

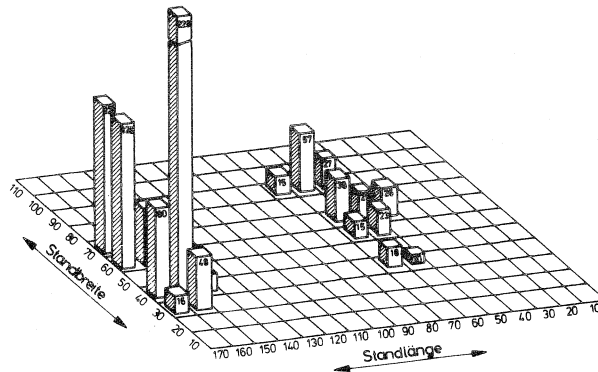


Abbildung 2: Verteilung der Trittpositionen der Vorder- und Hinterextremitäten auf der Standplatzfläche bei Halsrahmenanbindung sowie ruhendem und fressendem Stehen

Neben der Differenzierung der Boden Härte am Standplatz kommt es auf die Quantifizierung der Boden Härte an, die nach dem Stehen und dem Abliegen als der Situation, bei der die höchste Beanspruchung auf ein Gelenk auftritt, unterschieden werden. Der widerstandsfähigen nahezu ebenen Sohlenfläche der Klauen steht die kugelförmige empfindliche Gelenksfläche gegenüber. Optimale Härte für das Stehen ist dann gegeben, wenn die Klaue ab einer Kraft von 2000 N, die in etwa der Kraft entspricht, die bei ruhigem Stehen auf eine Klaue wirkt, einen festen Widerstand findet. Dagegen ist die optimale Belagshärte für das auftreffende Karpalgelenk dann vorhanden, wenn bei einer Kraft von 4000 N, welche die Spitzenbelastung

durch das Auftreffen auf den Boden repräsentiert, das Gelenk ca. 30 mm in den Belag einsinkt, wobei sich die Kraft in einem degressiven Verlauf auf eine Fläche von ca. 90 cm² verteilt. Ein weiteres Eindringen in den Boden bei den gegebenen Flächenausmaßen der Karpalgelenke bringt kaum zusätzliche Druckminderung.

Die Eigenschaften für hartes Stehen und weiches Eintauchen der Gelenke lassen sich kombinieren, wenn die zusätzliche Eindringtiefe der Klaue, die durch Gewichtsverlagerung auf ein Bein verursacht ist, nicht mehr als ca. 5 mm ausmacht.

Weitere Forschungsansätze

Zur weiteren Ermittlung tiergerechter Wärmeeigenschaften bedarf es Untersuchungen über das Verhalten bei Liegeflächen unterschiedlich wärmedämmter Liegeflächen bei sonst gleichen Bedingungen. Außerdem muß zur Eingrenzung der vom Tier akzeptierten Wärmeabgabe die Abhängigkeit von der Milchleistung überprüft werden. Um die Wärmeabgabe an den Boden noch genauer bestimmen und mit dem Tierverhalten in Beziehung setzen zu können, bedarf es der Ermittlung der auf dem Boden aufliegenden Hautflächen.

Hinsichtlich der Härte bzw. Elastizität von Stand- und Liegeflächen sind weitere Versuche zur Feststellung der Trittsicherheit (Wahlversuch, Freiboxenlaufstall, Messungen der Klauenflächensohlen von Milchkühen, Messung von Bodenbelägen an der Universalprüfmaschine), notwendig. Um Aussagen über die Haltbarkeit von Bodenbelägen gewinnen zu können, bedarf es der Ermittlung der Beanspruchung durch Klauen und Gelenke beim Stehen bzw. den verschiedenen Bewegungsabläufen. Die Kennwerte für die tiergerechte Boden Härte sollten durch grundlegende Kenntnisse über die Beanspruchbarkeit der aufliegenden Gelenksteile ergänzt werden, die durch Feststellen der Widerstandsfähigkeit von Haut und Knochengewebe in Laborversuchen festgestellt werden können. Diese Ergebnisse können unmittelbar über die bereits bestehende Verschleißtestmaschine verwertet werden.

Die Untersuchungen, die bislang nur die Stand- und Liegeflächen betrafen, sind auf den Bereich der häufig als Rostböden gestalteten Laufflächen auszudehnen. Hierbei kommt dem Spaltenboden besondere Bedeutung zu, wobei unter der Fragestellung tiergemäßer Spaltenweiten und Auftrittsbreiten Untersuchungen über das Stehverhalten und die Lokomotion angestellt werden müssen.

2. Versorgungseinrichtungen

Die Schwierigkeiten bei der Gestaltung und Zordnung der Versorgungseinrichtungen des Kurzstandes rühren im Fall der Krippe daher, daß dieser Bereich nicht allein den Anforderungen des fressenden Tieres genügen muß, sondern auch dem stehenden und sich bewegenden Tier ausreichenden Bewegungsfreiraum zu bieten hat. Im Fall der Tränkeeinrichtungen soll den Rindern eine leichte Erreichbarkeit und Bedienung bei ständigem Wasserangebot möglich sein, gleichzeitig ist jedoch eine Vernässung der nur noch gering eingestreuten bzw. einstreulosen Liegefläche zu vermeiden.

Das Ziel der Untersuchungen mußte es folglich sein, die sich aus den einzelnen Funktionskreisen ergebenden grundsätzlichen Anforderungen des Rindes zunächst zu ermitteln und zu definieren. Die erhaltenen Aussagen mußten sodann zu tiergemäßen Kompromissen zusammengefaßt werden, aus denen brauchbare, technische Lösungen zu entwickeln waren.

Ebenso wie im Bereich der Liegeflächen wurden auch die Untersuchungen über die grundsätzlichen Anforderungen an die Versorgungseinrichtungen mit Tieren der deutschen Fleckviehrasse durchgeführt. Eine letzte allgemeingültige Aussage bedarf daher einer Bestätigung der Ergebnisse durch eine Wiederholung der Untersuchungen mit Tieren anderer Rassen. Das methodische Vorgehen zur Klärung des Fragenkomplexes wird aus Abbildung 1 ersichtlich

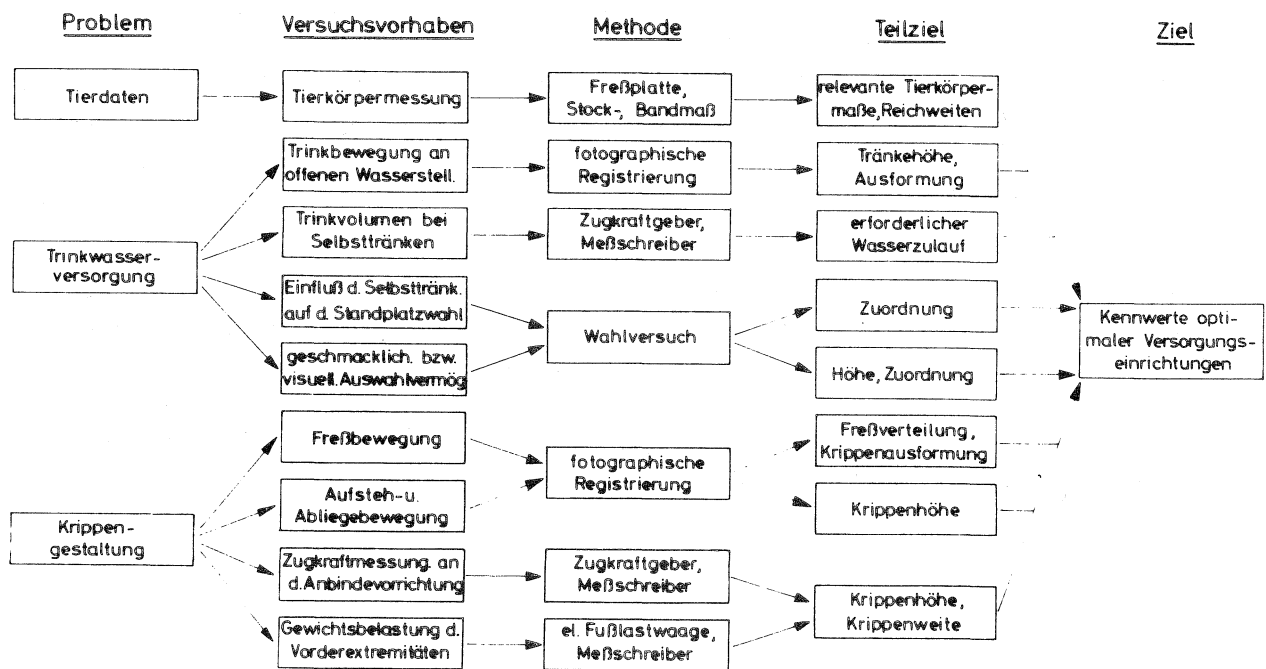


Abbildung 1: Ermittlung von Kennwerten für optimale Versorgungseinrichtungen von Fleckviehkühen bei Anbindehaltung

Die Kenntnis wichtiger, relevanter Tierkörperdaten bildet die Voraussetzung für die Ermittlung der richtigen Zuordnung der Versorgungseinrichtungen zum Tier. Um die innerhalb einer Rinderrasse auftretenden Schwankungsbreiten dieser Körpermaße erfassen und bei anschließenden Einzeltierversuchen berücksichtigen zu können, wurden von 46 Fleckviehkühen die Reichweiten und das relevante Körpermaß der gestreckten Hals-Kopf-Zungenlänge ($\bar{x} = 118 \text{ cm}$) bestimmt. Zu den gleichzeitig erfaßten Körpermaßen der Widerristhöhe, Bughöhe und Rumpflänge können nur sehr niedrige Korrelationen nachgewiesen werden ($0,21 < r < 0,32$). Kenndaten des Bewegungsablaufes und der tierischen Verhaltensmuster müssen die Daten konstitutioneller Merkmale ergänzen. Zur Ermittlung artspezifischer Anforderungen an die Trinkwasserversorgung wurden Trinkverhalten und -bewegung von Ur- und Hausrind an offenen und vom Hausrind auch an begrenzten Wasserflächen beobachtet. Wildform und Hausrind stimmen im Verhaltensmuster überein. Während des Saugtrinkens, das vom Rind räumlich sehr gezielt durchgeführt wird und zudem das Tier im Mittel mit einer überstrichenen Wasserfläche von 620 cm^2 auskommt, wird aufgrund der Anordnung von Maul- und Nasenöffnung eine Kopfneigung zur Wasseroberfläche von ca. 62° eingenommen. Die Eintauchtiefe des Flotzmaules während des Saugtrinkens beträgt rund 3 cm.

Weitere Kennwerte zur Gestaltung einer tiergemäßen Tränkeeinrichtung lieferten drei Versuchsreihen, die sich mit der Trinkgeschwindigkeit, der Zuordnung der Tränkeeinrichtung zum Tier und der qualitativen Beeinflussung der Wasseraufnahme befassen. Danach ergibt sich bei freier Wasseraufnahme aus einem Trog eine mittlere Aufnahmemenge pro Zeiteinheit von ca. $0,3 \text{ ltr/sec}$ bzw. $18,6 \text{ ltr/min}$ (Abb. 2).

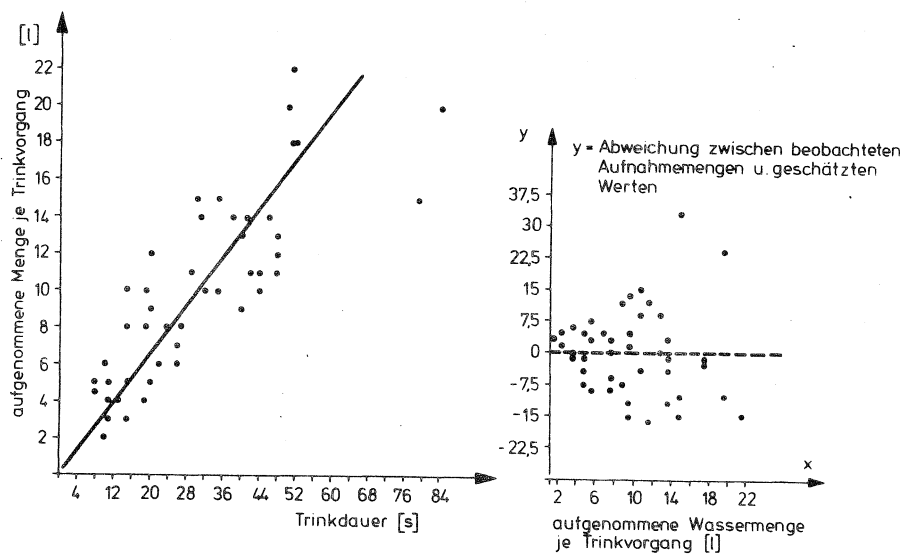


Abbildung 2: a) Aufgenommene Wassermengen je Zeiteinheit u. Trinkvorgang bei freier Aufnahme (Trog)
 b) Abweichung zwischen beobachteten Aufnahmemengen und geschätzten Werten

Setzt man bei der Zuordnung der Tränkeeinrichtung zum Tier eine Schalenform voraus, die die typische Kopfnäigung des Rindes ermöglicht, bevorzugt das Tier eine Anordnung des Bedienungselementes, bei der durch eine frontale stoßende Kopfbewegung der Wasserzufluß ausgelöst werden kann. Wie qualitative Veränderungen des Trinkwasserangebotes mit Hilfe von Zusatzstoffen zeigen, reagiert das Rind erst auf grobe Verschmutzungen durch Kot mit deutlich reduzierten Aufnahmemengen. Aufgrund der bisherigen Beobachtungs- und Versuchsergebnisse, die noch durch umfangreiche Wiederholungen abgesichert werden müssen, wird ein flachschaliges Ventilselbsttränkebecken vorgeschlagen, das eine Öffnung von ca. 600 bis 650 cm² aufweisen sollte. Eine beweglich angebrachte Tränkeschale übernimmt zusätzlich die Funktion des Bedienungselementes. Der Wasserzulauf ist an die Trinkgeschwindigkeit des Rindes mit 18 ltr/min angepaßt. Die Montage der Selbsttränke erfolgt über der Krippe an der Seitenabtennung in 80 cm Höhe über Standniveau.

Die artspezifischen Anforderungen des Rindes an eine Kurzstandkrippe wurden in Einzeltierversuchen mit Hilfe von drei Fleckviehkalbinnen ermittelt, die in ihrer gestreckten Hals-Kopf-Zungenlänge mit dem Mittelwert der entsprechenden Stichprobe aus den Tierkörpermessungen übereinstimmten.

Die Ansprüche des fressenden Rindes lassen sich unter anderem aus den einzelnen Freßbewegungen ableiten, die mit Hilfe von 2 automatischen Motorkameras räumlich aufgezeichnet wurden. Es gelang hierbei eine Methode zu entwickeln, die es ermöglicht, auch längere und kompliziertere Bewegungsabläufe rechnerisch erfassbar und vergleichbar zu machen. Die aus diesen Freßpunktverteilungen zu erhaltenden Aussagen werden durch die mit Hilfe einer elektronischen Fußlastwaage gewonnenen Meßwerte ergänzt, die Auskunft über die während der Futteraufnahme an den Vorderextremitäten auftretenden Belastungen geben (Abb. 3).

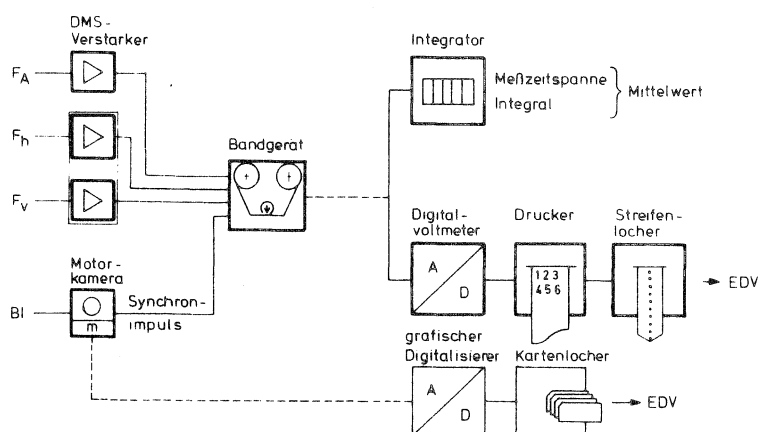


Abbildung 3: Messung der Kräfte im Anbindestand
Blockdiagramm zur Datengewinnung

Die Anforderungen des abliegenden und aufstehenden Rindes ergeben sich einerseits aus den von der elektronischen Fußlastwaage aufgenommenen Belastungswerten und andererseits aus den mit einer Videokamera festgehaltenen Bewegungsabläufen. Um zu möglichst praxisgerechten Ergebnissen zu kommen, wurde ein Versuchsstand mit den entsprechenden Kurzstandmaßen eingerichtet und mit der Möglichkeit versehen, häufig verwendete Anbindevorrichtungen gegenseitig auszutauschen. Eine variable Versuchskrippe war in ihrer Höhe (0-25 cm), Weite (10-100 cm) und Neigung der Gegenseite (0-80 Grad) stufenlos zu verstellen.

Wie der Vergleich der einzelnen Verteilungen zeigte, unterliegen die Freßbewegungen in starkem Maße individuellen Eigenheiten. Unterschiedliche Futtermittel wie auch veränderte Krippenhöhen beeinflussen die Freßpunktverteilung nur gering. Spürbar wirkt sich dagegen eine Verdoppelung der Krippenweite von 40 auf 80 cm aus. Gleichzeitig treten mit der höheren Krippenweite auch die Unterschiede zwischen den einzelnen Anbindevorrichtungen deutlicher zutage. Hierbei gewinnen nicht nur die differierenden technischen Bewegungsspielräume an Bedeutung, sondern auch die Unterschiede in der Konstruktion, da durch größere Kontaktflächen ein Anstemmen in die Anbindevorrichtung erleichtert wird. Unabhängig von Anbindevorrichtung und Krippenhöhe fressen die Tiere bei einer vorgegebenen Krippenweite von 80 cm bevorzugt in einem Bereich, der durch die Maße Weite 60 cm und Breite 10-100 cm näherungsweise eingegrenzt wird.

Die Zugkraftmessungen an der Anbindevorrichtung und die mit Hilfe der elektronischen Fußlastwaage festgestellten Vertikal- und Horizontalkräfte an den Vordergliedmaßen geben Auskunft über die durchschnittliche Belastung, unter denen das Tier das Futter in den einzelnen Versuchseinstellungen aufnehmen kann. Als besonders ungünstig und für die Fleckviehhaltung ungeeignet erweisen sich zu niedrige Krippeneinstellungen (Krippensohle 0 bis 5 cm), da sie zu starken Dauerbelastungen der Vordergliedmaßen führen. Die Situation verschärft sich zusätzlich durch große Krippenweiten, da die Aufnahme entfernteren Futters hohe Belastungsspitzen auslöst. Soll deshalb die durchschnittliche Gesamtbelastung der Vorderextremitäten während der Futteraufnahme 10 Prozent nicht überschreiten, so muß das Krippenniveau bei einer Weite von 40 cm mindestens 10 cm betragen und bei größeren Weiten auf eine Höhe von 15 cm ansteigen.

Aus den Belastungskurven der einzelnen Abliege- und Aufstehvorgänge unterschiedlicher Versuchseinstellungen wurden jeweils die Werte der Maximalebelastung und der Entlastungsphase herausgegriffen und untereinander verglichen. Es läßt sich weder für die Belastungsphase noch für die Entlastungsphase der Vordergliedmaßen ein Einfluß unterschiedlicher Krippenhöhe absichern. Die auftretenden individuellen Unter-

schiede in der Belastung der Vorhand übertreffen sowohl den Einfluß der Krippenhöhe als auch der unterschiedlichen Anbindevorrichtungen. Abliege- und Aufstehbewegungen selbst lassen keine grundlegenden individuellen Unterschiede zwischen den Versuchstieren erkennen. Die Umhüllungslinien des Kopf-Hals-Bereiches sowie die Bewegungslinien der Maulspitze weisen dagegen nach, daß den Rindern nur in engen Grenzen eine Anpassung an steigende Krippenhöhen möglich ist. Bereits ab einer Höhe von 15 cm treten erste Kollisionen zwischen Krippenwand und Brustbereich auf. Unbehinderte Bewegungsabläufe mit stark ausgeprägtem Kopfschwung benötigen einen Krippenfreiraum ab 8 cm über Standniveau bei einer erforderlichen Krippenweite von maximal 60 cm. Aufgrund der aus den bisher durchgeführten Einzelversuchen gewonnenen Kenndaten und unter Berücksichtigung der Variationsbreite in der gestreckten Hals-Kopf-Zungenlänge wird folgende Krippenform vorgeschlagen:

Der tiefste Punkt der Krippe befindet sich 40 cm hinter der Krippenwand und 12 cm über Standniveau. Von hier steigt die Krippe dem Freßwinkel der Tiere entsprechend (Fleckviehrasse = 45°) zum Krippentisch an, während der ebene Krippenboden zum Tier hin eine Steigung von 2 - 3 Prozent aufweist. Wichtigstes Element der Krippe bildet eine 20 cm hohe bewegliche Krippenwand, da nur durch sie ein vertretbarer Kompromiß zwischen den unterschiedlichen Anforderungen an den Krippenbereich möglich wird.

Veröffentlichungen:

- (1) Boxberger, J. Verbesserte Kurzstandaufstallungen
Metzner, R.: Die Milchpraxis 12 (1974) H. 3, S. 6 - 8
- (2) Boxberger, J.: Wie sich Kurzstände verbessern lassen
Übersicht 25 (1974), S. 338 - 342
- (3) Metzner, R.: Untersuchungen über das Trink- und Freßverhalten von Rindern zur Ermittlung tiergerechter Versorgungseinrichtungen
Berichte über die Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan 1974
- (4) Boxberger, J. Meßergebnisse über Wärmeströme und Druckverhalten bei Bodenbelägen für Milchvieh
Stanzel, H. Praktischer Tierarzt (1975) H. 2, S. 86-92
Lasson, E.:
- (5) Boxberger, J. Untersuchungen über das Trinkverhalten von Rindern zur Ermittlung tiergerechter Versorgungseinrichtungen
Metzner, R.: Der Tierzüchter 27 (1975), S. 69-71

- (6) Boxberger, J.: Leitsatz: Kurzstand-Anbindestall
KTBL - Arbeitsblatt
Landwirtschaftsverlag Hiltrup 1975
- (7) Boxberger, J.: Komfort für Kühe im Anbindestall
top agrar 4 (1975) H. 12, S. R26 - R 28
- (8) Boxberger, J. Tränkebecken falsch konstruiert ?
Metzner, R.: BLW 165 (1975) H. 43, S. 15 - 16
- (9) Boxberger, J.: Spezielle Formen der Milchviehanbindehal-
tung
Der Tierzüchter 28 (1976), S. 75 - 77
- (10) Metzner, R.: Ermittlung von Kennwerten zur Krippenge-
staltung für Kühe unter Kurzstandbedingungen
Manuskript KTBL 1976 (in Vorbereitung)

Dissertationen:

- (1) Lasson, E.: Untersuchungen über die Anforderungen von
Rindern an die Wärme und Härteeigenschaf-
ten von Stand- und Liegeflächen
Weihenstephan im Juli 1976
- (2) Metzner, R.: Kennwerte für tiergemäße Versorgungsein-
richtungen des Kurzstandes für Fleckvieh-
kühe
Weihenstephan im Juli 1976

Wissenschaftliche Kontakte

Dr. Wander, Institut für landw.Bauforschung der FAL, Völkenrode
Dr. Zeeb, Tierhygienisches Institut Freiburg,
Prof. Bianca, Dr. Rist, ETH Zürich/Schweiz
Dr. Andreae, Max-Planck-Institut Trenthorst
Dipl.-Ing. A.Stuber, Dipl.-Ing. P.Jakob, Eidgenössische Forschungs-
anstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik
Prof. Dr.Dr. H.H. Sambras, Lehrstuhl für Tierzucht Universität
München

Teilnahme an Tagungen

- 9.10.1974 Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan
Freising
- Nov. 1974 6. Arbeitstagung "Angewandte Ethologie bei
Freiburg - Breisgau Haustieren"

Sept. 1975
Freising

Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan

13.-15.Nov. 1975
Freiburg-Breisgau

7. Arbeitstagung "Angewandte Ethologie bei
Haustieren

26./27.4.1976
Trenthorst

Arbeitsgespräch über biotelemetrische Metho-
den in Tierzucht und Tierhaltung

15.-18.3.1976
Grub b. München

Diskussionsseminar der "International Working
group for animal housing - cattle"

Teilprojekt L 4/L 5

Klinisch erfaßbare Beeinträchtigungen von Rindern in verschiedenen Haltungssystemen mit klinischen Parametern

Leiter: Prof.Dr. W. Groth
Lehrstuhl für Tierhygiene und Nutztierkunde
8050 Freising, Hohenbachernstr. 15
Tel. 08161/71313

Mitarbeiter: W.Gränzer, Dr.med.vet.
W.Förster, Dr.med.vet.
H.-J.Eichler-Steinhauff, Tierarzt
Chr.Metzner, Dipl.-Ing.agr.

1. Untersuchungen über haltungsbedingte Schäden bei Milchkühen in bayerischen Milchvieh-Betrieben

In bayerischen Milchvieh-Betrieben mit unterschiedlichen Stallsystemen sollten Ausführung und Zustand der Stalleinrichtungen im Tierbereich überprüft und evtl. haltungsbedingte Schäden bei den Kühen festgestellt werden.

Im Untersuchungszeitraum vom März 1975 bis Februar 1976 wurden insgesamt etwa 65 Betriebe besichtigt. Davon wurden 56 in die Untersuchungen einbezogen. 50 Betriebe sind nur unter Vorkenntnis einiger Haltungsmerkmale besucht worden; es handelt sich bei diesen 50 Betrieben um eine zufällige Auswahl, die Tierschäden betreffend. 6 Betriebe wurden gezielt auf Grund von häufigen Tierschäden ausgesucht. Zu den Erstgenannten gehören 27 Anbindebetriebe, 18 Laufstallbetriebe und 5 Betriebe mit Fangboxenhaltung. - Die Erhebungen und Untersuchungen wurden anhand eines 25-seitigen Fragebogens durchgeführt.

In der ursprünglich auf die Dauer von mindestens 2 Jahren angesetzten Untersuchung liegt bis Ende Juni 1976 (Ende des Untersuchungsprojektes) ein vorläufiger Bericht über 27 Anbindebetriebe vor. Dabei sind ohne Rücksicht auf Schadensursachen zunächst die Schäden eines von je 2 Besuchen zusammengefaßt worden. Eine Gegenüberstellung von Schäden und gleichzeitig vorhandenen Haltungsmängeln würde evtl. eine Beurteilung der spezifischen Schadensursachen ermöglichen. Hinzuzufügen ist, daß in Weidehaltungsbetrieben eine Aufnahme von veränderlichen Daten nur in der Stallhaltungsperiode stattfand.

Ergebnisse und Diskussion

Die Erhebungen konnten bisher nur z.T. ausgewertet werden. Vor der Besprechung der erhobenen Daten muß auf die Fülle der die Tierschäden in ihrer Entstehung beeinflussenden Faktoren eingegangen werden. Die diesbezüglich interessantesten, weil festgelegten Einflüsse sind die Stalleinrichtung und die Anpassungsfähigkeit des Verhaltens der Kühe.

Variabel, bzw. vom Tierhalter stark beeinflussbar, sind Hygiene, Auswahl des Tiermaterials sowie dessen Fütterung, folgerichtig, dann auch Leistung und Widerstandsfähigkeit der Tiere. - Ein zentraler Faktor, vor allem auf Grund seines mittel - und unmittelbaren Einflusses auf das Tier, ist auch heute noch der Tierbetreuer. Seine Fähigkeit, das Verhalten der Tiere zu beobachten und richtig einzuschätzen, schlägt sich am ehesten in Leistung und Gesundheit nieder; das gilt besonders für Stalleinrichtungen, die für das Tier problematisch sind.

Aus der Vielzahl der die Tiere in ihrer Gesundheit möglicherweise schädigenden Einflüsse wurde die tierbezogene Stallinneneinrichtung in die Untersuchung mit einbezogen. Die dabei erhobenen Bedingungen wurden den in der Fachliteratur empfohlenen Daten gegenübergestellt.

Im Gegensatz zu der geforderten Standbreite von 110 cm für alle Milchviehstände und -boxen (ausgenommen seitenwandständige: 120 - 130 cm) wurde im Mittel in den Mittellangstandbetrieben (10) nur 101,6 cm, in Kurzstandbetrieben mit Einstreu und Kotstufe (7) nur 101,9 cm und in den Gitterrostbetrieben (10) nur 99,2 cm festgestellt. In den Gitterrostbetrieben betrug die Standlänge im Mittel nur 147,7 cm. Anstatt mit mindestens 12 cm wurde die Höhe der Trogsohle über Standniveau im Mittel mit 23, 7.8 und 8.8 cm gemessen. Die Trogwandhöhe lag in den Mittellangstandbetrieben erheblich (bis 35 cm), in den beiden Kurzstandbetriebsgruppen in je 3 Fällen über der hier angenommenen Höchstmarke von 30 cm. Die Verstellbarkeit der Anbindevorrichtung (vorwärts, rückwärts) und damit die Anpassungsmöglichkeit an Größe und Verhalten der Tiere war in 17 Kurzstandbetrieben nur insgesamt 5 mal gegeben. Die untere Anbindungsverankerung ragte in den 3 Betriebsgruppen in 6, 6 und 3 Fällen in den Aktionsradius der Kühe hinein bzw. war nicht verdeckt. Eine Einschränkung des Kopffreiraumes und der Bewegungsabläufe der Kühe wurde in den Kurzstandbetriebsgruppen 4 und 7 mal festgestellt. Ein zu enger Anbindungsspielraum (vorwärts- rückwärts unter 30 cm) wurde insgesamt 3 mal festgestellt. Ohne ausreichende seitliche Standbegrenzung waren alle 10 Mittellangstandbetriebe, 6 von 7 Kurzstandbetrieben mit Kotstufe und 4 von 10 Gitterrostbetrieben. Eine für Tiere und Betreuer gefährliche Standbodenglätte wurde in je 3, 2 und 2 Betrieben angetroffen. In 8, 4 und 8 Betrieben betrug die Größe der Fensterflächen weniger als 5 % der Stallbodenfläche. In 3 Mittellangstandbetrieben und 2 Gitterrostbetrieben mußte das Stallklima beanstandet werden (zu hohe relative Luftfeuchte). Von den Gitterrostbetrieben fielen 6 Betriebe entweder durch eine zu geringe Stegbreite oder durch eine zu große Spaltenbreite des Gitterrostes im Tierbereich auf. In den beiden Kurzstandbetriebsgruppen mußte je 1 Betrieb als auffällig vernachlässigt bezeichnet werden. Das Problem von Position und Art der Selbsttränken war in den genannten Betriebsgruppen in 4 und 6 Betrieben nicht ausreichend gelöst. - In den 7 Kurzstandbetrieben mit Einstreu sind 1 Betrieb mit Kuhtrainer, 1 weiterer mit Ryholmssystem und Kuhtrainer, in den 10 Gitterrostbetrieben 2 mit Kuh-

trainer, 4 mit Ryholmsystem, 4 mit einfachem Gitterrost und 6 mit Kombirost enthalten.

In den untersuchten Stallsystemen wurden folgende haltungsbedingte Schäden gefunden: In 10 Mittellangstandbetrieben mit 228 Kühen wurden an 66,2 % der Tiere im Mittel 1,5 Schäden festgestellt. In 7 Kurzstandbetrieben mit Einstreu und Kotstufe (127 Tiere) waren es 90,6 % mit 1,63 Schäden pro Tier und in 10 Gitterrostbetrieben (305 Tiere) wurden an 96,7 % der Kühe im Mittel 1,33 Schäden festgestellt. Da die Anzahl der Schäden allein nichts über deren Auswirkung auf Gesundheit bzw. Minderung des wirtschaftlichen Wertes der Kuh aussagt, wurde jeder Schaden gewichtet:

1 = Schäden nicht funktionshindernd (z.B. haarlose Stellen an Carpal- und Tarsalgelenken), 2 = Schäden funktionshindernd (z.B. Lahmheiten), 3 = schwere Schäden (mangelnde Fruchtbarkeit, schlechte Milchleistung, Euterentzündung, Eutervierviertelverluste durch Zitzenverletzungen oder der Tierverlust bzw. die erforderliche Tierabgabe aufgrund der genannten Ursachen und wegen chronisch schlechtem Zustand des Bewegungsapparates). Nach dieser Bewertung beträgt die mittlere Schadensschwere der Gesamtschäden in den Mittellangstandbetrieben 1,9 und in den Kurzstandbetriebsgruppen 1,76 und 1,8.

Auch die Angaben über das Auftreten von schweren Schäden im obigen Sinne kann nicht ausschließlich als Folge des Einflusses der Stallinneneinrichtung angesehen werden. Von 228 Kühen im Mittellangstand, 127 und 305 Kühen in beiden Kurzstandbetriebsgruppen wurden an je 4 %, 3,2 % und 3,3 % der Tiere einer dieser Schäden festgestellt. Ausgenommen sind schwere Klauen-, Gliedmaßen- und Zitzenschäden. Zu den letztgenannten Schäden ist vorwegzunehmen, daß im Zusammenhang zwischen Entstehung und Ursache unterschieden werden muß zwischen Schäden, die aufgrund einer unmittelbaren, direkten äußeren Einwirkung entstehen und solchen, die ihren Ursprung im mißglückten Anpassungsversuch der Kühe an nicht rinderverhaltensgerechte Stallrichtungen bzw. deren falsche Abmessungen haben. Dies gilt besonders für Fehler im Detail. Direkt verursachte Schäden, z.B. durch hervorstehende Eisenteile, scharfe Kanten, defekte Stalleinrichtungen, sind in dieser Untersuchung nur in ganz vereinzelt Fällen gesehen worden. Die überwiegende Mehrzahl der in der folgenden Tabelle aufgeführten Schäden haben ihre Ursache in einer durch die Umwelt erzwungenen Verhaltensänderung bzw. in der Unfähigkeit der Anpassung an z.B. zu schmale Stände, zu hohe Krippenwände, zu geringe Bewegungsfreiheit, zu glatte Böden.

Aufstallungs- system	Kühe mit Schäden in % des jeweiligen Ge- samtkollektivs an			Anzahl Schäden pro Kuh an			Durchschnittl. Scha- densschwere (1-3)		
	Gl.	Kl.	Z.	Gl.	Kl.	Z.	Gl.	Kl.	Z.
Mittellang	31	16	5,6	1,71	1,82	1,0	1,2	2,25	2,1
Kurz, Einstreu u. Kotstufe	54	18	0,8	1,23	1,6	1,0	1,5	1,3	2,0
Kurz Gitterrost	75	4,3	7,2	1,37	1,5	1,2	1,6	1,0	2,0

Gl. = Gliedmaßen; Kl. = Klauen; Z. = Zitzen

Im übrigen muß darauf hingewiesen werden, daß haltungsbedingte Veränderungen an den Kühen nicht unbedingt klinisch in Erscheinung treten müssen, aber dennoch einen negativen Einfluß auf Leistung und Kondition der Tiere haben können. Es ist anzunehmen, daß die Mehrzahl der negativen haltungsbedingten Einflüsse sich in dieser Form auf Kühe in modernen Milcherzeugerbetrieben auswirkten. Die heutige Landwirtschaft ist aus wirtschaftlichen Zwängen nicht in der Lage, klinisch erkennbare und über einen längeren Zeitraum bestehende leistungsdepressive Haltungsschäden zu tragen. Aus diesem Grunde wurden solche Mängel im Verlauf der vorliegenden Untersuchungen selten gesehen, weil derartige Kühe sehr bald abgegeben werden.

Eine zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse wird erst nach der Auswertung des gesamten Untersuchungsmaterials möglich sein.

2. Der Einfluß des Kuhtrainers auf das Verhalten sowie auf einige Kreislauf- und Blutparameter des Rindes

Die Aufgabe dieser Arbeit lag darin, die physiologische Wirkung von Strömen zu untersuchen, die in der Landwirtschaft, speziell im Anbindestall, in elektrischen Rückenbügeln, genannt "Kuhtrainer", Verwendung finden. Innerhalb von 0,75 und 1,25 sec werden durch diese Kuhtrainer Stromschläge von max. 5000 V Spannung, bis 2,5 mAs Strommenge, 100-300 mA Spitzenwert der Stromstärke und max. 0,1 sec Impulsdauer geleitet, die die Tiere beim Kot- und Harnabsatz an der höchsten Stelle des gewölbten Rückens treffen. - Es sollte festgestellt werden, ob diese Kuhtrainer den Organismus und das Verhalten von Rindern physiologisch beeinflussen. Folgende Parameter wurden gemessen: Die Serumenzyme CPK, GOT und LDH, Blutdruck und Pulsfrequenz und das Verhalten anhand fotografischer Dauerbeobachtung.

Die Versuche fanden in einem Versuchsstall des Lehrstuhles für Tierhygiene und Nutztierkunde statt, als Versuchstiere dienten 5 nichttragende Rinder der Rasse Deutsches Fleckvieh. Der Versuchsablauf war bei allen 5 Tieren gleich. Untersuchungstermin (jeweils 7.30 Uhr):
1. Woche (ohne Kuhtrainer) Montag, Mittwoch, Freitag; 2. Woche (mit Kuhtrainer) Montag bis Freitag; 3. Woche (mit Kuhtrainer) und 4. Woche (ohne Kuhtrainer) Montag, Mittwoch, Freitag.

Nach 2 Wochen folgte eine Wiederholungsphase von 5 Tagen mit einer 3-tägigen erneuten Einschaltung des Kuhtrainers, in der geprüft wurde, wie lange die Tiere brauchen, um sich auf den Kuhtrainer einzustellen.

Die täglichen Untersuchungen liefen folgendermaßen ab:

1. Blutdruck- und Pulsfrequenzmessung
2. Blutprobenentnahme aus der Vena jugularis
3. Zentrifugierung und Bestimmung der Blutproben entsprechend den Vorschriften mit den Testsätzen der Firmen Merck und Boehringer.

Ein Schreibgerät außerhalb des Stallraumes fing über eine Anpassung an einen Oszilloscopen die Stromimpulse bei der Berührung des Kuhtrainers auf und machte sie mit einem Ausschlag zählbar. Dabei schwankten die Ausschläge zwischen 17 und 6 Stromimpulsen pro Tag, bereits am 4. Tag nach Einschalten des Kuhtrainers war bei allen Tieren eine starke Abnahme der Impulse zu verzeichnen. Nach 14 Tagen lagen die täglichen Impulse bei 4 und weniger. Parallel dazu wurden vor und während des Kuhtrainereinsatzes der tägliche Kot- und Harnabsatz registriert. Bei allen Tieren fand der Vorgang unverändert 10-14 mal pro Tag statt, so daß keine Einwirkung von Seiten des Kuhtrainers nachweisbar war.

Auch auf die Serumenzyme übte der Kuhtrainer keinen signifikanten Einfluß aus. Sowohl bei der CPK, die als das empfindlichste der Serumenzyme gilt, als auch bei den Enzymen GOT und LDH waren im Verlauf der 4-wöchigen Hauptuntersuchung keine signifikanten Aktivitätsveränderungen feststellbar, weder nach dem Einschalten des Kuhtrainers noch nach seiner Entfernung. Das Gleiche gilt auch für die Blutdruck- und Pulsfrequenzmessung.

Ein anderes Bild zeigte sich jedoch bei der Auswertung des 3. Parameters, des Verhaltens. Hier stellte sich heraus, daß die Tiere nach Einschaltung des Kuhtrainers bei einer Standlänge von 1,70 m erheblich länger auf dem Gitterrost standen als auf der Liegefläche. Ebenso hatte, besonders in der ersten Zeit, die Häufigkeit des Aufstehens und Abliegens zugenommen, die aber nach einer Eingewöhnungsphase von 4-5 Tagen wieder abnahm. Das Liegeverhalten wurde von dem Kuhtrainer nicht beeinflußt.

Zum Schluß der gesamten Versuchsreihe wurden in einem Zwangsstand innerhalb von 30 Minuten 7 gezielte Stromschläge aus einem Weidezaungerät auf den Rücken des Versuchstieres geleitet. Bei diesem Versuch wurde auch das EKG der Tiere in den entscheidenden Phasen mit einbezogen; die Auswertung der Magnetbänder ist abgeschlossen, mit der Bestimmung der einzelnen EKG-Kurven soll demnächst begonnen werden. - Auch bei diesem Versuch war keinerlei signifikante Beeinflussung durch den Kuhtrainer feststellbar. -

Zusammenfassung

Anhand einiger ausgewählter relevanter Blut- und Kreislaufparameter sowie fotografischer Dauerbeobachtung zur Erfassung des Verhaltens wurde die physiologische Wirkung von Kuhtrainern untersucht. Dabei erwies sich, daß der Einsatz des Kuhtrainers keinen signifikanten Einfluß auf die Blut- und Kreislaufparameter ausübt.

Bei der Auswertung des Verhaltens zeigte sich, daß die Versuchstiere bei eingeschaltetem Kuhtrainer erheblich länger auf dem Gitterrost standen, sowie daß die Häufigkeit des Aufstehens und Abliegens zunächst zunahm. Das Liegeverhalten blieb unverändert.

Bezüglich der hier untersuchten Parameter kann von einer schädlichen Wirkung des Kuhtrainers nicht gesprochen werden.

3. Der Einfluß der glatten Standflächen auf einige Blutparameter des Rindes

Ziel der Untersuchungen war es, an Hand von ausgewählten Blutparametern eine mögliche Belastung für den Organismus durch glatte Standflächen festzustellen, um Grundlagen für die Beurteilung von Boden-

belägen zu schaffen.

I. Vorversuche

1. Gummimatten ohne Profil, trocken, ergaben dieselbe "Rutschfestigkeit" wie Gummimatten mit Profil.
2. Gummimatten ohne Profil, naß, dasselbe Ergebnis.
3. Schmierseife eignet sich für "Glätte" im wissenschaftlichen Sinne nicht, weil sie kein definiertes Produkt darstellt; Haftung auf Untergrund sehr unterschiedlich, Verschleppung und Abtragung.
4. Schalttafeln, 3 mm stark, eignen sich bestenfalls auf Betonböden; durch das hohe Gewicht verlieren sie an "Planheit".

II. Hauptversuch

1. Material und Methodik

2 x 4 Tiere Hfl., SB; "Schalttafeln", 10 mm stark, beidseitig mit "Phenolharz-Filmbeschichtung"; Gitterrostaufstallung, Kuhtrainer, Halsrahmen, 4 verschiedene Selbsttränkevorrichtungen.

Allen Tieren, die aus verschiedenen Herkunftsställen stammten, wurde eine Eingewöhnungsphase von 30 Tagen auf den gleichen Gummimatten gewährt. Anschließend stand die Versuchsgruppe ab Tag 0 sechs Tage auf o.g. Schalttafeln, die Kontrollgruppe blieb in dieser Zeit auf den Gummimatten.

Diese sowohl longitudinale als auch transversale Versuchsanordnung hat den Vorteil, daß die "Varianz innerhalb Tier" - sofern vorhanden - und eventuell vorhandene "Varianzen zwischen den Tieren" bzw. - Gruppen erkannt werden können.

Entnahme der Blutproben: stets 7⁰⁰ an den Tagen -30, -21, -13, -7, -3, -2, -1, 0, +1, +2 und +7.

Blutuntersuchungen:

1. Leukozyten: Elektron.Partikelzähl- und meßgerät COULTER COUNTER.
2. GOT: Nach SCHLEUBUSCH et al., 1974
3. akt. CPK: Nach FORSTER et al., 1970.
4. Laktat: Nach HOHORST, 1970.
5. Frei Fettsäuren: Nach DOLE u. MEINERTZ, 1960.

Alle Analysen wurden nach den Qualitätsrichtlinien der "Deutschen Gesellschaft für klinische Chemie" durchgeführt.

2. Ergebnisse

Beide Tiergruppen unterschieden sich bei gleichen Haltingsbedingungen in ihren Parametern nicht signifikant, Randomi-

sierung lag also vor. - Der Faktor "Glätte" hingegen verursachte mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $< 5\%$ nach einem Tag eine Absenkung der FFS in der Versuchsgruppe. - Generell jedoch ist festzustellen, daß sich alle 5 Parameter bei allen Tieren und an allen Terminen im physiologischen Bereich bewegten.

Durch den Faktor "Glätte" konnte also keine pathologische Beeinflussung der gemessenen Parameter festgestellt werden.

4. Das Verhalten von Rindern auf glattem Boden

Um festzustellen, inwieweit ein glatter Boden das Verhalten der Rinder verändert, wurden folgende Aktivitäten untersucht:

Häufigkeit und Dauer der Liegeperioden,
Häufigkeit des Ausrutschens beim Abliegen und beim Aufstehen,
Häufigkeit des Ausrutschens im Stehen,
Häufigkeit des Liegens und des Stehens auf Rost und auf Matte,
Häufigkeit und Dauer der Wiederkauperioden,
Häufigkeit und Dauer der Schlafstellung,
ferner die Aktivitäten Fressen, Trinken, Koten, Harnen.

Geplant ist, das Abliege- und Aufstehverhalten auf normalem und auf glattem Boden zu filmen, um Veränderungen dieser Bewegungsabläufe festzustellen.

Die Kühe wurden 24 Stunden vor und 48 Stunden nach der Umstellung auf glattem Boden beobachtet, tagsüber visuell, nachts mit einer automatischen Kamera (1B/7,5 min). Nachts konnten nur die Häufigkeit und Dauer der Liegeperioden aufgezeichnet werden.

Folgende Ergebnisse liegen bis jetzt vor:

Häufigkeit der Liegeperioden am Tage

<u>Kontrollgruppe: Tier</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>Versuchsgruppe</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
Tag -1	2	2	2	1		1	1	1	1
Tag 0 (10 Uhr Umstellung)	2	4	3	3		1	1	1	-
Tag +1	6	4	5	3		4	3	2	1

Am Tage vor der Umstellung legten sich die Tiere der Kontrollgruppe doppelt so häufig hin wie die Tiere der Versuchsgruppe. Nach der Umstellung standen die Versuchstiere sehr unsicher auf ihrem Platz, rutschten mehrfach aus, die Tiere 5 und 8 stürzten einmal, Tier 8 legte sich an diesem Tag nicht hin. Die Häufigkeit der Liegeperioden nahm am Tag +1 in beiden Gruppen deutlich zu.

Dauer der Liegeperioden am Tage (Minuten)

Tier	1	2	3	4	\bar{x}	5	6	7	8	\bar{x}
Tag -1	145	70	160	85	115	150	75	110	85	105
Tag 0	215	150	140	135	160	90	75	60	-	56,3
Tag +1	195	190	225	185	198,8	180	225	195	35	158,8

Die Liegezeiten nahmen in der Versuchsgruppe nach der Umstellung deutlich, aber nicht signifikant, ab und nahmen am Tag +1 signifikant ($P = 0,05$) bis über die Ausgangswerte zu.

In der Kontrollgruppe nahmen die Liegezeiten kontinuierlich zu.

Häufigkeit der Wiederkauperioden am Tage

Die Häufigkeit der Wiederkauperioden veränderte sich während des Versuches in der Kontrollgruppe unwesentlich, während in der Versuchsgruppe die Anzahl der Wiederkauperioden am Tag +1 zunahm.

Dauer der Wiederkauperioden am Tage (Minuten)

Tier	1	2	3	4	\bar{x}	5	6	7	8	\bar{x}
Tag -1	60	105	95	110	92,5	100	95	110	95	100,0
Tag 0	85	90	90	130	98,8	105	70	110	65	87,5
Tag +1	125	110	145	135	128,8	95	110	140	75	105,0

Die Wiederkauzeiten nahmen in der Versuchsgruppe am Tag 0 nicht signifikant ab und nahm am Tag +1 wieder nicht signifikant zu. - Die durchschnittliche Dauer einer Wiederkauperiode verringerte sich bei der Versuchsgruppe nach der Umstellung nicht signifikant, während sie bei der Kontrollgruppe am Tag 0 signifikant abnahm ($P = 0,01$) und am Tag +1 wieder signifikant ($P = 0,01$) zunahm.

Noch auszuwerten sind die Häufigkeit und die Dauer der Liegeperioden am Abend und während der Nacht, die Steh- und Liegezeiten auf Rost und Matte, die Häufigkeit und Dauer der Schlafstellung, sowie die Aktivitäten Fressen, Trinken, Koten, Harnen.

5. Untersuchungen über die Wirkung einer Stress-Prophylaxe mit einem Clortetracyclin-Zitronensäure-Präparat auf die transportbedingten Stoffwechseländerungen beim Mastkalb

In Fortsetzung früher durchgeführter Versuche über die physiologische Reaktion von Kälbern auf anstrengende Kraftfahrzeugtransporte (DFG-Schwerpunkt) wurde untersucht, ob durch prophylaktische Gabe

eines Chlortetracyclin-Zitronensäure-Präparates ein Einfluß auf die transportbedingten Veränderungen einer Reihe von physiologischen Parametern ausgeübt werden kann.

Versuchsdurchführung:

Zehn Mastkälber wurden am 23. und am 86. Masttag einem neunstündigen Kfz-Transport ausgesetzt. An den Transporttagen wurden um 6, 12, 18 und 24 Uhr, an den vorhergehenden und den folgenden Tagen um 6 Uhr Blutproben entnommen. Jeweils 3 Tage vor dem Transport wurden den Kälbern Venenkatheder eingesetzt. 2 Tage vor dem Transport wurden zur Ermittlung der physiologischen tageszeitlichen Schwankungen ebenfalls je 5 Blutproben entnommen. - An den Tagen vor und nach den Transporten und am Transporttag erhielten jeweils 5 Kälber mit der Morgentranke Percrison^(R) in prophylaktischer (1. Transp.: 11 mg CTC/kg KG) bzw. therapeutischer Dosis (2. Transp.: 22 mg CTC/kg KG).

Ergebnisse

Die Percrisongabe hatte keinen Einfluß auf die geprüften Parameter.

Die Transportbelastung rief bei den 10 Kälbern folgende Veränderungen hervor:

1. Gewichtsverlust: 1. Transport: $3,8 \pm 0,14$ kg = $5,1 \pm 0,16$ %;
2. Transport: $7,5 \pm 0,38$ kg = $4,6 \pm 0,18$ %. Das Ausgangsgewicht wurde beim 1. Transport nach 3 Tagen, beim 2. Transport nach 1 Tag wieder erreicht.

2. Gesamt-Leukozytenzahl im Blut: Während die physiologischen tageszeitlichen Schwankungen der Leukozytenzahl (Maxima 6 und 18 Uhr, Minimum um 10 bzw. 12 Uhr) nicht signifikant waren, stellte sich an beiden Transporttagen bis 12 Uhr und bis 18 Uhr eine signifikante Leukozytose ein. Erst am 3. bzw. 2. Tag nach den Transporten wurden wieder die Ausgangswerte erreicht.

3. Aktivität der Serumenzyme

GOT: Die tageszeitlichen Schwankungen (Minimum um 12 Uhr, Maximum um 18 Uhr) waren weder am 21. noch am 84. Masttag gesichert. - Am 1. Transporttag (23. Tag) veränderte die GOT-Aktivität (Minimum 6 Uhr, Maximum 12 Uhr) sich nicht signifikant, wich wohl deutlich von der Tageszeitkurve ab. - Am 86. Tag war der Anstieg von 6 - 12 Uhr signifikant.

CPK: Tageszeitkurve: Minimum 10 bzw. 12 Uhr, Maximum 18 Uhr (sign.)
Transporteinfluß: An beiden Tagen hochsignifikanter Anstieg von 6-12 und 24 Uhr. Rückkehr zur Norm an den folgenden 1-2 Tagen.

4. Blutzucker: Im Laufe des Tages Minimum 6 Uhr (signifikant). Beim 1. Transport lagen um 18 Uhr und 24 Uhr die Werte deutlich unter den Vergleichswerten, der Abfall des Glukosespiegels von 24 bis 6 Uhr blieb aus. - Beim 2. Transport vermißte man den Anstieg von 6 - 12 Uhr; die hochsignifikante Steigerung von 18 bis 24 Uhr entsprach nicht den physiol. Verhältnissen. - In der 13. Mastwoche lag der Blutzuckerspiegel signifikant niedriger als in der 4. Mastwoche.

5. Laktat: Physiologische Schwankungen: Minima um 6 und 18 Uhr, Maxima um 12 und 24 Uhr (signifikant). - Für beide Transporte etwa gleicher Kurvenverlauf: Minima um 6 Uhr, erhöhte Werte (sign.) um 12, 18 und 24 Uhr (Max. 18 Uhr), bis 6 Uhr steiler Abfall auf Ausgangsniveau.

6. Freie Fettsäuren: C₆ - C₁₈ (FFS): Physiol. Schwankungen: Minimum um 12 Uhr, Maximum um 24 Uhr. - Bei beiden Transporten nach geringen bzw. signifikantem Abfall von 6 bis 12 Uhr anschließend bis 18 Uhr hochsignifikanter Anstieg. Nach einer Senkung des FFS-Spiegels nach der Abendfütterung stiegen von 24 bis 6 Uhr die Werte nochmals hochsignifikant an und lagen am 2. und 3. Tag nach dem Transport unter dem Ausgangsniveau.

Zusammenfassung

Die Transportbelastung führte bei den 10 Mastkälbern zu Gewichtsverlusten und zu Stoffwechseländerungen, die sich in einer Leukozytose, in einer Aktivitätssteigerung der Serumenzyme GOT und CPK, in Veränderungen der physiologischen diurnalen Blutzuckerschwankungen sowie in einer Erhöhung der Laktat- und FFS-Konzentrationen im Blut führte. - Die Percrisonbehandlung hatte keinen Einfluß auf diese Reaktionen.

