

Sonderforschungsbereich 141
der
Deutschen Forschungsgemeinschaft



Produktionstechniken
der
Rinderhaltung

Forschungsbericht
1.3.1973 - 31.5.1974

Juni 1974

Sonderforschungsbereich 141
der
Deutschen Forschungsgemeinschaft

PRODUKTIONSTECHNIKEN DER RINDERHALTUNG

Forschungsbericht

1.3.1973 - 31.5.1974

Landtechnik Weihenstephan
der TU - München - Weihenstephan

März 1974

Forschungsbericht 1.3.73 - 31.5.74

Bezeichnung des Sonderforschungsbereiches

"Produktionstechniken der Rinderhaltung"

Sprecherhochschule

TU - München/Weihenstephan

Sprecher

Prof.Dr. Heinz Lothar Wenner

Dienstanschrift

Institut für Landtechnik
805 Freising
Vöttingerstr. 36

Telefon

08161/71440

Sekretariat des SFB

Dr. Manfred Schurig

Dienstanschrift

Bayer. Landesanstalt für Landtechnik
805 Freising
Vöttingerstr. 36

Telefon

08161/71452

Freising, 10.5.1974



Sprecher des SFB

Projektbereich A

4

Prozeßanalyse und Systemoptimierung der Produktionsverfahren in der Rinderhaltung.

Leiter: Prof. Dr. H.L. Wenner

Projektbereich F

21

Technologien zur optimalen Futterkonservierung, Lagerung und Fütterung.

Leiter: Dr. H. Pirkelmann, OLR

Projektbereich G

33

Untersuchungen zur optimalen Gestaltung des maschinellen Milchentzuges durch programmgesteuerte Melkanlagen.

Leiter: Dr. H. Schön, akad. Oberrat

Projektbereich H

79

Technologien der Dungbeseitigung und Immissionsschutz bei größeren Nutztierbeständen.

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

Projektbereich I

83

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

Leiter: Dr. H. Schulz, Landwirtschaftsdirektor

Projektbereich L

112

Ermittlung von Kennwerten für die optimale Stallhaltung von Rindern.

Leiter: Dr. J. Boxberger, LR

Hiermit wird der erste Bericht über den Stand und das Ergebnis der bisherigen Forschungsarbeiten des SFB 141 für den Zeitraum vom 1. März 1973 bis 31. Mai 1974 vorgelegt.

Der Sonderforschungsbereich 141 wurde am 21.6.1972 genehmigt, aber erst ab 1.1.1973 in die Finanzierung einbezogen. Im ersten Jahr ging es vor allem darum, die notwendigen Arbeitsvorbereitungen und Sachinvestitionen zu tätigen. Die eigentlichen Forschungsarbeiten, teilweise aufbauend auf eigenen Vorarbeiten, begannen im März - Mai 1973. Die Intensität der Forschungsarbeiten innerhalb des SFB nimmt ständig zu.

Der vorliegende Bericht beschreibt die Arbeiten und Ergebnisse der Anfangsphase.



Prof. Dr. H.L. Wenner

Sprecher des SFB 141

A/Wenner

Projektbereich A

Prozeßanalyse und Systemoptimierung der Produktionsverfahren in der Rinderhaltung.

Leiter: Prof. Dr. H.L. Wenner
Institut für Landtechnik
805 Freising-Weißenstephan
Vöttinger Str. 36
Tel. 08161/71 440

Antrag vom 28.2.1972 Seite 30 - 47

Antrag vom 5.4.1974 Seite 42 - 74

Berichtszeitraum: 1.1.1973 - 1.4.1974

Entsprechend der Antragstellung vom 28.2.197² wurden im ersten Forschungszeitraum nur die Teilprojekte A 1 und A 2 in Angriff genommen, bzw. schon laufende Arbeiten fortgeführt. Über das am 1.1.1974 begonnene Teilprojekt A 3 liegt noch kein Bericht vor, da die ersten 3 Monate der Einarbeitung und dem Literaturstudium dienten.

genau umgekehrt!

*- siehe mich
Nennungen
S. 56 u. S. 63*

*über A 2 keine Bericht
erst 74 angefertigt,
" A 3 S. S. 18.
Bericht seit 73 im Januar 74!*

! ?

Teilprojekt A 1

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

Prof. Dr. H.L.Wenner

Auernhammer, H., Dipl.-Ing.agr.

Ayik, M., Dipl.-Ing.agr.

v. Henneberg, B., Dipl.-Ing.agr.

v. Heyl, L., Dipl.-Ing.agr.

Krinner, L., Dipl.-Ing.agr., LR

Entsprechend dem Finanzierungsantrag vom Februar 1972 wurde im ersten Forschungszeitraum schwerpunktmäßig an der Untersuchungs- und Auswertungsmethodik gearbeitet. Während bei der Ermittlung des Kapitalbedarfes für Gebäude das Stadium des Literaturstudiums noch nicht verlassen wurde, stehen für die Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes und des Energiebedarfes nunmehr ausgereifte Methoden zur Verfügung.

1. Methodik, Analyse und vorläufige Ergebnisse zur Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes in der Rinderhaltung:

1.1 Bedingungen der in der Landwirtschaft vorkommenden Arbeitsabläufe:

Arbeitsabläufe in der Landwirtschaft zeichnen sich durch eine große Variationsbreite aus. Diese ist zurückzuführen auf:

- fehlende Methodentreue
- geringe Einübung
- Einbeziehung biologischer Faktoren und deren Streubreiten
- Einsatz verschiedenartigster Arbeitshilfsmittel
- unterschiedlichste Materialien
- z.T. fehlende Motivation

Eine Prozeßanalysemethode muß diese Voraussetzungen berücksichtigen. Sie konnte deshalb nicht ohne Vorbehalt aus der Industrie übernommen werden.

1.2 Vorhandene Methoden:

Die sachliche Analyse von Arbeitsabläufen verlangt eine hierarchische Gliederung in Ablaufabschnitte. In Anlehnung an Refa (1) wurde diese für die Verfahren der Rinderhaltung erstellt (Abb.1).

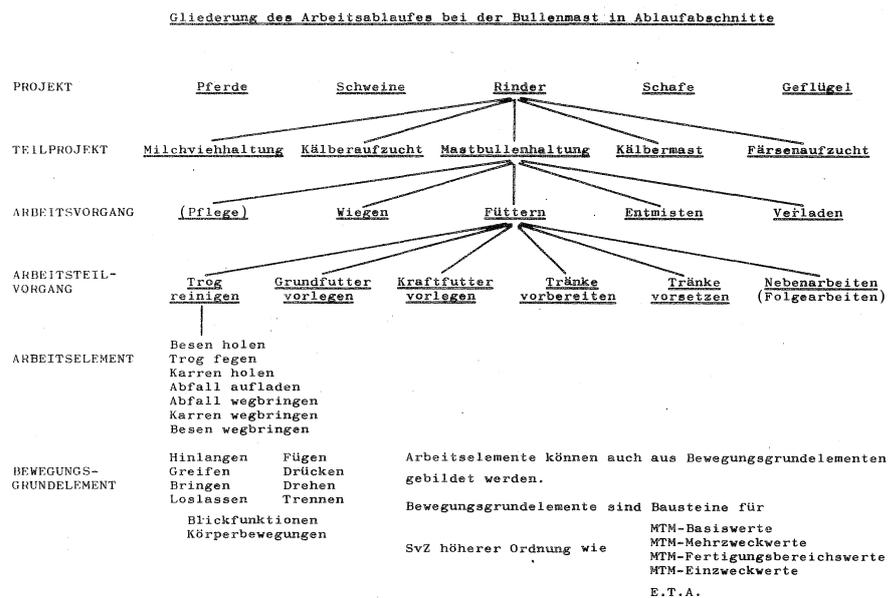


Abb. 1

Vorhandene Methoden der Analyse unterscheiden sich durch die Feinheit der Zergliederung des Arbeitsablaufes.

Die Ganzzeitmethode betrachtet einen Arbeitsvorgang als Ganzes. Einflußgrößen werden mit Hilfe multipler Regressionen bestimmt (2). Eine Vielzahl an Einflußgrößen bedeutet große Stichprobenzahl und damit erhöhten Untersuchungsaufwand. Diese Methode ist deshalb vor allem für stark standardisierte Arbeitsabläufe geeignet.

Die Teilzeitmethode betrachtet Arbeitselemente als Ganzes und baut auf Mittelwerte, einfache und multiple Regressionen auf(3). Mit ihr können auch Abweichungen von der Norm des Arbeitsablaufes hinreichend genau beschrieben werden. Nicht geeignet ist diese Methode zur Kal-

kulation neuer, noch nicht existenter Arbeitsabläufe.

Diese Möglichkeit besteht bei der Kleinstzeitmethode (am weitesten verbreitet ist MTM = Methods-Time Measurement). Damit werden alle Arbeitsabläufe auf die Grundbewegungen und damit auf die geringstmögliche Zahl an Einflußgrößen zurückgeführt (4). Diese Methode eignet sich aber nur für manuelle Tätigkeiten und zeichnet sich zudem durch den höchsten Arbeitsaufwand für Analysen aus.

1.3 Für die Prozeßanalyse geeignete Methoden:

Bezogen auf die unter 1.1 genannten Bedingungen scheidet die Ganzheitsmethode aus, da standardisierte Arbeitsvorgänge nur in geringer Zahl anzutreffen sind.

Die Teilzeitmethode kommt den in der Landwirtschaft herrschenden Bedingungen am weitesten entgegen. Zur Konzeption neuer Arbeitsabläufe sind ihre Möglichkeiten jedoch nicht ausreichend.

Für einen Teil der Analysen würden die Kleinstzeitmethoden eine sehr gute Analysenmöglichkeit darstellen. Untersuchungen in der Bullenmast zeigten aber, daß dort etwa 46 % des Zeitbedarfes Prozeß- oder prozeßabhängige Zeiten sind. Für diesen Anteil am Gesamtarbeitsaufwand könnte demnach diese Methode nicht verwendet werden.

Folglich bietet sich für Analysen die Teilzeitmethode an, die entsprechend den Erfordernissen der Landwirtschaft abzuändern oder zu ergänzen ist. Planungen neuer Arbeitsabläufe können vorgenommen werden, wenn in der untersten Analysenebene eine Verquickung mit einer Kleinstzeitmethode vorgenommen wird. Allerdings muß dann die Vergleichbarkeit der mit verschiedenen Methoden erstellten Daten gewährleistet oder durch Anpassung erzeugt werden.

1.4 Durchführung der Arbeitszeitanalyse:

Im Mittelpunkt der Arbeitszeitanalyse steht nach der in Abb. 2 aufgezeigten Methodik die Arbeitsbeobachtung (5,6), die durch den Arbeitsversuch ergänzt werden kann.

Ziel ist die Ist-Analyse mit den sich daraus ergebenden momentanen Gegebenheiten der Praxis und die Modellkalkulation für allgemeingültige Arbeitsabläufe. Durch Ergänzung mit betriebsspezifischen Daten wird das Modell die Alternative zur Ist-Situation eines Betriebes und damit die Grundlage für die Beratung.

Für die Wissenschaft geben Ist-Analysen Auskunft über notwendige Forschungsansätze, Modellkalkulationen erlauben die Abschätzung der beabsichtigten Verbesserungen und erneute Ist-Analysen ermöglichen die Kontrolle über die eingeleiteten Maßnahmen.

Die gesamte Auswertung kann mit Hilfe der EDV durchgeführt werden (7).

Teilzeitanalyse u. Planzeiterstellung bei landw. Arbeiten mit Hilfe d.EDV

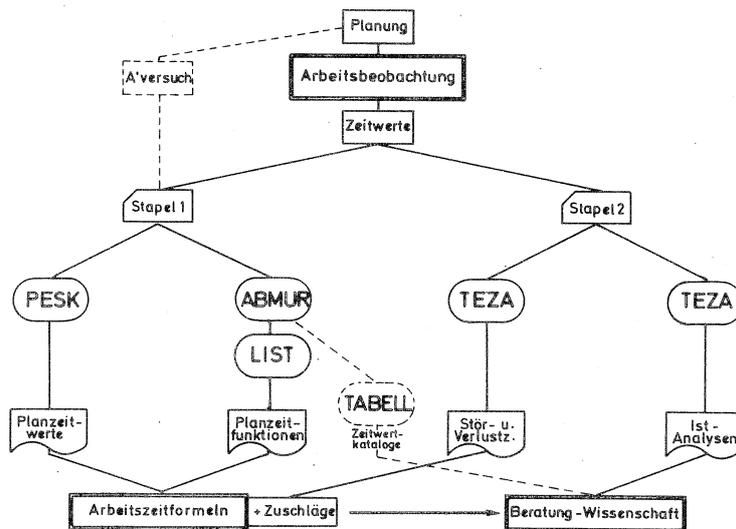


Abb. 2

1.41 Die Ist-Analyse mit dem Auswertungsprogramm TEZA:

Alle in einem Betrieb durchgeführten Zeitstudien wurden bisher mit dem Programm TEZA ausgewertet.

Neben den betriebsspezifischen Nebenzeiten (Stör-, Verlust- und Erholungszeiten) errechnet dieses Programm (Abb. 3):

- den Zeitbedarf für alle Zeitstudien eines Betriebes
- den Zeitbedarf pro Arbeitselement
- den prozentualen Anteil pro Arbeitselement
- den Zeitbedarf pro Bezugsgröße (allg. 1 Tier) und pro Arbeitselement
- den Gesamtzeitbedarf pro Bezugsgröße und Haltungsdauer (AKh/Tier und Jahr)
- den Gesamtzeitbedarf für die untersuchte Produktionseinheit

An den prozentualen Anteilen der einzelnen Arbeitselemente können dabei sofort Ansatzpunkte für Verbesserungen abgelesen werden.

ARBEITSAUFWAND JE ORT AUS DER SUMME DER ARBEITSELEMENTE (MITTEL UEBER DIE KARTENSTAPEL)

ARBEITSZEITMESSUNGEN IM BETRIEB ROEHL, ERHARTING
05. 06. U. 07.02.1974 ABENDS UND FRUEN DURCH FREITRERGER

ARBEITSORT	0	ZEITMESSWERTE MIT HAEUFIGKEIT GROESSER NSTAPEL SIND NICHT ENTHALTEN				MITTEL AUS 4 KARTENSTAPEL	
NUMMER DES IA.ELEMENTES		MITTELWERT	PROZ.	IA.AUFWAND	KODE	Z F I T R E D A R F / MERKMAL (CHIN)	NAME DES ARBEITSFLEMPTES
1		1443.25	19.77	26.73	EINTREIR	ARBEITSZEIT FUER EINTREIREN	
5		1693.75	23.20	31.37	MZ ANSEZ	ARBEITSZEIT FUER MZ ANSETZEN	
7		524.00	7.18	9.70	MZ ABNEH	ARBEITSZEIT FUER MZ ABNEHMEN	
9		1733.00	23.74	32.09	AUSMELKF	ARBEITSZEIT FUER AUSMELKEN MASCH	
11		593.75	8.13	11.00	AUSTREIR	ARBEITSZEIT FUER AUSTREIBEN	
22		744.50	10.20	13.79	WARTERAU	ARBEITSZEIT FUER WARTERAUM ANSPERREN	
23		332.25	4.55	6.15	STOEREN	VERLUSTZEIT DURCH STOEREN	
24		235.75	3.23	4.37	WARTER	VERLUSTZEIT DURCH WARTEN	
SUMME		7300.25	100.00	135.19		GESAMTARBEITSAUFWAND PRO ORT UND PRO MERKMAL	
ARBEITSAUFWAND PRO BEZUGSGROESSE BETRAECT IN		730. ARBEITSVORGANGEN (MELKZEITEN)		16.45 AKH			
ARBEITSAUFWAND AN DIESEM ARBEITSORT BEI		54. KUEHE		886.20 AKH			
GEMOLKENE KUEHE/STUNDE				44.38 KUEHE			

Abb. 3

1.42 Ermittlung der Störzeiten:

Alle zu einer Produktionsrichtung zu zählenden Zeitstudien dienen als Grundlage zur Haupt- und Nebenzeitermittlung. Wiederum mit Hilfe des Auswertungsprogrammes TEZA können damit errechnet werden:

- Haupt- und Nebenzeit pro Arbeitselement
- prozentualer Anteil der Nebenzeiten am Arbeitselement
- prozentualer Anteil der Nebenzeiten an der Gesamtnebenzeit
- Gesamthaupt- und Gesamtnebenzeit pro Produktionsrichtung

Diese Analyse wurde bisher für die Bullenhaltung und für die Kälbermast durchgeführt.

1.43 Planzeiterstellung:

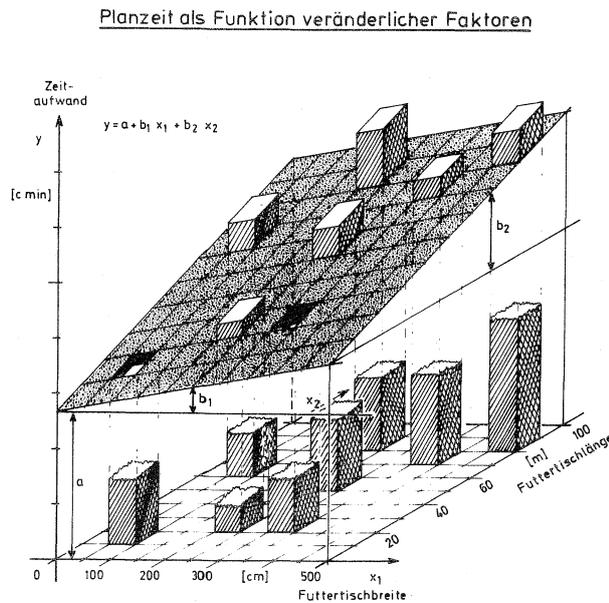
Aus allen Zeitstudien einer Produktionsrichtung stammende Zeitwerte, deren Einflußgrößen erfaßt sind, dienen zur Planzeiterstellung. Planzeiten sind allgemeingültige Kalkulationswerte und bilden die Grundlage für Modellkalkulationen.

1.4.31 Planzeitwerte:

Es sind Zeitwerte, deren Einflußgrößen rein zufällig oder nicht signifikant sind. Ihre Auswertung erfolgt in Anlehnung an Refa als Mittelwert mit statistischer Absicherung. Bei 38 ausgewerteten Elementen der Bullenmast wurde aber ein durchschnittliches Schiefeßmaß von 1,42 erreicht. Den Test auf Normalverteilung bestanden 20 Stichproben nicht. Für derartige Verteilungsformen ist das arithmetische Mittel nicht der repräsentative Mittelwert. Werden diese Stichprobenwerte logarithmiert, so ist auch bei diesen Arbeitselementen Normalverteilung zu erreichen und eine einfache statistische Absicherung möglich. Das damit erreichte geometrische Mittel stellt für diese Arbeitselemente den besseren Zeitwert dar und dient als Planzeit für Kalkulationen.

1.4.32 Planzeitfunktionen:

Zeitwerte, deren Größe von einem oder mehreren Einflußfaktoren signifikant beeinflusst ist, werden mit dem EDV-Programm ABMUR als einfache oder multiple Regression ausgewertet. Viele, aus Klassenbildung hervorgegangene Standards (als Beispiel "Trog fegen" in Abb. 4) können damit in einer einzigen Funktion $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ dargestellt werden.



Beispiel: Ermittlung von Planzeiten für fegen Futtertisch durch Planzeitwerte (Mittelwert aus Klassenbildung) und Planzeitfunktion (Regressions Ebene oder Regressionshyperebene)

Abb. 4

1.44 Zeitfunktionen

Statistisch abgesicherte Planzeiten (Planzeitwerte und Planzeitfunktionen) können allgemein verwendet werden. Ihre logische Verknüpfung zu Arbeitsteilvorgängen und Arbeitsvorgängen ergibt Zeitformeln, deren Zeitwerte als Funktion aller signifikanten Einflußgrößen errechnet werden (Beispiel: Mit Frontlader Fütterungswagen befüllen in Abb. 5).

A 1/Wenner

Mit Hilfe dieser Zeitfunktionen können einfach und schnell Zeitformeln für Gesamtarbeitsabläufe erstellt werden. Für standardisierte Arbeitsverfahren in der Bullenhaltung wurden einige Modellverfahren erstellt und in ein besonderes EDV-Auswertungssystem LISL eingespeichert. Die EDV erlaubt dabei Speicherung aller Planzeiten mit den erforderlichen Zuschlägen an Nebenzeiten, sowie den Gültigkeitsbereichen. Zusätzlich wurden für jedes Verfahren Voreinstellungen der Einflußgrößen vorgenommen, wodurch einfache Handhabung dieser Modellverfahren bei der Kalkulation ermöglicht wird.

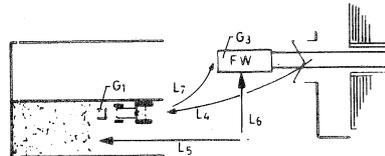
Frontladereinsatz zum Befüllen
eines Fütterungswagens

t-Frontlader (FW)

Bedingungen: Maissilage im Fahr silo
ebene, betonierte Rangierfläche, L5 8 m
Schlepper mit Frontlader Kat. II

$$t = 57,4 + 1,4 \cdot (L_4 + L_7) + (25,6 + 6,6 \cdot L_5 + 3,2 \cdot L_6 - 0,1 \cdot G_1) \cdot C_2 + (57,4 + 2,8 \cdot L_7) \cdot (C_1 - 1)$$

Modell: Silageentnahme aus Flachsilo
und beladen des Verteilgerätes



- | | |
|---------------------|--|
| $C_1 = G_2/G_3 + E$ | Anzahl der benötigten FW-Füllungen/Freßzeit |
| $C_2 = G_2/G_1 + E$ | Anzahl der Arbeitstakte zur Befüllung des
oder der Fütterungswagen/Freßzeit |
| $E = 0,999$ | Summand zur Erzielung von Ganzzahligkeit |
| $G_1 =$ | Ø-Fassungsvermögen der Frontladerschaufel (kg) |
| $G_2 = N \cdot U_1$ | Gesamtgrundfutterbedarf/Freßzeit |
| $G_3 =$ | Fassungsvermögen des Fütterungswagens (kg) |
| $L_4 =$ | Entfernung: Ausgangspunkt - Frontladerschlepper |
| $L_5 =$ | " Entnahmestelle - Wendepunkt |
| $L_6 =$ | " Wendestelle - Abkipfstelle |
| $L_7 =$ | " Frontladerschlepper - Endpunkt |
| $N =$ | Tierzahl |
| $U_1 =$ | Grundfuttermenge/Tier und Freßzeit |

Abb. 5

1.5 Bisher durchgeführte Analysen und erstellte Planzeiten:

Innerhalb des Teilprojektes A 1 wurden im ersten SFB-Forschungszeitraum folgende Arbeiten durchgeführt (Stand: April 1974):

	Zahl der gemess. Betriebe	Zahl der Teilzeit- studien	Einzel- zeit- messw.	Arbeitselemente Plan- zeit- werte	Plan- zeit- funkt.	t-Funk- tionen
Bullenmast	24	78	10100	42	94	16
Kälbermast	6	26	1800	30	40	
Milchvieh- haltung mit Aufzucht	40	104	11000			
Flüssigmist- ausbringung	18	26	2086	60	60	
Festmistaus- bringung	i n V o r b e r e i t u n g					
insgesamt	88	234	24986	110	180	16

2. Methodik und Durchführung der Untersuchungen zur Ermittlung elektrischer Energiebedarfswerte der Rinderhaltung:

2.1 Methodik:

Die Untersuchungen zur Erfassung des Elektroenergiebedarfes der Rinderhaltungsverfahren basieren auf analytischer Methodik. Dabei werden die Elektroenergieverbraucher einzeln erfaßt und ihr Energieverbrauch ermittelt. Ebenso wird der Zeitpunkt des Verbrauchs festgehalten, um damit über die Gleichzeitigkeit des Verbrauchs Aussagen tätigen zu können.

Allgemeines Ziel ist die Erstellung von Leistungsbedarfs- und Energieverbrauchsdaten unter Berücksichtigung der verschiedenen, in der Praxis vorkommenden Einflußfaktoren.

Bisherige Untersuchungen über diese Zielstellung beruhten hauptsächlich auf Gesamtbetriebsmessungen des Stromverbrauchs mit Angaben über das viertelstündlich aufgetretene Leistungsmaximum (8,9). Diese Angaben sind aber nur in Verbindung mit den jeweiligen speziellen örtlichen und betrieblichen Verhältnissen aussagekräftig und erlauben keine Feststellung des Leistungsbedarfes einzelner Elektroenergieverbraucher.

Einige Arbeiten (10) analysieren die Elektroenergiebedarfsstruktur einzelner Betriebe. Die Daten einzelner Verbraucher erlauben jedoch nicht in allen Fällen ihre Anwendung und Übertragung in beliebige Betriebsmodelle. Genaue Bedarfswerte elektrischer Maschinen und Geräte gibt HONIG (11) an. Diese Werte sind auf weiten Gebieten hinsichtlich moderner Haltungsformen und Produktionstechniken veraltet und müssen deshalb überarbeitet und ergänzt werden.

2.2 Durchgeführte Untersuchungen:

Die zielgerichtete Durchführung der Untersuchungen erforderte die Auswahl relevanter Produktions- und Arbeitsverfahren. Der Schwerpunkt mußte dabei auf die größeren Elektroenergieverbraucher gelegt werden. Dies sind insbesondere die Milchgewinnung, die Beschickung und Entleerung der Futtervorratslager, die Futtervorlage, die Entmistung und die Entnahme von Flüssigmist.

Insbesondere bei der Mechanisierung der Futterkette und bei den Flüssigmistpumpen konnte auf zahlreiche Untersuchungen von Wissenschaftlern der Landtechnik Weihenstephan zurückgegriffen werden (SCHURIG, ZEISIG, WEIDINGER). Für dieses Gebiet waren deshalb nur ergänzende Messungen notwendig. Die Untersuchungen bei Elektrogreifern, mechanischen Entmistungsanlagen und Tränkeautomaten zur Kälbermast konnten ebenfalls abgeschlossen werden.

Besondere Bedeutung wurde auf dem Gebiet der Milchgewinnung den daran beteiligten Elektroenergieverbrauchern beigemessen. Vakuumpumpen, Milchkühlung und Spülautomaten waren wichtigstes Ziel der Einzeluntersuchungen. Größere Melkanlagen (Karussellmelkstände) wurden und werden auch weiterhin in die Untersuchungen mit einbezogen. Für den nächsten Förderungszeitraum ist außerdem die systematische Untersuchung der Kraftfutteraufbereitungssysteme geplant, während auf dem Gebiet der Stalllüftung, der Heubelüftung und der Warmwasserbereitung auf ständig erscheinende Literaturergebnisse zurückgegriffen werden soll.

Alle durchgeführten Messungen sind Einzelmessungen und werden als Wirkleistungsmessungen mit elektrodynamischen Kreuzspuleninstrumenten durch Einschleifen in die Zuleitung des Verbrauchers durchgeführt. Daneben werden gleichzeitig die wichtigsten Einflußgrößen mit erfaßt, welche die Leistungsaufnahme bestimmen. Durch die Erfassung dieser Einflußfaktoren sollen sichere Grundlagen über Energiebedarfswerte erarbeitet werden, die den verschiedensten Anforderungen und Gegebenheiten der Praxis gerecht werden.

Die Daten können dann jeweils direkt in die Prozeßanalyse der Rinderhaltung eingegeben werden, wobei es diese Arbeitsmethode ermöglicht, technische Neuerungen und Abänderungen der Bedarfswerte beliebig zu ergänzen.

Teilnahme an Tagungen u.a.

- Vorträge: v.Henneberg, B.: Untersuchung von Verteilungen einiger Arbeitselemente in der Innenwirtschaft
Auernhammer, H.:
Pen, C.L. :
Wissenschaftliches Seminar der Arbeitsgruppe -Arbeits- und Verfahrenswissenschaften in der Landwirtschaft-Hohenheim, 26.9.1973
- Auernhammer, H.: Methodik zur Erstellung von Planzeiten
v.Henneberg, B.: - Beispiel Bullenmast -
Schön, H. :
Landtechnik-Tagung Weihenstephan Weihenstephan, 10.10.1973
- Auernhammer, H.: Ermittlung von Planzeiten und Arbeitszeitfunktionen in der tierischen Produktion und deren statistische Absicherung mit Hilfe der EDV
v.Henneberg, B.:
Schön, H. :
CIGR-CIOSTA-Kolloquium, Bad Kreuznach 23.10.1973

Erfahrungsaustausch:

- KTBL, Darmstadt Erfahrungsaustausch der Datenermittler für das KTBL-Datenbanksystem
Februar 1974
- Bayer.Landwirtschaftsministerium Diskussion über die Möglichkeit der Einflechtung des Prozessanalyzesystems für Arbeitswirtschaft in das bayer.Datenbanksystem BALIS
März 1974
- FAL Völkenrode Diskussion und Erfahrungsaustausch mit der Abt. Arbeitswirtschaft des betriebstechnischen Institutes Völkenrode

Eigene Veröffentlichungen:

- Auernhammer, H.: Methodik zur Erstellung von Planzeiten
Schön, H. : - Beispiel Bullenmast -
v.Henneberg, B.: Berichte der Landtechnik Weihenstephan 15 (1973), 18 - 26
- Wenner, H.L. : Notwendigkeit zur Baukostensenkung in Bauen auf dem Lande 24 (1973), 1, 5 - 9
Schön, H. :
- v.Henneberg, B.: Untersuchungen von Verteilungsformen einiger Arbeitselemente in der Innenwirtschaft in
Pen, C.L. :
Auernhammer, H.: "Die Landarbeit", wissenschaftl. Beiheft Nr. 2, Bad Kreuznach, 1973

Literatur:

1. Refa : Methodenlehre des Arbeitsstudiums, Teil 1 Grundlagen, Teil 2 Datenermittlung
München 1972
2. Hasler, K. : Erstellen von Zeitberechnungsunterlagen mit Hilfe statistischer Methoden
Fortschrittl. Betriebsführung 14/1965, Heft 1, 17-25
3. Hammer, W. : Ganzheitliche und kausale Betrachtung als Grundlage für Arbeitszeitstudien in der Landwirtschaft
Landarbeit und Technik, Heft 35
Hamburg und Berlin 1968
4. MTM : Lehrgangunterlagen für Grundlehrgang, für Standard-
datenlehrgang
Hamburg 1974
5. Schön, H. : Anleitung zur Arbeitszeitermittlung
Auernhammer, H.: (Institutsinterne Anleitung, Weihenstephan 1972)
6. Krause : Anleitung für Arbeitszeitstudien in der Landwirt-
schaft
Landarbeit und Technik, Heft 34
Hamburg 1964, 45-84
7. : Programmbibliothek der Landtechnik Weihenstephan
April 1974
8. Rude, M. : Elektrizitätswirtschaftliche Auswirkungen des
Strukturwandels in der Landwirtschaft in Südwest-
deutschland
Studiedag Internationale Landbouweek, Brüssel 1970
9. Kisuka, V. : Strombedarfsstruktur landwirtschaftlicher Betriebe
Layer, G.T. : Forschungsstelle für Energiewirtschaft
München 1971
10. Pelit, K.L. : De Karakterisatie van het elektrisch energie gebruik
Biest van d., W. in moderne dierlijke productieeenheden
Dewitte, H. : Rijksuniversiteit Gent 1973
11. Honig, H. : Energiewirtschaftliche Bedarfszahlen, Teil 1
KTL-Bericht über Landtechnik Nr. 73
München 1965

Teilprojekt A 3

Ermittlung der quantitativen Beziehungen zwischen Haltungsformen und Leistungen beim Rindvieh.

Prof. Dr. Th. Bischoff

Gekle, L., Dipl.-Ing.agr. oek

Das Ziel des Teilprojektes ist es, die Leistungseinflüsse der verschiedenen Aufwandsfaktoren in der Rindviehhaltung zu ermitteln. Dazu ist zunächst eine Trennung in die Nutzungsrichtungen Milch und Fleisch vorzunehmen.

Im Forschungsansatz konnte davon ausgegangen werden, daß zahlreiche Angaben zu diesem Problem international vorliegen. Eine eigene Versuchsanstellung oder eigene Erhebungen konnten somit gegenüber der Literaturauswertung in den Hintergrund treten.

Der erste Forschungsabschnitt bezog sich auf die Durchsicht der wichtigsten Literatur bezüglich der Möglichkeiten des methodischen Vorgehens. Dabei ergab die Auswertung, daß die Ermittlung von quantitativen Zusammenhängen auf Grund der großen Zahl von unterschiedlichen Zielgrößen und Einflußfaktoren sowohl in der Milch- als auch in der Fleischproduktion auf große Schwierigkeiten stößt. Dies liegt nicht am Mangel an Literaturwerten, sondern an der mangelnden Vergleichbarkeit dieser Angaben. Die wichtigsten Gründe dafür sind:

1. Rasseunterschiede
2. Genetischer Fortschritt (Literaturwerte, die zeitlich weiter zurückliegen, können nur mit Vorbehalt verwertet werden)
3. Genotyp-Umwelt-Interaktionen
4. Unvollständigkeit und Lückenhaftigkeit des Datenmaterials

Auf Grund dieser Gegebenheiten hat es sich gezeigt, daß die Ermittlung der aggregierten Leistungseinflüsse von ganzen Haltungsverfahren auf massenstatistischer Basis der Auswertung nicht möglich ist. Die Stichprobengröße ist dafür vielfach zu gering.

Als Ergebnis aus dem durchgeführten Literaturstudium ist bezüglich des methodischen Vorgehens somit festzuhalten:

1. daß durch Literautauswertung gesicherte Angaben zu Einflüssen von Einzelfaktoren auf die tierische Leistung zu erhalten sind, die aber für die vorliegende Fragestellung nicht genügen.
2. daß die summierten Einzelwirkungen der Einzelfaktoren durch ihre gegenseitige Beeinflussung nicht der Gesamtwirkung eines Haltungsverfahrens entsprechen. Dies wurde besonders aus den näher untersuchten Einflüssen des Stallklimas auf die tierische Leistung im sachlichen Teil der bisherigen Tätigkeit ersichtlich.

Es ergab sich daraus die Notwendigkeit der Korrektur des Forschungsablaufes.

Im weiteren methodischen Vorgehen wird der Problemkomplex Haltungsverfahren in Einzelprobleme, beispielsweise Art der Fütterung aufgeteilt. Dadurch ist infolge der geringeren Zahl an Einflußfaktoren leichter zu einem Ergebnis zu gelangen. Außerdem sind ergänzende eigene Versuchsanstellungen einfacher durchzuführen. Als Ergebnis des ersten Abschnittes der weiteren Tätigkeit ist eine Systematik möglicher Forschungsmethoden zum vorliegenden Problemkreis zu erwarten.

Literatur:

- Andreae, U.,
Gerber, H. (1969) : Einflüsse verschiedener Stallhaltungsformen
auf das Mastergebnis von Jungbullen unter Be-
rücksichtigung ethologischer und bioklimato-
logischer Fragen
Züchtungskunde 41 (1969)
- Bianca, W. (1959) : Reaktionen des Rindes auf Kälte und Wärme
Züchtungskunde 31 (476-489)
- Bischoff, Th.,
Fewson, D. : Planung von Versuchen zur Prüfung von Haltungs-
verfahren
KTBL Manuskriptdruck Nr. 8
Frankfurt/Main 1967
- Brandsma, S. en J. de Rooy: De invloed van minimale huisvestings-systemen
P.J.M. Snijders op de produktie en de voederopname van Melkvee
Bedrijfsontwikkeling 2 (1971) 10
editie Veehouderij
- Brohmann, F.K. (1957) : Untersuchungen über Offenstallhaltung von Milch-
kühen im maritimen Klima Nordwestdeutschlands
Diss. Göttingen
- Comberg, G. (1965) : Das Stallklima als Leistungsfaktor in der Tier-
haltung
Der Tierzüchter 17, 81-82
- Comberg, G.,
Koallick, M. (1957) : Die Haltung von Milchkühen im Offenstall mit
Dauerauslauf im Vergleich zur Aufstallung im
Massiv-Anbindestall mit täglichem stunden-
weisen Auslauf
Tierzucht 11 (1957) Nr. 4
- Harmsen, H.E.,
Schmits, A.C. (1972) : De invloed van het staltype op de groei van
vleesstieren
Proefstation voor de Rundveehouderij
Rapport Nr. 8
- Hvidsten, H. (1962) : Die Haltung von Milchkühen im Offenstall im
Vergleich zum Massiv-Anbindestall
Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung
und Futtermittelkunde

Teilprojekt F 2

Herstellung und Vorlage von komplettisierten Futtermischungen

Leiter: Dr. H. Pirkelmann

Bayer. Landesanstalt für Landtechnik

805 Freising, Vöttinger Str. 36

Tel. 08161/71463

Antrag vom 28.2.1972 Seite 114 - 119

Antrag vom 5.4.1974 Seite 77 - 84

Berichtszeitraum: Juli 1973 - April 1974

Der Projektbereichsleiter von F und der Sachbearbeiter von F₂ war zunächst ORLR Dr. A. Weidinger. Nach seinem Ausscheiden aus der Landtechnik Weihestephan hat OLR Dr. H. Pirkelmann diesen Aufgabenbereich übernommen. Durch die personellen Veränderungen liefen die Arbeiten im Projekt F₂ erst in der 2. Hälfte von 1973 an. Bisher wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

1. Feststellung des Freßverhaltens von Milchkühen bei Vorratsfütterung mit standartisierten Futtermischungen

Aus verdauungsphysiologischen Gründen wird bei Hochleistungstieren eine häufige Futtervorlage gefordert, wobei durch die wechselweise Grund- und Kraftfuttergabe die günstigsten Vormagenverhältnisse geschaffen werden können. Da diese Form der Fütterung einen hohen technischen Aufwand erfordert, sollte alternativ das Fressverhalten bei Vorratsfütterung mit aufgewertetem Grundfutter festgestellt werden.

Zu diesem Zweck wurde in einem Einzeltierfütterungsversuch mit 4 Milchkühen die auf die Leistung abgestimmte Tagesration 1 bzw. 2 mal pro Tag in frei aufgehängten Trögen (Kunststoffwannen) vorgelegt. Im Aufhängepunkt war ein Meßglied (Zugkraftgeber) eingeschaltet, das Impulse zum Meßgerät und Schreiber gab. Aus den Aufzeichnungen konnten über den gesamten Tagesablauf die Fresszeiten,

die aufgenommene Futtermenge pro Fresszeit und die Fressgeschwindigkeit für jedes Einzeltier festgestellt werden.

Es zeigte sich, daß nach kurzer Eingewöhnungszeit das Futtergemisch, bestehend aus Maissilage, Grassilage, Heu und Kraftfutter gut aufgenommen wurde. Die aufgenommene Futtermenge pro Tag stieg im Laufe des Versuches an.

Die Futteraufnahme über den Tagesverlauf war bei den Einzeltieren relativ einheitlich. Bei einmaliger Futtervorlage ergab sich im Mittel aller Versuchstiere zwar eine Verteilung der Fresszeiten über den ganzen Tag. Die Hauptfuttermengen wurden jedoch in 3 Perioden gefressen. In den Nachtstunden war die Aufnahme sehr gering, wie die Darstellung 1 zeigt, die die Fressgeschwindigkeit, also die aufgenommene Futtermenge pro Zeiteinheit wiedergibt. Durch Übergang auf zweimalige Futtervorlage konnte eine gleichmäßigere Verteilung der Fresszeiten über den gesamten Tagesablauf erzielt werden. Die großen Spitzen in der Futteraufnahme während des Tages wurden abgebaut, während in den Nachtstunden die Fresszeiten zunahmten. Wie die in Darst. 2 aufgetragene Fressgeschwindigkeit zeigt, erfolgte die Futteraufnahme in 4 - 5, relativ gleichmäßig verteilten Perioden.

Die Feststellung der Milchmenge ergibt während des Versuches die üblichen Schwankungen zwischen den Tagesgemelken. Eine signifikante Änderung in den positiven oder negativen Bereich ist nicht feststellbar. Dagegen ist beim Fettgehalt eine geringfügige Steigerung erkennbar. Im Bereich der 2-maligen Fütterung steigt der Fettgehalt signifikant von 4,23 auf 4,48 % um 0,25 % - Punkte gegenüber der einmaligen Futtervorlage an.

Dieser insgesamt über 26 Tage gelaufene Fütterungsversuch kann nur als Tastversuch gelten. Das Fressverhalten der Tiere zeigte aber einen sehr einheitlichen Verlauf, so daß auch bei längerer Versuchsdauer keine Veränderung der Ergebnisse zu erwarten gewesen wäre. Als wesentlicher Hinweis kann entnommen werden, daß bei Vorlage von aufgewerteten Futterrationen zur beliebigen Aufnahme eine über den Tagesablauf relativ gleichmäßige Futteraufnahme erfolgt.

HISTOGRAMM DER STICHPROBE: FUETTERUNGSVERSUCHE -PRESSGESCHWINDIGKEIT IN GR/MIN- ZWEI FUETTERUNGEN/TAG

KLASSENRENZEN	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100										HAEFUIGKEITEN	
	0 24,00 48,00 72,00 96,00 120,00										ABSOLUT	RELATIV(%)
6,00												
6,30	XX										44	63,05
7,00	XX										44	76,17
7,30	XX										44	72,83
8,00	XX										44	66,69
8,30	XX										44	48,88
9,00	XX										44	28,12
9,30	XX										44	37,97
10,00	XX										44	60,42
10,30	XX										44	37,76
11,00	XX										44	32,51
11,30	XX										44	28,79
12,00	XX										44	24,89
12,30	XX										44	37,71
13,00	XX										44	31,19
13,30	XX										44	28,93
14,00	XX										44	26,66
14,30	XX										44	36,68
15,00	XX										44	37,93
15,30	XX										44	49,44
16,00	XX										44	63,66
16,30	XX										44	70,36
17,00	XX										44	74,39
17,30	XX										44	70,73
18,00	XX										44	68,30
18,30	XX										44	35,58
19,00	XX										44	53,78
19,30	XX										44	16,01
20,00	XX										44	27,31
20,30	XX										44	13,34
21,00	XX										44	18,23
21,30	XX										44	20,32
22,00	XX										44	20,99
22,30	XX										44	26,38
23,00	XX										44	26,98
23,30	XX										44	24,65
24,00	XX										44	23,78
0,30	XX										44	27,47
1,00	XX										44	27,17
1,30	XX										44	14,88
2,00	XX										44	19,92
2,30	XXXX										44	8,25
3,00	XXX										44	3,87
3,30	XX										44	21,21
4,00	XXXXXX										44	10,10
4,30	XXXXXX										44	11,07
5,00	XXXXXX										44	8,39
5,30	XX										44	35,88
6,00	XX										44	55,40

2. Feststellung der Mischgenauigkeit bei der Herstellung standartisierter Futtermischungen.

Um die Eignung verschiedener Techniken zur Herstellung von aufgewerteten Futterrationen überprüfen zu können, ist die Kenntnis der Mischgenauigkeit wesentlich. Die bei der Vermischung körniger Substanzen häufig angewandte Methode der Absiebung und Feststellung der Korngrößenverteilung ist bei den zu vermischenden Grund- und Kraftfutterarten nicht brauchbar, da die Struktur innerhalb der einzelnen Futtermittel in sehr weiten Bereichen streut und häufig Überschneidungen der Partikelgrößen bei den Mischkomponenten auftreten. Aus diesem Grunde wurde versucht, durch Zumischen eines neutralen Indikators oder durch Feststellung bestimmter Stoffeigenschaften in den Einzelkomponenten und im Mischprodukt eine Aussage über die Mischgenauigkeit machen zu können.

Als geeigneter Indikator, der dem Kraftfuttermisch zugesetzt wird, hat sich Chromoxyd erwiesen. Sein Einsatz ist nur möglich, wenn als eine Mischkomponente Kraftfutter eingesetzt wird. Soll die Vermischung von 2 Grundfutterarten überprüft werden, ist diese Methode nicht brauchbar, da eine homogene Einmischung des Chromoxyds nicht möglich ist.

Eine Aktivierung einer Mischkomponente mit radioaktiven Isotopen erscheint ebenfalls möglich. Entsprechende Versuche wurden bislang nicht durchgeführt.

Als klar definierbare Stoffeigenschaften wurden zur Beurteilung der Mischgenauigkeit die Trockenmasse und das Rohprotein herangezogen. Beide Merkmale müssen in den Ausgangskomponenten über eine je nach Streuung entsprechend große Probenzahl analysiert werden und lassen dann über die Gleichmäßigkeit im Mischprodukt eine Aussage über den Mischeffekt zu. Diese Methode ist nur anwendbar bei 2 Komponenten und wenn die Testeigenschaft in den Einzelkomponenten ein entsprechend großes Gefälle aufweist.

Weitere Versuche wurden mit Einfärben der Komponenten durch Lebensmittelfarben angestellt. Das Färben der einzelnen Futtermittel ist möglich. Erschwerend für die Farbdefinierung wirkt sich jedoch aus, daß sich die verschiedenen Bestandteile eines Futtermittels bei der gleichen Farbe unterschiedlich verfärben. Eine Auswertung über die optische Bank war bislang nicht möglich.

3. Erarbeitung einer Methode zur Feststellung der Schnittlängen beim Grundfutter.

Bei der Herstellung homogener Futtermischungen ist die Rieselfähigkeit und damit die Schnittlänge des Grundfutters ein wesentlicher Einflußfaktor. Bisher wurden die Schnittlängen bei Halmgütern durch Absieben in übereinander angeordneten Rundsieben unterschiedlicher Bohrung (Rundlöcher) festgestellt, wollte man die arbeitswirtschaftlich nicht vertretbare Handauszählung umgehen. Dieses Verfahren bringt gute Ergebnisse bei grobstengeligen Futterarten wie Silomais, konnte aber bei grasartigen Materialien nicht befriedigen. Aus diesem Grunde wurde ein neues Siebverfahren untersucht. Dabei sind auf einem Siebtisch die Siebe hintereinander angeordnet. Die Siebe selbst sind gewellt und mit Langlöchern versehen. Die einzelnen Fraktionen werden gewichtsmäßig erfasst.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, daß bei den kurzen Halmlängen eine befriedigende Genauigkeit zu erzielen ist. Dagegen ist bei größeren Halmlängen noch keine ausreichende Sortierung möglich.

4. Mischtechniken zur Herstellung standartisierter Futtermischungen.

Für die Herstellung standartisierter Futtermischungen wurden bisher nur mobile Techniken in die Untersuchungen einbezogen. Folgende Verfahren kamen zum Einsatz:

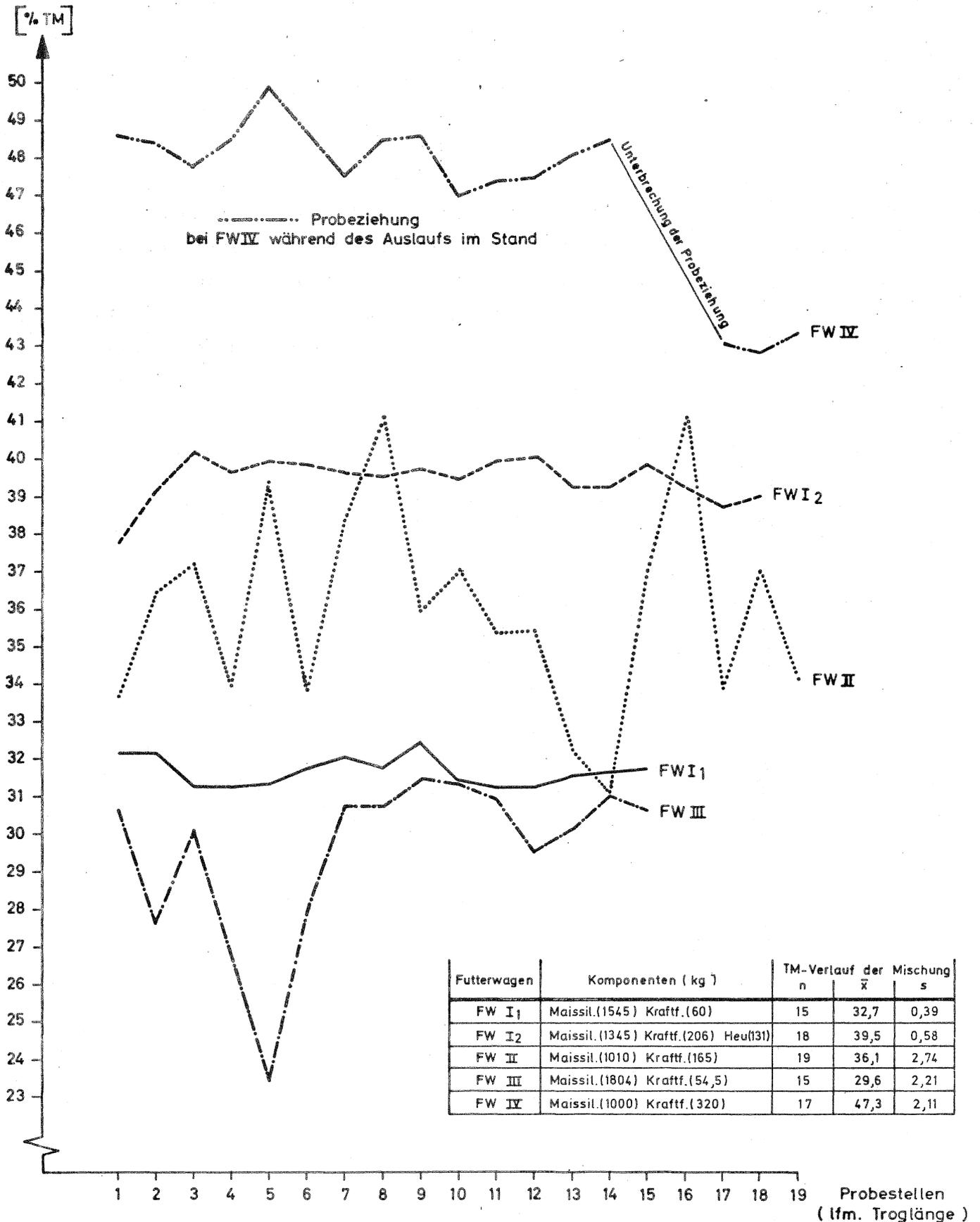
- . Überschichtung der Einzelkomponenten mit anschließender vertikaler Abfräsung des Futterstapels.
- . Zusammenführen der in getrennten Behältern gelagerten Einzelkomponenten auf gemeinsames Austragsband.
- . Muldenwagen mit Zwangsmischeinrichtung.
- . Trommelmischer

Die Mischgenauigkeit, gemessen über den TM - Gehalt der Mischung ist in Darst. 3 aufgetragen. Der beste Mischeffekt ist bei den Wagen mit Zwangsmischeinrichtung gegeben. Trommelmischer bringen bei gut rieselfähigen Materialien wie Silomais und Kraftfutter ebenfalls eine gute Vermischung. Die Mischzeit ist jedoch wesentlich länger. Die Mischqualität beim Zusammenführen mehrerer Gutströme

Mischgenauigkeit verschiedener Futterwagen

Darst. 3

(gemessen am TM-Gehalt der Mischung)



FW I : Futtermisch- und Verteilwagen mit Zwangsmischeinrichtung

FW II : Futtermischwagen mit aufgesatteltem Kraftfutterbehälter

FW III : Futtermischwagen mit Übersichtung von Grund- und Kraftfutter

FW IV : Trommelmischer (Transportbetonmischer)

ist abhängig von der Auswurfsgenauigkeit der Einzelbehälter. Beim Überschichten ist die gleichmäßige Verteilung der einzelnen Futterschichten wesentlich für den Mischeffekt.

Der Leistungsbedarf für das Mischen ist bei den verschiedenen Verfahren sehr unterschiedlich. Höhere Anforderungen werden nur bei Wagen mit Zwangsmischeinrichtung gestellt. Die Leistungsaufnahme bei verschiedenen Futterarten und Befüllungen ist in Darst. 4 aufgezeigt. Daraus ist eine deutliche Abhängigkeit von der Füllmenge und von der Struktur der Einzelkomponenten wie gehäckseltes oder langes Heu zu erkennen.

5. Kontakte mit anderen Forschungsinstituten

Zur Koordination der vorgesehenen Untersuchungen fanden Absprachen mit folgenden Instituten statt:

Bundesforschungsanstalt Völkenrode:

Institut für Landmaschinenforschung
(Dr. Dervedde, Dr. Orth)

Institut für Betriebstechnik
(Prof. Dr. Rosegger)

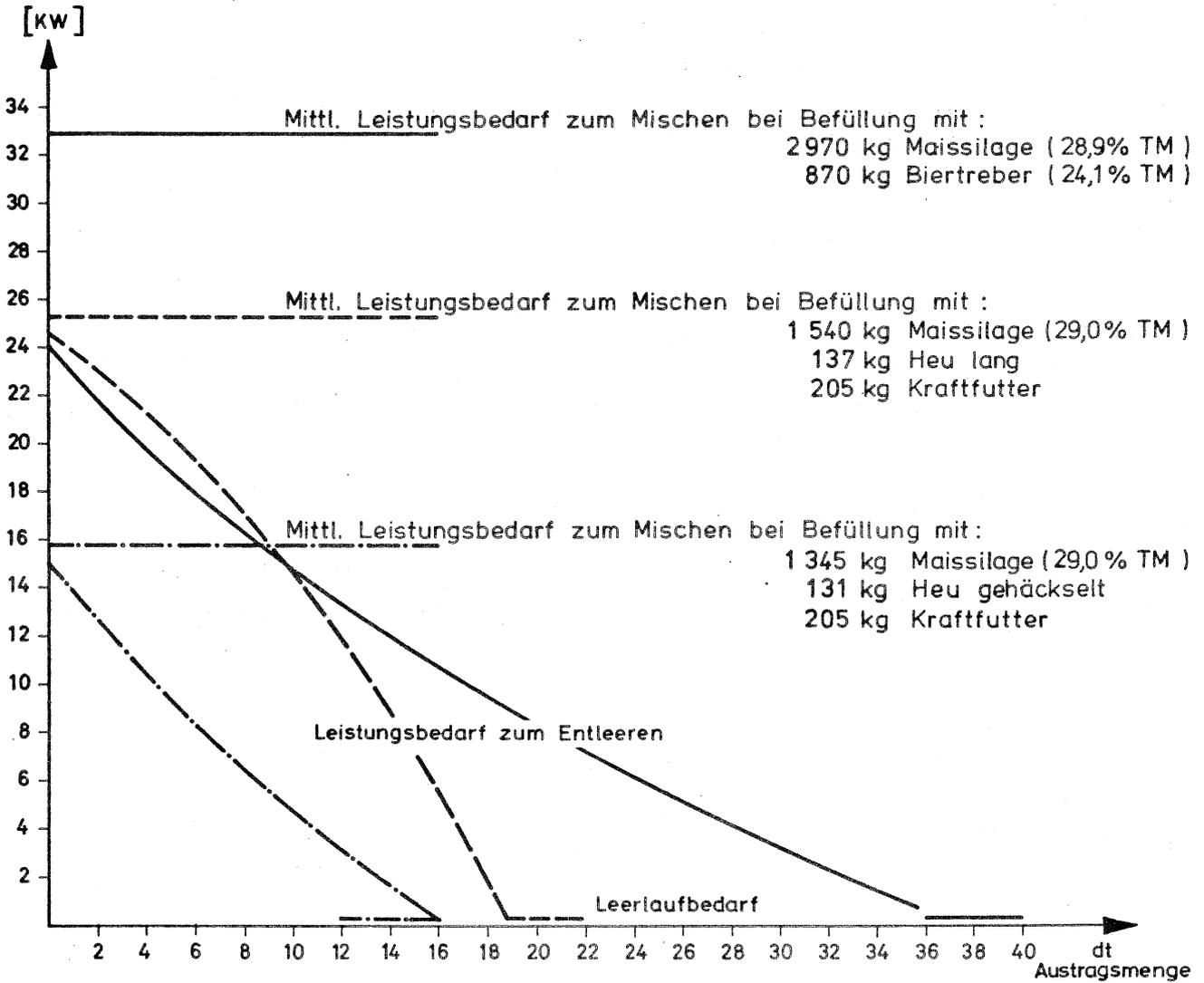
Institut für Tierernährung
(Privatdoz. Dr. Rohr)

Institut für Verfahrenstechnik, Kiel
(Prof. Dr. Riemann, Dr. Mannebek)

Institut für Tiernäherung, Weihenstephan
(Prof. Dr. Kirchgeßner, Dr. Pallauf)

Bayer. Landesanstalt für Tierzucht, Grub
(Dr. Burgstaller)

Mittlerer Leistungsbedarf eines Futtermischwagens zum Mischen u. Entleeren bei unterschiedlicher Befüllung



Teilprojekt F 5: Entwicklung von Meß-, Steuer- und Regelungssystemen für stationäre und mobile Dosiervorrichtungen für verschiedene Futtermittel, insbesondere Silage und Kraftfutter.

Wessel
Antrag vom 28.2.1972: S. 68 - 69

Antrag vom 5.4.1974: S. 91 - 93

Stand der Forschung

Gewichts- und volumenkontrollierte Dosierverfahren für schüttfähige Stoffe sind in der industriellen Verfahrenstechnik weitgehend bekannt, erfordern aber einen relativ hohen technischen Aufwand. Für landwirtschaftliche Zwecke sind bis heute lediglich Dosierverfahren für Kraft- und Flüssigfutter in der Schweine- und Geflügelhaltung verbreitet. Erst in den letzten Jahren wurden Entwicklungen von stationären, individuell zuteilenden Dosieranlagen bekannt, die auf spezielle Fütterungsverfahren in der Rinderhaltung zugeschnitten sind. Die Struktur bestimmter Futterarten erfordert die Entwicklung neuer oder Anpassung bekannter Dosierverfahren, ganz besonders in den Fällen, in denen kleinere Portionen ausgebracht werden müssen. Hier ist zur Beurteilung des Verfahrens auch der erforderliche Zeitaufwand für Dosieren und Ausbringen zu beachten.

Bisherige Ergebnisse

Eigene Vorarbeiten galten Untersuchungen von Zellenradschleusen, die zunächst nur für rieselfähige Güter geeignet erscheinen. Ein elektronischer Probenteiler, ebenfalls zunächst für rieselfähiges Schüttgut wurde entwickelt. Der Probenteiler kann nach entsprechender Vergrößerung auch für anders strukturiertes Gut übernommen werden.

Der Probenteiler kann auch für Verzweigung von Stoffströmen verwendet werden, wobei das Teilverhältnis laufend abgeändert werden kann. Durch Zusammenwirken von Regelorganen mit dem Teiler ist es möglich, die starken Schwankungen des Beschickungsstromes in einem der beiden Teilströme weitgehend zu unterdrücken. Weitere Arbeiten galten dem Erstellen und Testen von statistischen Auswerteprogrammen.

Das kontinuierliche Zuteilungsverfahren und die technischen Gegebenheiten bei Fütterungswagen machen Dosiersysteme erforderlich, die mit bisher bekannten Geräten nicht zu realisieren sind. Neben den meß- und steuerungstechnischen Problemen müssen insbesondere die Stoffeigenschaften der jeweiligen Futtermittel berücksichtigt werden, die weitgehend das ganze Verfahren beeinflussen. Das ursprünglich vorgesehene Regelungsverfahren für einen konstanten Mengendurchsatz erwies sich nach ersten Analysen als kaum durchführbar. Daher wurde zunächst ein System mit diskontinuierlicher Zuteilung konzipiert. Eine entsprechende Versuchsanlage, mit der die Funktion der Dosier-Steuerung, die Möglichkeiten der Sollwert-Eingabe und die Auswirkungen der Stoffeigenschaften simuliert werden können, ist zur Zeit in Entwicklung.

1. Projektbereich: G

Benennung: Untersuchungen zur optimalen Gestaltung des maschinellen Milchentzuges durch programmgesteuerte Melkanlagen.

Leiter: Dr. H. Schön, akad. Oberrat
Institut für Landtechnik
805 Freising, Vöttinger Str. 36

Antrag vom Februar 1972 Seite 125

Antrag vom März 1974 Seite 105

Die im 1. Finanzierungsantrag vom Februar 1972 (S. 125) genannte gemeinsame Zielsetzung ("optimale Gestaltung des maschinellen Milchentzuges durch Steuerung von Vakuum, Pulszahl und Taktverhältnisse über vorgegebene Programme und durch die Intensität des Milchflusses") wurde im 2. Finanzierungsantrag vom März 1974 (S. 105) um die "Einführung dieser Anlagen in optimale Arbeitsverfahren" erweitert. Dies war erforderlich, da sich bei der praktischen Erprobung von bereits früher entwickelten teilautomatisierten Melkzeugen mit Milchflußendabschaltung erhebliche arbeitstechnische und arbeitsorganisatorische Schwierigkeiten in der Praxis ergeben. Ähnliche Schwierigkeiten sind auch bei der praktischen Anwendung milchflußgesteuerter Melkanlagen zu erwarten. Zudem ergab sich auf Anregung der Gutachtersitzung eine bessere Koordinierung mit früheren Teilbereichen, so daß abweichend vom 1. Antrag (S. 126) die Teilprojekte im 2. Antrag präzisiert (S. 105) in folgende drei Gruppen gegliedert wurden:

1. biotechnische Untersuchungen zur Ermittlung optimaler technischer Parameter (G 1, G 2, G 3)
2. technische Untersuchungen zur Entwicklung milchflußgesteuerter Melkanlagen (G 4, G 8, G 9)
3. arbeitswirtschaftliche Untersuchungen (G 5, G 6 und G 7).

2. Teilprojekt G 1

Beeinflussung von Melkgeschwindigkeit und Milchabgabe durch verschiedene technische Parameter.

Bearbeiter: Dr. H. Schön, Dr. H. Stanzel,
Dipl. Ing. agr. Weber
Landtechnik Weihenstephan

2.1 Methodische Vorarbeiten

Die im 1. Forschungsantrag (S. 127) und im 2. Forschungsantrag S. 109) genannte Zielsetzung erforderte umfangreiche Versuchsanlagen. Dazu wurden folgende Versuchseinrichtungen geschaffen, deren Bau bereits durch das DFG Forschungsvorhaben W 519/3 begonnen werden konnte: ¹⁾

2.1.1 Bau eines Versuchsmelkstandes

Durch die Sanierung des Versuchsgutes "Veitshof" des Institutes für Physiologie (Direktor Prof. Dr. Karg) wurde im Rahmen des Forschungsverbundes die Einrichtung eines speziellen Versuchsmelkstandes mit den erforderlichen Nebenräumen möglich. Die Baukosten in Höhe von 150 000.-- DM wurden vom Institut für Laktationsphysiologie zur Verfügung gestellt. Das Institut für Landtechnik übernahm die Planung, die technische Ausrüstung und den Bau der erforderlichen Meßeinrichtungen sowie deren laufende Betreuung und Wartung.

Die Versuchsanlage besteht aus einem Laufstall für 50 Kühe, einem Raum für Intensivversuche (4 Tiere,

siehe dazu: Arbeitsbericht über das DFG Forschungsvorhaben "Maschineller Milchentzug"

März 1974

gleichzeitig Operationsraum), einem Laborraum und dem Versuchsmelkstand (2 x 2 Tandemmelkstand). Dessen Form ermöglicht das Anlegen von Kathedern zur Bestimmung von Prolaktin und des Oxytocins während des Melkens.

2.1.2 Im Versuchsmelkstand wird durch eine Meßanlage für jede Melkbucht eine kontinuierliche Aufzeichnung der Milchmenge und der Milchflußgeschwindigkeit, sowie die digitale Ausgabe im Sichtgerät und durch eine Lochstreifenstanze ermöglicht (Abb. 1).

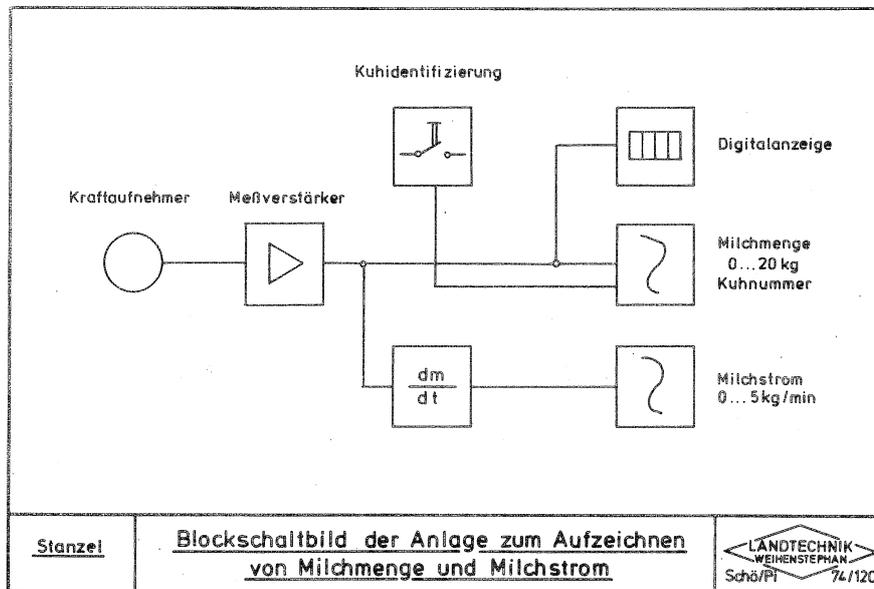


Abb. 1: Blockschaltbild

Die Auswertung der Milchflußkurven erfolgte bisher noch mit Hand und wird derzeit auf eine off-line Auswertung mit EDV-Anlagen umgestellt. Neben den verschiedenen Kennwerten (Masch.Hauptgemelk, Maschinenachgemelk, Zeit für MHG, Zeit für MNG, Blindmelkzeiten, mittleres Minutengemelk usw.) wird von jedem Tier in einer Versuchsreihe eine durchschnittliche Milchflußkurve errechnet und aufgezeigt (Abb. 2).

Diese ermöglicht die entsprechende Auswertung bei den verschiedenen Abschnitten der Milchabgabe.

Durchschnittliche Milchfluß- und Milchmengenkurve
(bei der Kuh Rowido vom 21.1.74 - 2.2.74)

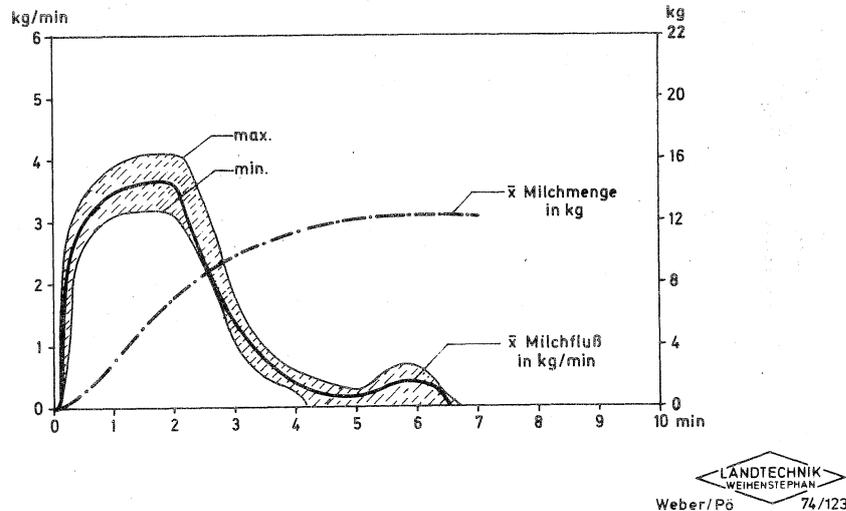


Abb. 2:

2.1.3 Meßeinrichtung zur Kontrolle von Vakuum- und Pulsverhältnissen während des Melkens.

Alle Versuchsreihen über den Einfluß verschiedener maschinentechnischer Parameter auf die Milchabgabe setzen deren laufende Registrierung voraus. Die bisher üblichen Messungen an der Vakuumpumpe, am Pulsator oder an den Zitzenbechern außerhalb der Melkzeit können die tatsächlichen Verhältnisse während des Melkens an der Zitze nicht beschreiben. Deshalb wurde die in Abb. 3 dargestellte Meßeinrichtung entwickelt, die während des Melkens eine Messung im Melkbecherzwischenraum (Pulszahl und Pulsverhältnis) und im Melkbecherinnenraum an der Zitzen spitze ermöglicht.

Schema der Meßeinrichtung für Vakuumverhältnisse,
bei der Pulsation und an der Zitzenspitze

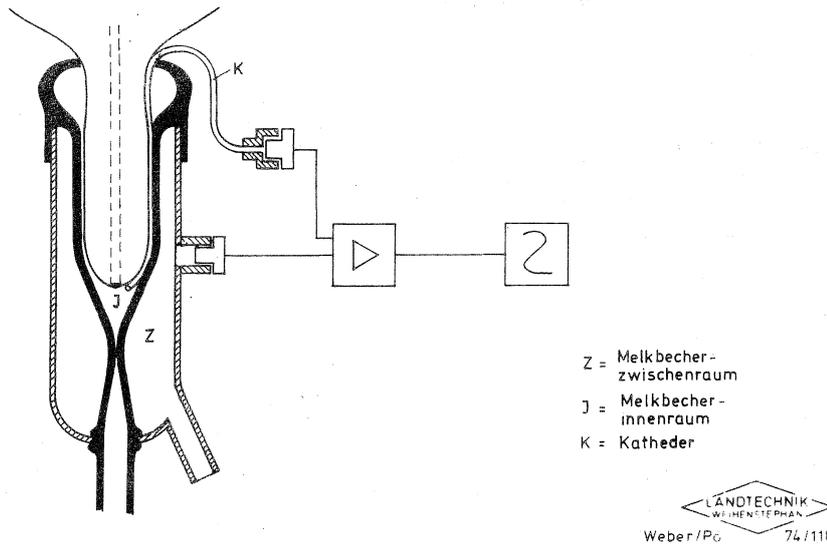


Abb. 3:

2. Versuchsprogramm und Versuchsdurchführung

Die eigentlichen Untersuchungen wurden im Herbst 1973 aufgenommen. Nach Durchsicht der Literatur, Vorversuchen und Verbesserungen an der Versuchsanlage konnte im Frühjahr dieses Jahres mit den Versuchsreihen zu Punkt 1 des Arbeitsprogrammes (2. Finanzierungsantrag 1974 S. 111) begonnen werden. In integrierten Untersuchungen mit G 2 und G 3 soll als erstes der Einfluß unterschiedlicher Vakuumhöhe auf die Milchabgabe (bei G 2 endokrine Regulation; bei G 3 Zellgehalt der Milch) untersucht werden.

Die laufende Veränderung in der Laktation macht dabei folgendes aufwendige Versuchsprogramm erforderlich.

Melk-Versuche I. konst.: 60 Takte/min; Pulsverhältnis 1:1
variable : Vakuumhöhe 0,5;0,4;0,6, (0,7). bar

1. Woche	Datenerfassung der Ausgangssituation Var.0	0,5 bar
2. Woche	Umstellung und Eingewöhnung Var.I	0,4 bar
3. Woche	Datenerfassung Var.I	0,4 bar
4. Woche	Umstellung und Eingewöhnung Var.0	0,5 bar
5. Woche	Datenerfassung Var.0	0,5 bar
6. Woche	Umstellung und Eingewöhnung Var.II	0,6 bar
7. Woche	Datenerfassung Var.II	0,6 bar
8. Woche	Umstellung und Eingewöhnung Var.0	0,5 bar
9. Woche	Datenerfassung Var.0	0,5 bar

Die anfallenden Milchflußkurven (je Variante 200 Meßkurven) werden laufend ausgewertet. Erste Ergebnisse sind bis Mitte August zu erwarten. Ein Beispiel ist in Abb.: 4 und 5 dargestellt. Sie zeigt die durchschnittliche Milchflußkurve eines Tieres bei 0,5 bar und bei 0,4 bar. Alle Daten sind in der EDVA gespeichert und stehen auch den Projekten G 2 und G 3 zur Verfügung.

Milchflußkurven der Kuh KAKDO (Unterdruck = 0,5 Bar)

HISTOGRAMM DER STICHPROBE: MILCHFLUSSGESCHWINDIGKEITEN IN KG/MIN (UNTERDRÜCK = 0.5) 29.4. = 4.5.74 KAK

ENGRENZEN	MILCHFLUSSGESCHWINDIGKEITEN IN KG/MIN (UNTERDRÜCK = 0.5)										HAEUFIGKEITEN		
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	ABSOLUT	RELATIV
0.0	0		0.57		1.13		1.70		2.27		2.83		
0.0	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI											
0.25	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	34.03
0.50	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	50.08
0.75	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	69.18
1.00	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	85.87
1.25	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	95.18
1.50	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	98.88
1.75	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	100.00
2.00	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	100.00
2.25	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	96.15
2.50	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	95.67
2.75	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	82.34
3.00	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	60.19
3.25	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	46.55
3.50	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	27.61
3.75	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	23.11
4.00	I	XXXXXXXXXXXXXXXXXXI										11	17.17
4.25	I	XXXXXXXXXXI										11	14.29
4.50	I	XXXXXXI										11	11.72
4.75	I	XXXXX										11	9.31
5.00	I	XXXX										11	7.87
5.25	I	XXX										11	6.74
5.50	I	XX										11	8.51
5.75	I	X										11	5.78
6.00	I											11	3.53
6.25	I											11	3.05
6.50	I											11	0.64
6.75	II											11	1.77
7.00	I											11	1.12
7.25	I											11	0.64
7.50	II											11	1.54
7.75	I											11	1.28
8.00	II											11	1.77
8.25	I											11	0.80
8.50	I											11	0.0
8.75	I											11	0.0
9.00	I											11	0.0
9.25	I											11	0.0
9.50	I											11	0.0
9.75	I											11	0.0
10.00	I											11	0.0
10.25	I											11	0.0
10.50	I											11	0.0
10.75	I											11	0.0

G 1/ Schön
Darstellung 4

Wissenschaftliche Kontakte und Absprachen:

Prof. Dr. Rabold, Universität Hohenheim.
Absprache über Versuchsdurchführung und
Forschungsprogramm

Prof. Dr. Rossegger, FAL-Völkenrode,
Absprache über Versuchsdurchführung und
Forschungsprogramm

Prof. Dr. Tolle, Bundesforschungsanstalt
für Milchwissenschaften, Kiel

Dr. Mölbert und Dr. Ordolff,
KTBL-Kranichstein

Dr. Rossing, IRL Wageningen

KTBL-Arbeitskreis "Technik und Bauwesen
in der tierischen Produktion" (Vorsitzender
Prof. Dr. Comberg). Kolloquium über die
Melktechnische Forschung in Weihenstephan

Thema: Auswirkungen verschiedener technischer Parameter auf die neuroendokrine Regulation beim Milchentzug

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

Institut für Physiologie

Tel. 08161/71509

Antrag vom Februar 1972 Seite 130

Antrag vom März 1974 Seite 115

Um die Auswirkung verschiedener technischer Parameter beim Milchentzug auf den neurohormonalen Reflexbogen, d.h. insbesondere die Hormone Prolaktin und Ocytocin aufzuklären, muß vorab Klarheit über die physiologischen Vorgänge bestehen. Mit der seit 5 Jahren routinemäßig durchgeführten radioimmunologischen Bestimmung des Hypophysenvorderlappenhormons Prolaktin im Plasma von Rindern, wurden in der Vergangenheit zahlreiche Untersuchungen durchgeführt.^{†)} Für Ocytocin galt es zunächst eine radioimmunologische Bestimmungsmethode zu entwickeln.

Im einzelnen wurden im Berichtszeitraum folgende Arbeiten durchgeführt:

1. Erhöhung der Testkapazität durch Computerisierung der Auswertung

Der hohe Probenanfall, der bei Versuchen während des Melkens (Entnahmefrequenz 1/2minütlich) entsteht, machte die Technisierung der Auswertung erforderlich. Für den über den Sonderforschungsbereich erhaltenen Kleincomputer wurde ein Programm entwickelt, womit es möglich ist, die Zeit für die Testauswertung wesentlich zu reduzieren.

^{†)} D. SCHAMS (1973):
Untersuchungen über Prolaktin beim Rind.
Habilitationsschrift der TU München-Weihenstephan

2. Abrundung der physiologischen Prolaktinuntersuchungen in Zusammenhang mit dem Melkvorgang

2.1. Fünf Kühe (3 - 8 Jahre), sechs nichtträchtige Kalbinnen und zwei Bullen der Versuchsstation Veitshof standen für die Untersuchungen zur Verfügung. In fünf Experimenten wurde untersucht, wie sich die Reizung der Zitzen ohne Milchentzug auf die Prolaktinkonzentration im Blutplasma auswirkt. Die Ergebnisse zeigen, daß allein die mechanische Stimulierung der Zitzen zu einer hohen Prolaktinausschüttung führt, die den durch Saugen oder Melken hervorgerufenen Werten entspricht. Der Milchentzug an sich kann daher als Faktor für die Prolaktinfreisetzung ausgeschlossen werden. Da die an den nichtträchtigen Kalbinnen durchgeführten Untersuchungen ergaben, daß diese auf Zitzenstimulierung noch intensiver ansprachen, als die in der Laktation stehenden Kühe, kann als sicher gelten, daß eine Abhängigkeit der Prolaktinfreisetzung vom Laktationsstadium ebenfalls nicht gegeben ist. Die Stimulierung von einer, zwei, drei oder vier Zitzen beim gleichen Tier provoziert eine zunehmende Prolaktinkonzentration im Blut. Jede stimulierte Zitze ergibt eine Hormonfreisetzung, die bei Reizung mehrerer Zitzen summiert wird.⁺)

2.2. In weiteren, noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen galt unser Interesse der zeitlichen Abhängigkeit der Zitzenstimulierung zur Prolaktinfreisetzung. Die Untersuchungen wurden bisher an fünf laktierenden Kühen und an vier Kalbinnen durchgeführt.

⁺) V. REINHARDT & D. SCHAMS (1974):
Analysis of teat stimulation as specific stimulus for prolactin in cattle.
Neuroendocrinology, im Druck

Um durch die Reizung der Zitzen einen erkennbaren Anstieg der Prolaktinkonzentration hervorzurufen, mußte der Reiz länger als 1 Minute ausgeübt werden. Nach dreiminütiger Stimulierung war in jedem Fall ein Konzentrationsanstieg erkennbar. Um Maximalkonzentrationen zu erreichen, muß der Reiz mindestens 20 Minuten ausgeübt werden. Das deutet darauf hin, daß die Höhe der Milchleistung auf die Freisetzung von Prolaktin nur insoweit Einfluß hat, als die für den Milchentzug notwendige Zeit verlängert ist. Das Maximum von 20 Minuten Reizdauer wird ja beim normalen Melken in den seltensten Fällen erreicht.

Überraschend waren die Ergebnisse an den Kalbinnen, da diese, obwohl nichtlaktierend, auf die entsprechenden Stimuli wesentlich stärker reagierten, als die in der Laktation stehenden Tiere.

Die Ansprechbarkeit des neurohormonellen Reflexes für die Freisetzung von Prolaktin erscheint individuell verschieden; es zeichnet sich ab, daß man einerseits den hochsensiblen, andererseits den weniger sensiblen Typ differenzieren kann. Während der hochsensible Typ auf Stimuli mit rascher, sehr bald zum Maximum führender Ausschüttung reagiert, wird beim weniger sensiblen Typ dieses Maximum über einen verzögerten, stufenweisen Konzentrationsanstieg erreicht. Für die weiteren Untersuchungen bei Veränderung der technischen Parameter bedeutet das, daß Untersuchungen nur dann vergleichbar sind, wenn sie am gleichen Tier unter konstanten Bedingungen durchgeführt werden.

3. Methodische Arbeiten zur Entwicklung eines Radioimmunotests für Ocytocin

Ocytocin, ein Hormon, welches aus dem Hypophysenhinterlappen freigesetzt wird und die Ejektion der Milch bewirkt, hat eine Halbwertszeit von ca. 1 Minute. Um über die Konzentration im Blut fundierte Aussagen machen zu können, ist es daher erforderlich, zumindest alle 30 Sekunden eine Blutprobe zu nehmen und den Gehalt dieses Peptidhormons zu bestimmen. Diese große Probenanzahl ist mit Hilfe der heute noch gebräuchlichen biologischen Testverfahren nicht möglich. Unsere Bemühungen richteten sich daher auf die Einrichtung eines Radioimmunotests, da mit diesem auch große Probenmengen - wenn die technischen Voraussetzungen gegeben sind - bewältigt werden können. Hauptschwierigkeit bereitet die Gewinnung eines guten Antiserums, da die antigenen Eigenschaften dieses Eiweißmoleküls verhältnismäßig gering sind.

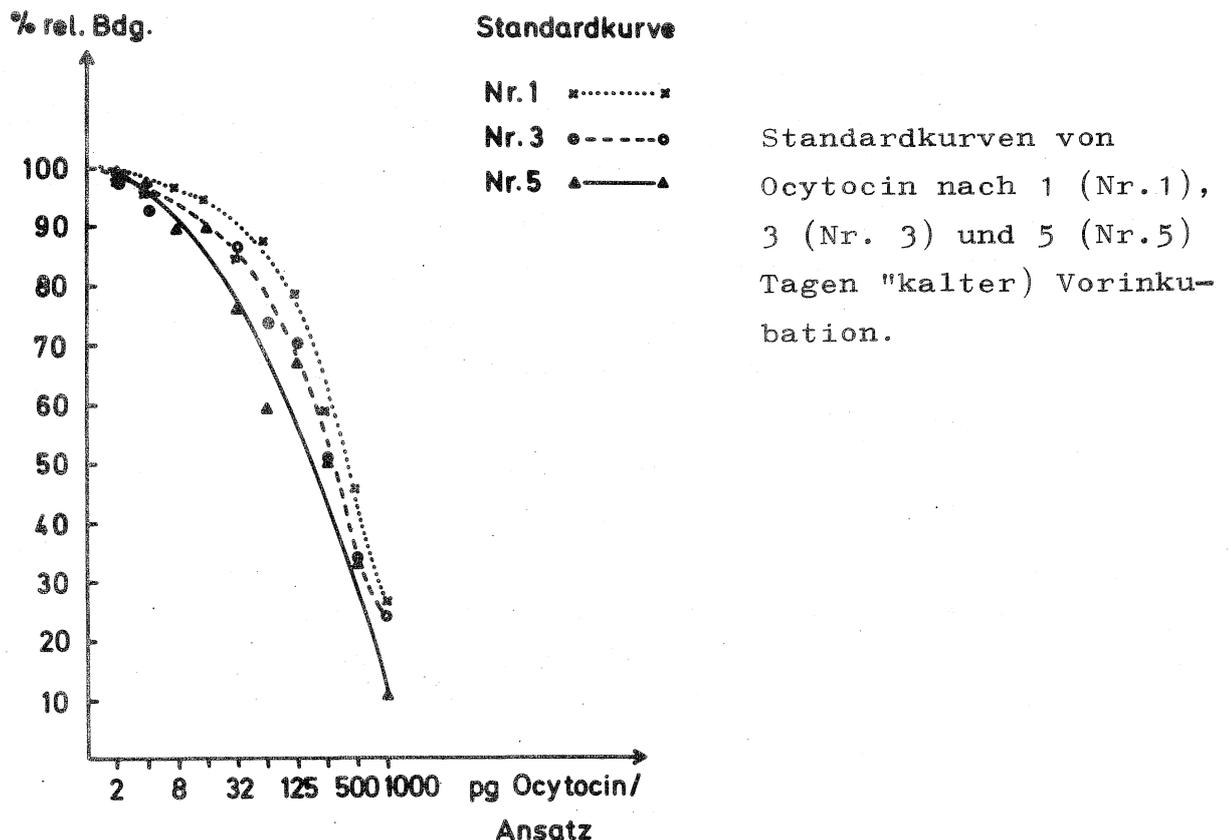
21 Kaninchen wurden mit Ocytocin immunisiert, 9 erhielten nach der allgemein üblichen Methode eine Injektion von mit gleichen Teilen vermischten Ocytocin (450 E/ml) und komplettem Freund'schen Adjuvans gleichzeitig in die Zwischenzehenfalten und intraperitoneal zur Initiierung der Immunisierung. Die folgenden Injektionen erfolgten jeweils mit den gleichen Antigenmengen sowohl subkutan als auch intraperitoneal und intramuskulär. Es erfolgte keine meßbare Antikörperbildung.

Drei weitere Kaninchen wurden - ebenso erfolglos - anschließend nach dem oben geschilderten Verfahren immunisiert. Um die Antigenität des Ocytocins zu erhöhen, wurde es in den folgenden Versuchen an hochmolekulare Eiweißkörper gekoppelt. Wir verwendeten Humanalbumin und Rinderthyroglobulin. Dieses Kopplungsprodukt wurde ebenfalls mit Freund'schem Adjuvans vermischt

und nach obigem Schema jeweils 3 Kaninchen injiziert. 3 weiteren Kaninchen wurden unter Narkose die Inguinallymphknoten, Halslymphknoten und Kniefaltenlymphknoten chirurgisch freigelegt und Ocytocin und kompl. Adjuvans direkt in die Lymphknoten injiziert. Die weiteren Injektionen erfolgten nach dem beschriebenen Vorgehen. Eines dieser Tiere zeigte einen steigenden Antikörpertiter (augenblicklich 50% Bindung bei einer Verdünnung von 1 : 8000). Das Antiserum zeigt Kreuzreaktion mit Lysin-Vasopressin, jedoch nicht mit dem beim Rind endogen vorkommenden Arginin-Vasopressin.

Die geringen Basiskonzentrationen von Ocytocin erfordern einen hochempfindlichen Test. Um diese Empfindlichkeit zu steigern, wurden Standardverdünnungen unter verschiedensten Bedingungen getestet. Es zeigte sich, daß eine Vorinkubation von 5 - 6 Tagen vor Zugabe des markierten Ocytocin eine Zunahme der Empfindlichkeit um das ca. 10-fache ergab, so daß bis ca. 2 pg Ocytocin/Ansatz meßbar sind.

Abbildung 1

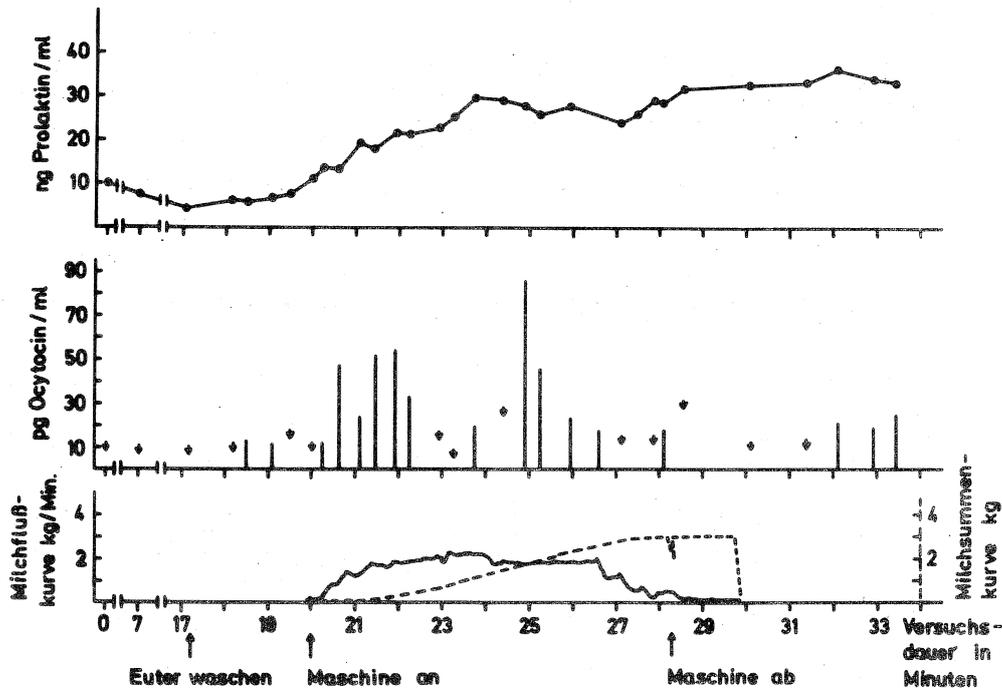


Trotz der hohen Testempfindlichkeit reicht dies nicht aus, um die Basiswerte direkt im Plasma zu messen. Es muß ein Extraktionsverfahren vorausgeschaltet werden. Dieses Extraktionsverfahren muß so ausgearbeitet werden, daß die volle Reproduzierbarkeit - ohne Rücksicht auf die Person, die es ausführt - gewährleistet ist. Das Prinzip des Verfahrens beruht darauf, daß das im Plasma vorhandene Ocytocin an ein Adsorptionsmittel gebunden wird, von diesem mittels eines leicht verdampfbaren Lösungsmittels wieder gewonnen wird und anschließend, in Puffer gelöst, für das Bestimmungsverfahren geeignet ist. Mit den bisher untersuchten Adsorbentien konnten noch keine voll befriedigenden Ergebnisse erzielt werden. Unsere laufenden Arbeiten sind darauf gerichtet, die Technik der Extraktionsmethode zu verbessern und durch entsprechende Wiederfindungsversuche abzusichern.

4. Tastversuche zusammen mit dem Institut für Landtechnik und eigene Versuche

Gemeinsam mit dem Institut für Landtechnik werden zur Zeit Tastversuche auf der Versuchsstation Veitshof durchgeführt. Es wurde dafür ein spezielles Verfahren der Blutentnahmetechnik mittels einer Peristaltikpumpe entwickelt, das es erlaubt, kontinuierlich während des Melkens aus einem in die Vena jugularis eingesetzten Katheters Blut zu entnehmen, wobei das Tier nur einmal kurzfristig vor Beginn des eigentlichen Melkens gestört werden muß (Ansetzen des Pumpenschlauches an den Katheter). In den laufenden Versuchen konnten mit Hilfe dieser Methode zahlreiche Blutproben gewonnen werden.

Aus anderen Versuchen liegen erste Ergebnisse der Messung von Ocytocin und Prolaktin vor, die aus Abbildung 2 ersichtlich sind.

Abbildung 2

Prolaktin- und Ocytocinkonzentration im Plasma vor, während und nach dem Melken, bei gleichzeitiger Registrierung von Milchfluß und Milchmenge gibt an, daß der Wert nicht nachweisbar, jedoch sicher unterhalb des eingetragenen Wertes lag.

Eine ausführliche Interpretation ist aufgrund dieser Ergebnisse noch nicht möglich, aber die Hinweise, daß Ocytocin nicht unbedingt nach dem Euterwaschen, sondern in vermehrtem Maße während des Melkens ausgeschüttet wird, kann im Bereich der Mechanisierung des Melkablaufes von entscheidender Bedeutung sein.

Wissenschaftliche Kontakte:

Dr. Mary Forsling
 Dept. of Physiology
 Middlesex Hospital - Medical School
 Cleveland Street
 London WIP 6 DB / ENGLAND

Prof. Dr. H.D. Haf s
 University of Michigan
 Department of Dairy Science
 East Lansing
 Michigan 48 823 / USA

4. Teilprojekt G 3

Thema: Auswirkungen unterschiedlicher Melkparameter
auf den Zellgehalt der Milch

Bearbeiter: Dr. K. Guthy, Inst.f.Milchwissenschaft,
Tel. 08161/71501

(Forschungsantrag 1972 S. 133 und Forschungsantrag 1974 S.124)

1. Allgemeines

Nach Abschluß der organisatorischen und methodischen Vorarbeiten und nach Durchführung eines Vorversuches wurde am 29. April 1974 mit den Untersuchungen im Versuchsmelkstand begonnen.

2. Ziel

Ziel des 1. Versuchsabschnittes (29.4.-29.6.74) ist die Untersuchung des Melkparameters "Vakuumhöhe" bzw. dessen Einfluß auf die Höhe des Zellgehaltes der Milch (2.Forschungsantrag S. 126).

3. Methode

Während der Versuchsperiode werden die Kühe mit unterschiedlichen Vakuumhöhen gemolken; (siehe G 1) gleichzeitig werden von jeder Kuh Viertelgemelksproben sowohl des Früh- als auch des Abendgemelkes gezogen, die im Labor elektronisch auf den Zellgehalt hin untersucht werden. Bei einer Herde von 25 Kühen ergibt dies pro Versuchstag einen Probenanfall von 200 Stück.

4. Ergebnisse

Die bisher angefallenen Ergebnisse sind noch nicht vollständig ausgewertet, es läßt sich jedoch erkennen, daß der Versuch unter günstigen Bedingungen gestartet werden konnte, da das durchschnittliche Zellgehaltsniveau der Herde zu Beginn der Versuche sehr niedrig lag. Reaktionen der Kuh bei Änderung der Melkparameter in Form von erhöhten Zellausschüttungen sind dadurch eher wahrscheinlich und treten deutlicher in Erscheinung. Erste vorläufige Ergebnisse sind auf Grund der großen täglich zu verarbeitenden Probenzahl nicht vor Mitte August zu erwarten.

5. Teilprojekt G 4:

Thema: Erprobung verschiedener Geber und Entwicklung einer elektronisch gesteuerten Melkanlage

Bearbeiter: Dr. C.L. Pen, Dr. H. Stanzel, Dr. H. Schön,
Institut für Landtechnik

Antrag vom Februar 1972 Seite 135

Antrag vom März 1974 Seite 132

1. Allgemeine Bemerkungen

Erste Vorarbeiten zu diesen Untersuchungen konnten bereits in einem DFG-Forschungsvorhaben (We 519/3) ¹⁾ durchgeführt werden. Daraus ergab sich die im 1. Forschungsantrag S. 135 und im 2. Forschungsantrag S. 132 dargelegte Zielsetzung. Als erstes wurde der Bau und die Erprobung von Ringelektrodengebern in Angriff genommen.

2. Vorversuche

2.1 Einsatz des Elektrodenmaterials im Dauerversuch

Beim praktischen Einsatz des Elektrodengebers zur Milchflußendabschaltung zeigten sich Schwierigkeiten durch Ablagerungen und Zersetzungserscheinungen bei den Elektroden. Durch die Verwendung von V 2 A Stahlelektroden und eines 15 V Wechselstrom mit 50 Hz konnten diese negativen Auswirkungen des Elektrodengebers auf ein Minimum verringert werden.

2.2 Eignung des Elektrodengebers für eine kontinuierliche Steuerung von Melkanlagen

Der für die Milchflußendabschaltung konstruierte Ringelektrodengeber wurde im Versuchsmelkstand mit

siehe auch: Arbeitsbericht über das Forschungsvorhaben "Maschineller Milchentzug" W 519/3

Hilfe des künstlichen programmierbaren Euters auf die Eignung zur kontinuierlichen Milchflußmessung getestet. Die Auswertung von 20 Voruntersuchungen zeigte, daß im mittleren Bereich die Milchflußkurven mit einer Sicherheit von 95 %, Anfangs- und Endbereiche aber keine gesicherte Übereinstimmung zeigen.

- 2.3 In weiteren Voruntersuchungen wurde eine Milchersatzlösung für die Laboruntersuchungen getestet und verschiedene Meßverfahren zur Erfassung des Geberwiderstandes entwickelt (Direktmessung; Brückenschaltung mit Nullabgleichung; Brückenschaltung mit Ausschlagmessung).

3. Untersuchungen über die elektrische Leitfähigkeit stehender Milch in einem Rohr.

- 3.1 Die theoretische Analyse zeigt, daß die Leitfähigkeit von Flüssigkeiten in einem waagerechten Rohr, gemessen mit Plattenelektroden, proportional dem Flüssigkeitsinhalt sind. Diese Verhältnisse können auch bei Ringelektroden unterstellt werden, wenn
1. eine kleine Ringbreite (b) unterstellt
 2. das Verhältnis von Ringabstand (l) und Radius des Rohres (r) hinreichend groß ist.
- 3.2 In empirischen Untersuchungen konnten diese linearen Zusammenhänge zwischen Leitfähigkeit der Milch und Rohrfüllung auch bei Ringelektroden nachgewiesen werden (Abb. 5)

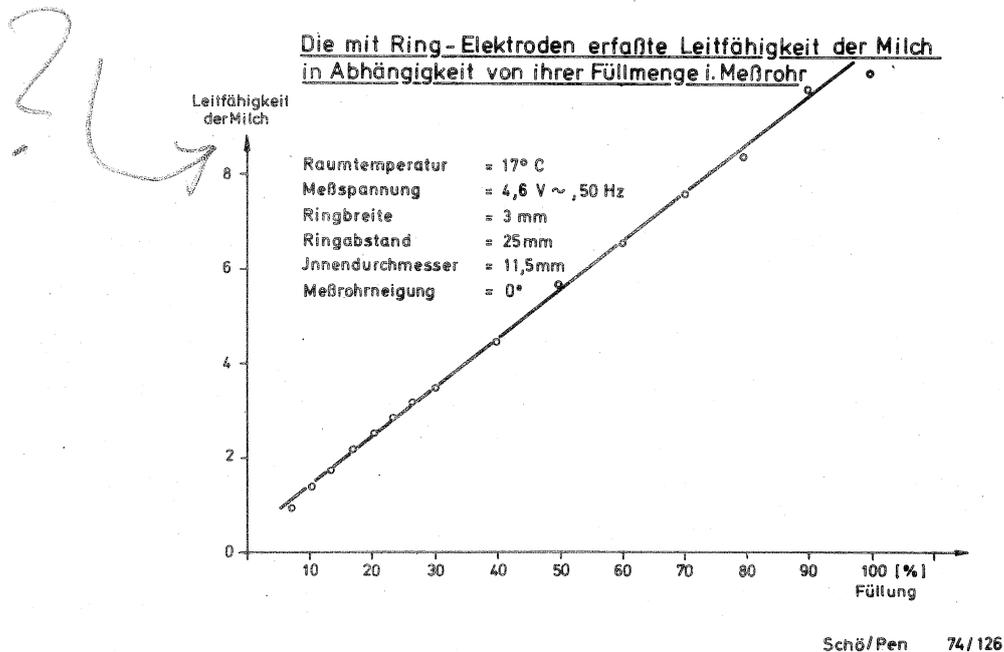


Abb.: 5

4. Die elektrische Leitfähigkeit fließender Milch in einem Rohr.

4.1 Theoretische Analyse über den Einfluß der Fließgeschwindigkeit auf den Leitwert ergaben folgendes:

Die Anzahl der gesamten Ladungsträger, die während einer Halbperiode eine gedachte Querschnittfläche des Rohres (g) passieren, ist unter den Bedingungen des Milchentzuges unabhängig von der Flußgeschwindigkeit V_m . Damit ist gezeigt, daß die Leitfähigkeit unabhängig von der Flußgeschwindigkeit V_m ist, sie ist deshalb lediglich linear vom Flußquerschnitt abhängig.

4.2 Beziehung von Volumenstrom und Rohrfüllung

Es stellt sich nun die Frage, ob der Flußquerschnitt vom Volumenstrom linear abhängig ist und damit die Möglichkeit besteht, über die Messung der elektrischen Leitfähigkeit den Durchfluß zu erfassen. Diese Überlegungen wurden analog zur Strömung in offenem Gerinnen angestellt. Damit konnte der Volumenstrom V_m iterativ mit EDVA berechnet und somit der Volumenstrom der Milch und dem Flüssigkeitsquerschnitt bei unterschiedlichen Parametern bestimmt werden.

Eine experimentelle Überprüfung dieses Rechenprogrammes im Labor mit einem definierten Flüssigkeitsstrom zeigte eine gute Übereinstimmung (Abb.: 6) und rechtfertigte die weiteren Untersuchungen an Rechenmodellen.

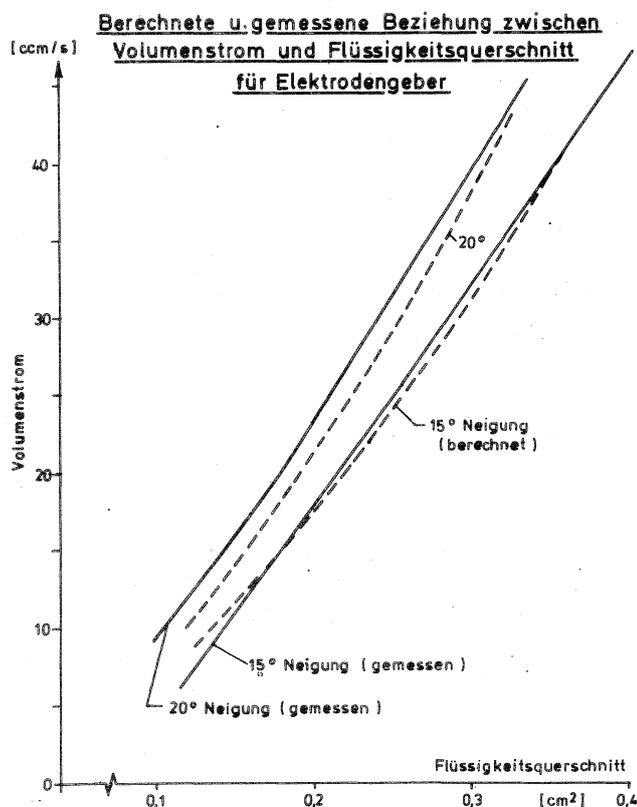


Abb.: 6

Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

1. Eine Änderung in der Viskosität (in der Milch durch unterschiedliche Kuhrassen und Milchqualität) beeinflussen den Volumenstrom nur geringfügig und damit auch die elektrische Leitfähigkeit.
2. Bei gleichem Flüssigkeitsquerschnitt hat der Rohrradius keinen Einfluß, solange eine Rohrfüllung von unter 90 % vorliegt.
3. Die Beziehung zwischen Volumenstrom und Flüssigkeitsquerschnitt im Rohr wird dagegen entscheidend vom Neigungswinkel beeinflußt. Für einen Milchflußgeber ist bei einem Radius von 0,575 cm ein Neigungswinkel von 5° bis 10° anzustreben.

Veröffentlichungen:

- | | |
|---------------|-------------------------------------|
| Schön, H. | Entwicklung und Anwendung teilauto- |
| Pen, C.L. | automatisierter Melkzeuge |
| Semmler, K.O. | Grundlagen der Landtechnik |
| | Bd. 23 (1973) Nr. 1 S. 18 - 22 |
| Pen, C.L. | Entwicklungsmöglichkeiten teilauto- |
| | automatisierter Melkzeuge |
| | Proceeding of CIGR, Section IV |
| | Berlin 1973 |

Wissenschaftliche Kontakte:

Rossing, JRL Wageningen
 Prof. Dr. Meiering, Universität Gulf, Canada
 von Mai - August 1974 Gastwissenschaftler bei SFB 141
 Laufende Kontakte mit allen europäischen Melkmaschinenherstellern.

FAL Völkenrode

6. Teilprojekt G 5

Benennung: Die optimale Gestaltung des Melkarbeitsplatzes und Felduntersuchungen beim Einsatz programmgesteuerter Melkanlagen

Bearbeiter: Dr. H. Schön, Ing.agr. Freiburger

Antrag vom Februar 1972 Seite 126

Antrag vom März 1974 Seite 135

1. Allgemeine Bemerkung:

Dieses Teilprojekt war im 1. Forschungsantrag (S. 126) für einen späteren Termin vorgesehen. Durch ein Arbeitsvorhaben des KTBL über den Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge in der Praxis können aber derzeit bereits innerhalb des Forschungsverbundes wertvolle Vorarbeiten geleistet werden. Zudem hat sich gegenüber der ersten Planung die Notwendigkeit ergeben, die bisherigen Melkarbeitsplätze zu verbessern. Nur so kann ein erfolgreicher Einsatz programmgesteuerter Melkzeuge in der Praxis erwartet werden.

Im Forschungsantrag vom März 1974 (S. 135) wurde deshalb die Zielsetzung erweitert und die Bearbeitung vorgezogen.

2. Stand und Ergebnisse der arbeitswirtschaftlichen Umstellungsversuche in praktischen Betrieben

(Punkt 1 des Arbeitsprogrammes; Forschungsantrag vom März 1974 S. 138)

Methode: In praktischen Betrieben werden vor der Umstellung mit konventioneller Melktechnik Arbeitszeitstudien mit mehreren Wiederholungen angestellt.

Die Auswertung erfolgt mittels eines Regressionsprogrammes. 4 Wochen nach der Umstellung auf teilautomatisierte Melkzeuge erfolgen in größeren Abständen weitere Zeitmessungen.

Ergebnisse: Von den zur Zeit laufenden 7 Umstellungsver-suchen sind 3 Versuche bereits ausgewertet. Die Ergebnisse sind in Abb. 1 wiedergegeben.

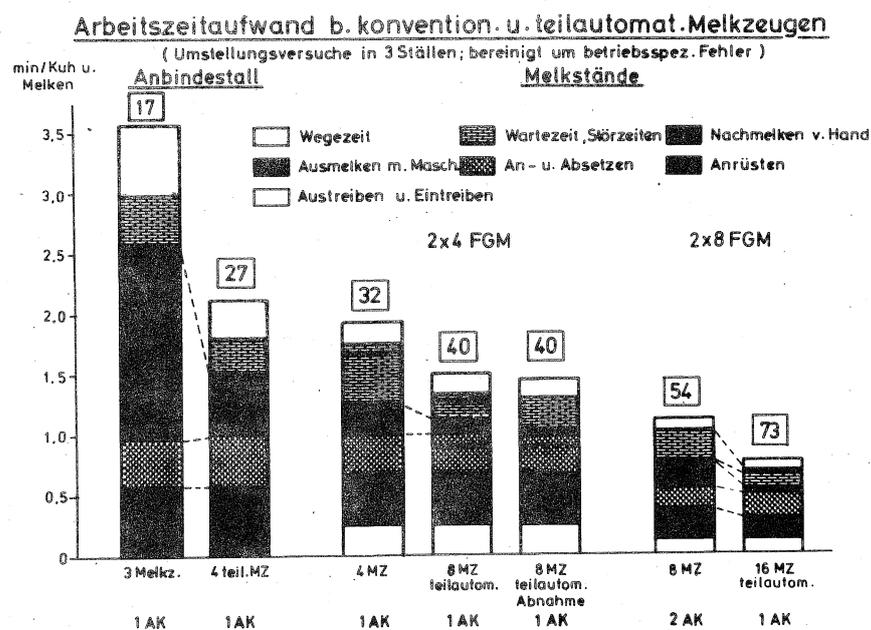


Abb.: 1

Parallel zu den arbeitswirtschaftlichen Untersuchungen durchgeführte Messungen des Zellgehaltes ergab eine Verbesserung der Zellausscheidungen im Bereich von 150 000 - 500 000 Zellen/ml und trotz höherer Melkzeugzahl keine Verschlechterung bereits vorher registrierter pathologischer Zellausscheidungen.

Nach den bisherigen Ergebnissen können für den praktischen Einsatz folgende Aussagen gemacht werden:

1. Durch den Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge sind sowohl im Anbinde- als auch im Melkstand erhebliche Steigerungen der Arbeitsleistungen möglich. Voraussetzung dafür ist allerdings eine größere Zahl von Melkzeugen/AK. (Anbindestall 4 - 5 Melkzeuge/AK, Melkstand 12 - 16 Melkzeuge/AK)
2. Die Wegestrecken je Arbeitskraft und Melker werden durch den Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge wie folgt verändert:

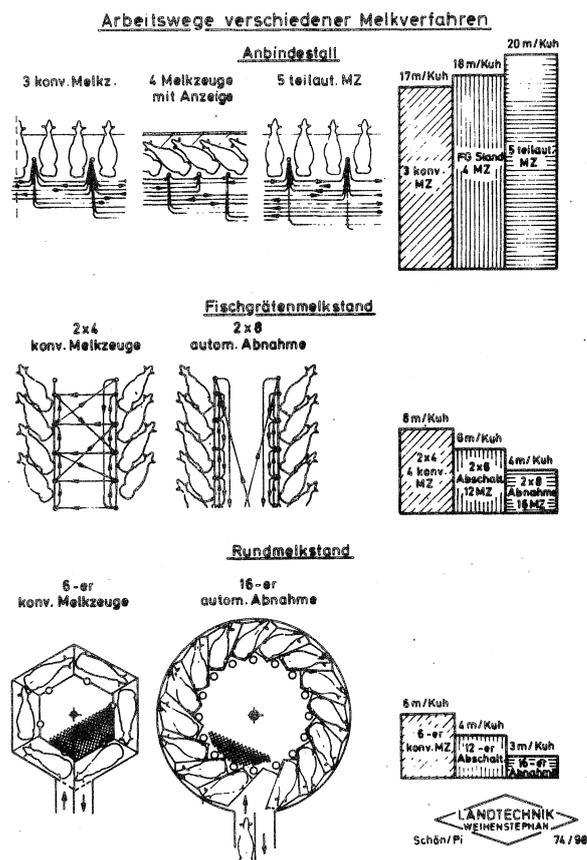


Abb.: 2

3. Die Zeiten für das Nachmelken verkürzte sich in allen Umstellungsversuchen. Während vor der Umstellung 70 % aller Kühe nachgemolken wurden, waren es nach der Umstellung nur mehr 30 %.
4. Der Einsatz automatischer Melkzeugabnahmevorrichtungen brachte in einem kleineren Melkstand keine höheren Arbeitsleistungen. Außerdem sind noch erhebliche Funktions- und Bedienungsängel aufgetreten. Ihr Einsatz dürfte nur ab 16 Melkzeugen sinnvoll sein. Zudem sind weitere Verbesserungen erforderlich.

3. Weiterentwicklung und praktische Erprobung von Eintreibhilfen und automatische Melkzeugabnahmevorrichtungen

Beide Vorrichtungen sind Voraussetzung, um die arbeitswirtschaftlichen Vorteile verbesserter Melkanlagen voll zu nutzen. Neben ersten Einsatzversuchen über derzeit auf dem Markt befindlicher Modelle wurde eine von Pen entwickelte Nachtreibhilfe (Abb.: 3) beim Versuchsmelkstand errichtet. Diese Anlage wird zur Zeit auf ihre Brauchbarkeit untersucht.

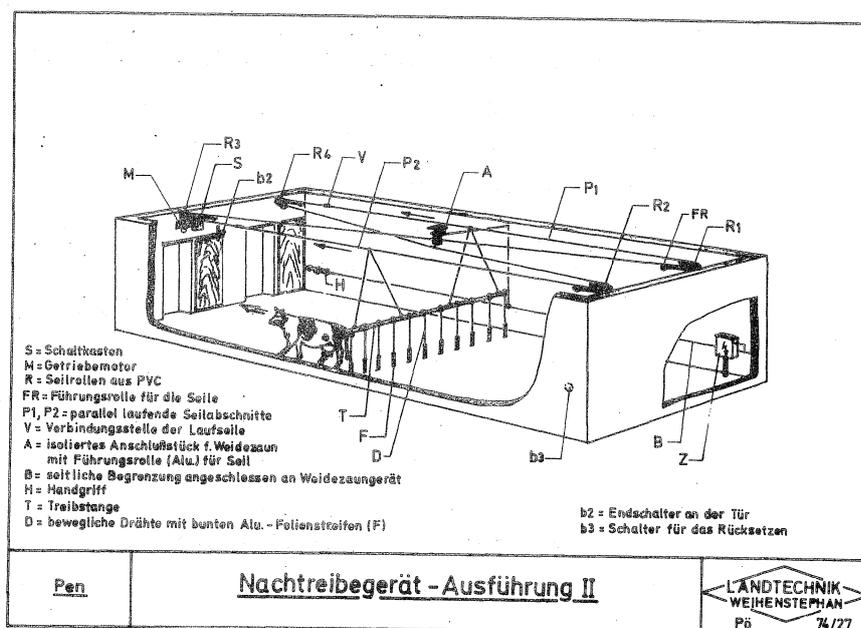


Abb.: 3

4. Publikationen

Veröffentlichungen:

Schön, H.,
 Pen, C.L.,
 Weber, W.:

Höhere Mechanisierungsstufen der
 Milchviehhaltung durch weiterent-
 wickelte Melktechnik
 Berichtsheft über die Jahrestagung
 der Landtechnik Weihenstephan 1973
 S. 144 - 145.

Schön, H., Tendenzen arbeitswirtschaftlicher Ver-
 Pen, C.L., besserungen bei den Melkarbeiten
 Weber, W.: Mitteilungen der DLG 89 (1974) H. 19,
 S. 144 - 154.

Weitere 7 Aufsätze zu diesem Thema erschienen in landw.
 Fachzeitschriften.

Schön, H.: Technik modernen Milchentzuges
 Veterinärmedizinische Fachtagung
 Weißenstephan 12.10.73

Schön, H.: Melkstandformen und Melkarbeitsverfahren
 DLG-Vortragstagung Wesel 8.11.73

Schön, H.: Zukunftsaspekte der Melktechnik
 DLG-Vortragstagung Borken 15.11.73

Schön, H.: Optimale Melkverfahren für Anbindestall
 und Laufstall
 X. Landtechn.Vortragstagung der LK
 Schleswig-Holstein, Rendsburg 7.2.74

Schön, H.: Technische u. arbeitswirtschaftliche Mög-
 lichkeiten zur Steigerung der Melkleistung
 ALB-Jahrestagung, Gießen 21.3.74

Wissenschaftliche Kontakte:

KTBL Kranichstein

Dr. Mölbert

KTBL Arbeitskreis "Technik und Bauwesen in der
 tierischen Produktion".

FAL-Völkenrode, Institut für Betriebstechnik;

Prof. Dr. Rossegger und Dr. Schlünsen

Dr. Rossing, IRL-Wageningen

Bundeforschungsanstalt für Milchw., Kiel

Dr. Ordolf

8. Teilprojekt G 7Ermittlung optimaler Arbeitsorganisation beim Einsatz programmgesteuerter Melkmaschinen mittels stochastischer Simulationsmodelle

Bearbeiter: Dr. C.L. Pen, Dr. H. Schön, Institut für Landtechnik, Tel. 08161/ 71442

Antrag vom Februar 1972 S. 135

Antrag vom März 1974 S. 142

1. Allgemeine Bemerkungen:

Für dieses Teilprojekt konnten bereits durch das DFG-Forschungsvorhaben We 519/3 erhebliche methodische Vorarbeiten geleistet werden.¹⁾ Dadurch wird es möglich, dieses Teilprojekt (1. Forschungsantrag S. 126 und 2. Forschungsantrag S. 142) bereits in diesem Jahr abzuschließen. So können bereits heute Aussagen über den arbeitswirtschaftlichen Effekt verbesserter Melkanlagen und deren Einfügung in optimale Arbeitsverfahren gemacht werden. Zudem dürfte die entwickelte stochastische Simulationsmethode für vielfältige arbeitswirtschaftliche Untersuchungen von Interesse sein.

2. Methode

Stochastische Simulationsmodelle erfordern:

1. Eine Beschreibung der Systemstruktur, wobei logische Schalter eine dynamische Ablaufänderung ermöglichen.
2. Beschreibung der einzelnen Zeitelemente durch empirisch ermittelte, bzw. geschätzte Zeitelemente.

2.1 Darstellung der Systemstruktur durch einen Graph

Die einzelnen Melkverfahren lassen sich durch einen Graph beschreiben. Die Knotenpunkte beschreiben dabei Zeitelemente, bzw. Ereignisse, die Kanten stellen die Beziehungen zwischen den Elementen dar. Als Beispiel ist in Abb.1 der Arbeitsablauf in einem Melkarussell dargestellt:

1) Arbeitsbericht über das DFG Forschungsvorhaben "Maschineller Milchentzug" W 519/3
März 1974

Entgegen der in der Literatur weitverbreiteten Meinung sind die Zeitelemente in der Regel nicht normal verteilt. Aus dieser empirisch ermittelten Verteilung werden mit Hilfe einer speziellen Monte-Carlo-Technik beliebig viele Zeitwerte erzeugt.

2.3 Durchführung der Simulation und ihre Überprüfung

Mit beiden - dem Graph und den einzelnen als Verteilung dargestellten Zeitelementen - kann die arbeitswirtschaftliche Simulation durchgeführt werden. Dafür ist bei größeren Systemen eine EDVA erforderlich, wobei sich als Algorithmus eine Kombination aus FORTRAN und der Simulationssprache GPSS anbot. Derzeit stehen 14 Programme unterschiedlicher Melkverfahren zur Verfügung.

Die Übereinstimmung der Simulationsergebnisse mit der Wirklichkeit wurde durch Arbeitszeitstudien in einem Versuchsbetrieb überprüft. (Abb. 2)

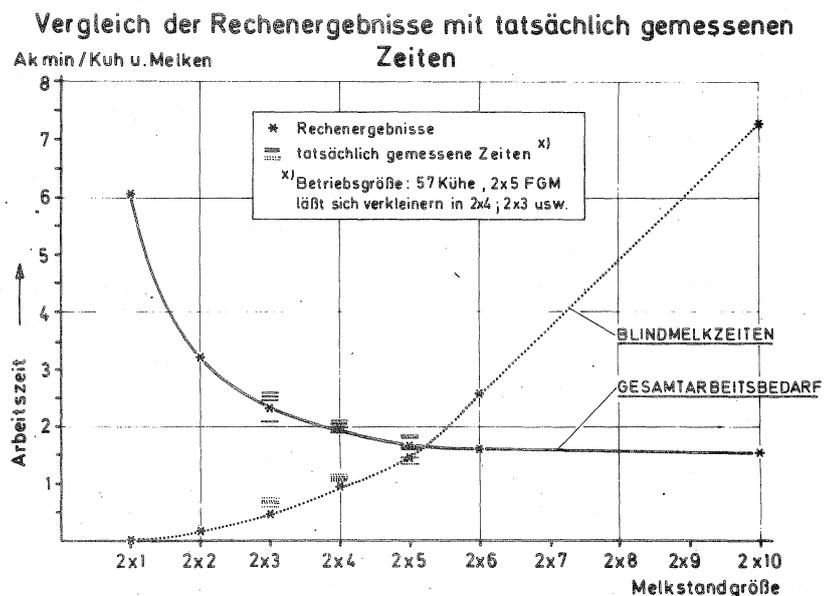


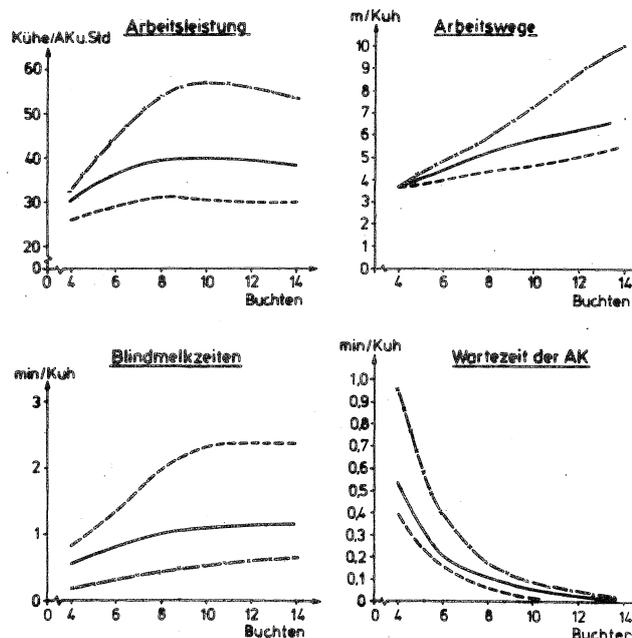
Abb.: 2

3. Erste Ergebnisse

Mit den einzelnen Simulationsmodellen werden derzeit umfangreiche Berechnungen angestellt, über deren Ergebnisse erst nach Abschluß des Teilprojektes im Herbst 1974 berichtet werden kann. In folgenden Beispielen soll die Möglichkeit der stochastischen Simulation für die Systemforschung aufgezeigt und über erste Ergebnisse berichtet werden.

3.1 Einfluß verschiedener Maschinenkapazitäten auf Arbeitsleistung und Arbeitsqualität

Für die Planung optimaler Maschinenkapazitäten sind neben der Arbeitsleistung auch Anhaltspunkte über die Arbeitsqualität erforderlich. In Abb.3 ist am Beispiel eines Melkkarusselles die Arbeitsleistung, der Arbeitsweg, Blindmelkzeiten und Arbeitszeiten in Abhängigkeit von der Buchtenzahl dargestellt.



Arbeitsleistung, Arbeitswege, Blindmelkzeiten und Wartezeiten der Arbeitskraft beim Melken in Abhängigkeit von der Buchtenzahl.

Mittelwerte für 150 Kühe:

----- 1,1 min für das Ausmelken
 ————— 0,6 min für das Ausmelken
 x-x-x-x-x 0,1 min für das Ausmelken

Abb.: 3

3.2 Untersuchungen über den Arbeitsablauf und über die Arbeitsorganisation

Der graphische Ausdruck des simulierten Arbeitsablaufes ermöglicht Arbeitsablaufstudien bei verschiedenen Arbeitsorganisationen und Techniken. Als Beispiel ist in Abb.4 der Arbeitsablauf beim Melken in einem 6er Karussell mit konventionellen Melkzeugen und in einem 14er Melk-
karussell mit teilautomatisierten Melkzeugen gegen-
übergestellt.

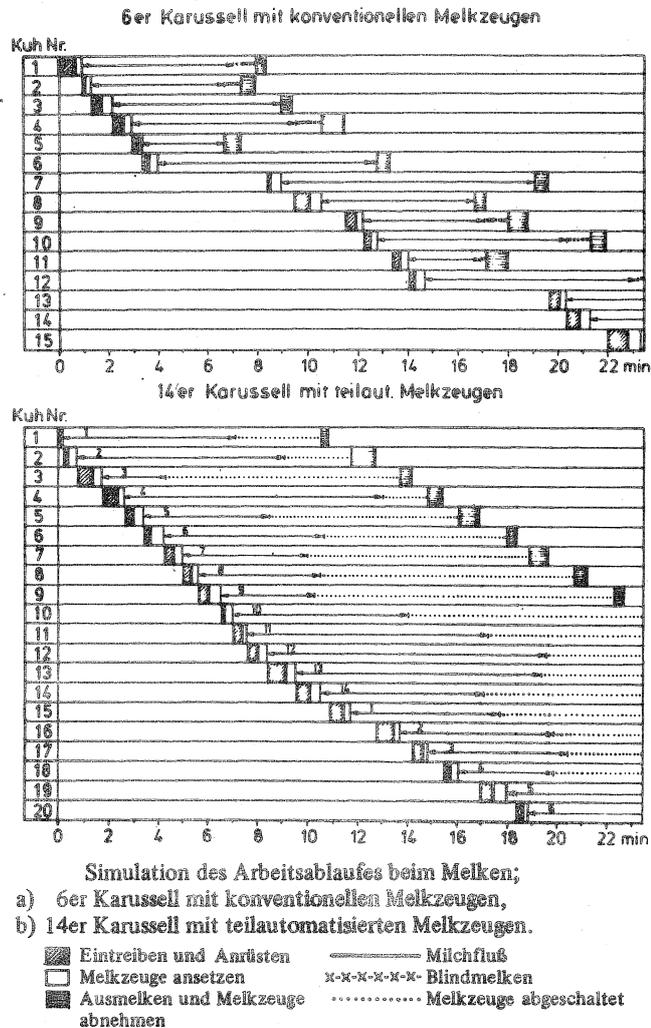


Abb. : 4

3.3 Vergleich verschiedener Melkstandformen bei konventionellen und teilautomatisierten Melkzeugen

Die Auswirkung einer verbesserten Melktechnik bei verschiedenen Melkständen ist nach ersten Ergebnissen in Abb. 5 gegenübergestellt.

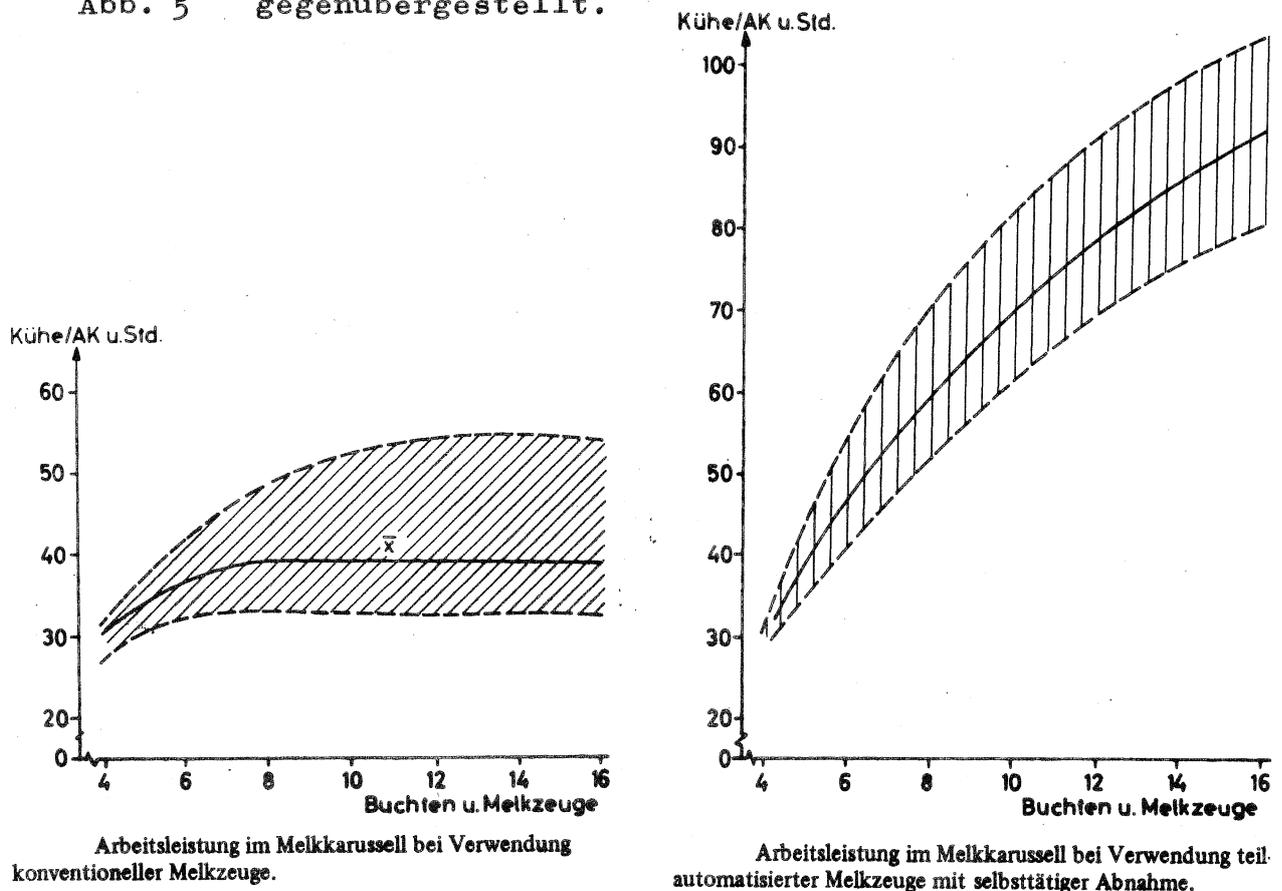


Abb.: 5

4. Publikationen

4.1 Veröffentlichungen:

Pen, C.L.:

Schön, H.:

Ein stochastisches Simulationsmodell für arbeitswirtschaftliche Untersuchungen von Melkverfahren

Grundlagen der Landtechnik 23 (1973), H. 6, S. 187 - 191

Pen, C.L.,

Schön, H.:

Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen verschiedener Melkverfahren mit konventioneller und

teilautomatisierter Melktechnik
Grundlagen der Landtechnik (in
Vorbereitung)

Arbeitsbericht über das DFG
Forschungsvorhaben "Maschineller
Milchentzug" We 519/3
Weihenstephan März 1974

4.2 Vorträge:

Pen, C.L.:

Ein stochastisches Simulationsmo-
dell für arbeitswirtschaftliche
Untersuchungen von Melkverfahren
Jahrestagung der Landtechnik
Weihenstephan 1973

Henneberg, v.

Pen, C.L.,

Auernhammer, H:

Untersuchungen von Verteilungs-
formen einiger Arbeitselemente
in der Innenwirtschaft
Studiengesellschaft f.Landw.Arbeits-
wissenschaften 1973 Hohenheim.

Veröffentlichung:

"Die Landarbeit", wiss.Beiheft Nr.2.
1973

4.3 Wissenschaftliche Kontakte und Zusammenarbeit

Eidgenössische Forschungsanstalt, Tänikon, CH. (Übernahme
der von uns entwickelten Programme)

Institut für Landtechnik und Arbeitslehre, Uppsala, S.
(Übernahme der von uns entwickelten Programme)

Landw.Hochschule Wageningen, Institut für Arbeitswissen-
schaft (Methodischer Erfahrungsaustausch)

Teilprojekt G 8

Untersuchungen über optische Eigenschaften der Milch zur Beurteilung der Eignung dieser Stoffe als Steuer- und Regelgröße

Bearbeiter: Dr. Ing. K.H. Kromer, Dipl.Ing.agr.Kleisinger
Institut für Landtechnik, Weihenstephan
Prof.Dr.G.L.Zachariah,
Washington State University

Antrag vom Februar 1972 Seite 56

Antrag vom März 1974 Seite 144

1. Allgemeine Bemerkungen

Dieses Teilprojekt sollte in seiner ersten Zielsetzung die optischen Materialeigenschaften von Milch und Futter ermitteln (1. Forschungsantrag Blatt 56). Auf Anregung der Gutachter wurde die Zielsetzung eingeeengt und in den Projektbereich G eingegliedert (2. Forschungsantrag vom März 1974 S. 144). In der neuen Zielsetzung soll die Möglichkeit untersucht werden, die optischen Stoffeigenschaften der Milch als Steuer- und Regelgröße für programmgesteuerte Melkmaschinen zu nutzen.

2. Methodischer Ansatz

Durch den Aufenthalt des Gastwissenschaftlers Prof.Zachariah, Purdue University Lafayette, am Institut für Landtechnik konnte die dortigen langjährigen Erfahrungen auf dem Gebiet der Erforschung biologischer Stoffeigenschaften übernommen werden.¹⁾ So konnte in kurzer Zeit eine optische Bank für die speziellen Untersuchungen ausgerüstet werden. Eine von Zachariah erstellte Literaturübersicht ergab folgendes:

1) Birth, G.S., Zachariah, G.L. Spectrophotometry of agricultural Products

1. Die Absorbtion der Milch ist abhängig von der Fettkügelchengröße und verändert sich damit mit dem Alter der Milch.
2. Das Reflexionsverhalten der Milch korreliert eng mit der Viskosität der Milch.
3. Alle übrigen Untersuchungen der optischen Milcheigenschaften wurden nur in engen Bandbreiten untersucht und sind deshalb nur begrenzt aussagekräftig.

3. Untersuchungen optischer Stoffeigenschaften der Milch

Die Untersuchungen von Zachariah wurden deshalb in einem Bereich von 200 - 2 500 nm durchgeführt an

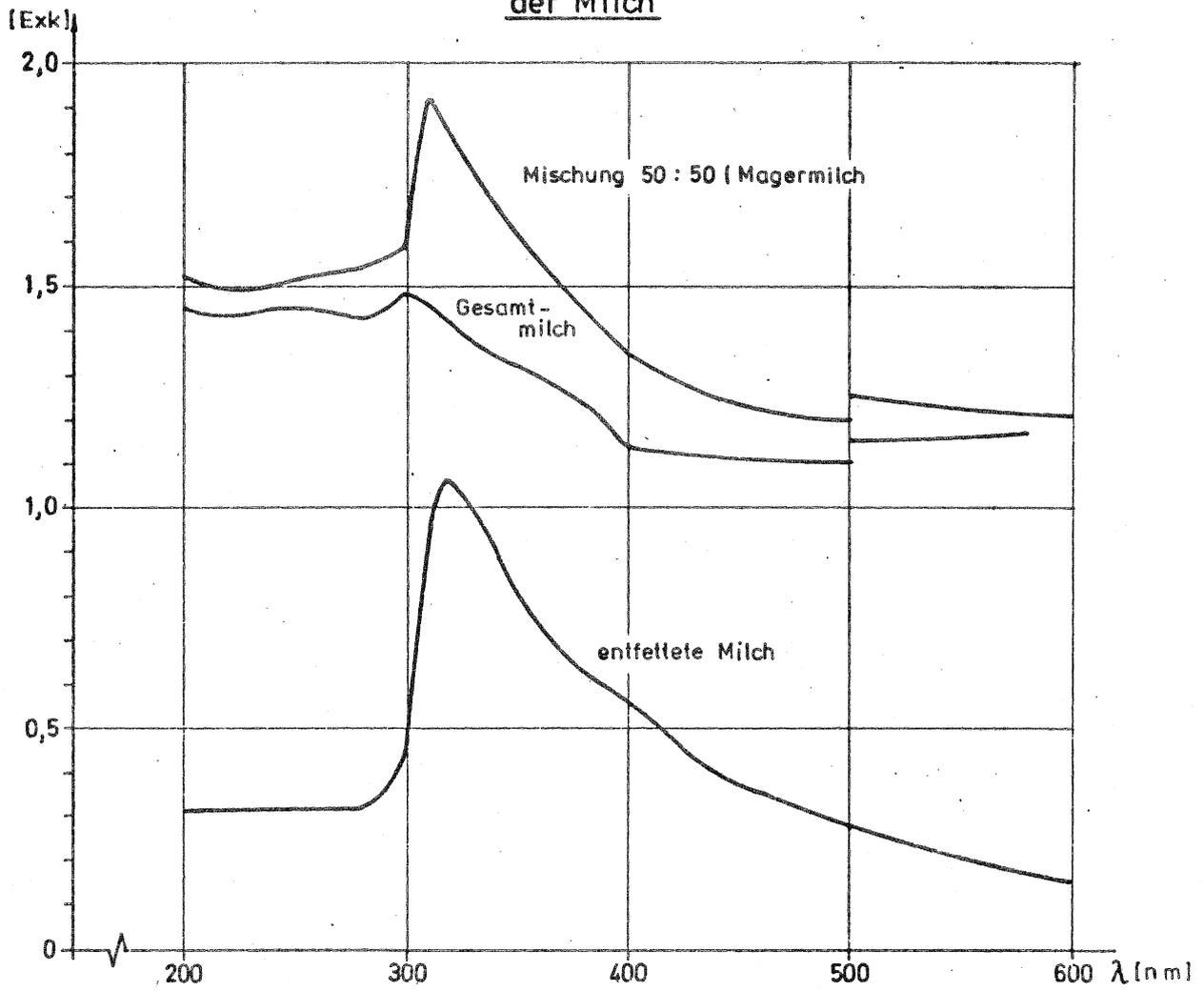
1. separiertem MilCHFett
2. entfetteter Milch
3. Gesamtmilch

Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

1. Die maximale Sensivität liegt sowohl bei entfetteter Milch als auch bei MilCHFett zwischen 316 bis 318 nm.
2. Die optischen Eigenschaften der Milch werden im großen Umfang vom Fettgehalt bestimmt. Abb. 1
Dieser Einfluß ist so groß, daß - soweit keine Standardisierung des Fettgehaltes erfolgt - andere Eigenschaften der Milch (wie z. B. der Querschnitt fließender Milch) nach dem derzeitigen Stand der Forschung noch nicht optisch zu bestimmen sind.

Die starken Schwankungen der optischen Eigenschaften der Milch in Abhängigkeit von ihrem Fettgehalt, ist für die Nutzung als Steuer- und Regelstrecke vor allem innerhalb eines Gemelkes von Bedeutung, Kleisinger setzte deshalb die Untersuchungen bei verschiedenen Kühen fort. Diese Messungen ergaben einen Spektralbereich von 300 - 1 100 nm und bei einem Fettgehalt von 3,85 % - 4,59 % folgende Differenzen in der Transmission:

Einfluß des Fettgehaltes auf die optischen Eigenschaften der Milch




 Schön/Pi 74 / 177

Abb.: 1

Wellenlänge (nm)	Differenz in % Transmission	
	Magermilch	Milch
300	28,5	10,3
500	26,5	12,5
700	13,5	12,6
900	8,4	13,2
1 100	5,3	13,7

Der Vergleich von Vor- und Nachgemelk von 3 Kühen brachte folgendes Ergebnis:

	Transmission %		Fett %
	300 nm	600 nm	
Vorgemelk	23,4	23,4	3,13
Kuh 1 Nachgemelk	14,3	14,9	4,43
Differenz	9,1	8,5	
Vorgemelk	43,4	41,6	2,62
Kuh 2 Nachgemelk	19,2	14,6	6,40
Differenz	24,2	27,0	
Vorgemelk	28,1	27,5	3,35
Kuh 3 Nachgemelk	17,9	13,8	5,70
Differenz	10,2	13,7	

Die Differenz zwischen den einzelnen Kühen sind aber nicht ausschließlich auf unterschiedliche Fettgehalte zurückzuführen, da auch die entfettete Milch der 6 Einzeltiere, besonders im unteren Spektralbereich, große Differenzen zeigt (Abb. 2)

Optische Eigenschaften entfetteter Milch bei unterschiedlichen Kühen

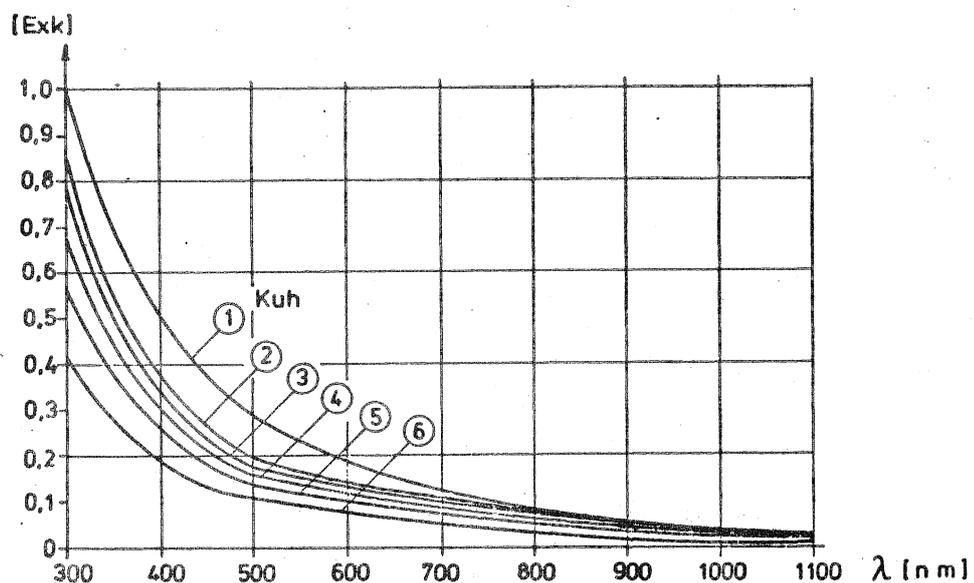


Abb. : 2

Der untersuchte Spektralbereich scheint in allen Wellenlängen gleichermaßen ungeeignet für eine Durchflußmessung. Die Untersuchungen der optischen Milcheigenschaften und die Entwicklung optischer Geber wurde deshalb zurückgestellt.

Teilprojekt G 9Entwicklung von Systemen zur Optimierung der Melktechnik
durch pneumatische Steuerung von Unterdruck, Pulsfrequenz
und Pulsverhältnis

Bearbeiter: Dipl. Ing. H. Reuschenbach, Institut für
Landmaschinen, München 2, Arcisstraße 21
Telefon: 089/2105/55 od. 556

Antrag vom Februar 1972 Seite 71 - 72

Antrag vom März 1974 Seite 147 - 149

1. Allgemeines

In den bisherigen Arbeiten wurde als erstes der systemtechnische Aufbau der Gesamtanlage in analoger und digitaler Schaltungstechnik konzipiert, wobei die weiteren Detailuntersuchungen zunächst nur auf analoge Verfahren beschränkt wurden.

Da die endgültige optimale Kombination von Vakuum, Pulsfrequenz und Pulsverhältnis erst in einigen Jahren aus den Untersuchungen des SFB 141 zu erwarten sind, wurde vorläufig für die drei Parameter eine annähernd proportionale oder progressive Abhängigkeit vom Milchfluß vorausgesetzt. Dabei sind für die rechnerische und schaltungstechnische Auslegung des Systems - wiederum vorläufig - die folgenden Daten als Grenzwerte zugrunde gelegt:

maximaler Milchfluß:	70 g/s (= 4,2 l/min)
Unterdruck:	0,2 ÷ 0,8 bar
Pulsfrequenz:	30 ÷ 90 $\frac{1}{\text{min}}$
Pulsverhältnis:	0,3 ÷ 0,7 (Saugtakt zur Gesamtpulsdauer)

Für den Betrieb der Anlage ist bei allen Einzelsystemen nur der ohnehin vorhandene Unterdruck als Hilfsenergie vorgesehen.

2. Einzelsysteme

2.1 Durchflußmessung

Nach einer Analyse aller in Frage kommenden Meßverfahren scheint ein abgewandeltes Staugefäß-System am besten den besonderen Anforderungen einer Melkanlage zu genügen, insbesondere in Bezug auf Hygiene und Reinigungsmöglichkeit und die technisch-physikalischen Eigenschaften der pulsierenden Zweiphasen-Strömung Milch-Luft. Bei den anfangs erwähnten bereits erprobten Anlagen werden ebenfalls Staukammern als Grenzwertgeber benutzt. Für eine kontinuierliche Durchflußmessung hat dieses Verfahren den Nachteil, daß die Stauhöhe der Flüssigkeit im Gefäß, die als Meßgröße abgegriffen wird, naturgemäß mit dem Quadrat des Durchflusses steigt. Dadurch ergeben sich im unteren Meßbereich nur sehr geringe Signaländerungen. Es ist also wünschenswert, die Kennlinie des Gebers, also die Abhängigkeit der Ausgangsgröße vom Durchfluß, weitgehend zu linearisieren. Dazu wurden zwei Möglichkeiten untersucht:

- a) Als Ersatzgröße für die Stauhöhe wird das Gewicht der im Staugefäß enthaltenen Flüssigkeit bestimmt. Für den geforderten linearen Zusammenhang muß dann das Volumen nach der Beziehung $V \sim \sqrt{H}$ (V = Volumen, H = Stauhöhe) ansteigen. Bei rotationssymmetrischen Gefäßen erfüllt eine Kontur nach der Funktion $R = \frac{a}{\sqrt{H}}$ diese Bedingung (R = Radius, a = Konstante). Die im Versuch ermittelte Kennlinie weicht im unteren Meßbereich, also bei kleinen Durchflüssen, von dem theoretisch ermittelten linearen Verlauf teilweise ab, weil die errechnete Kontur aus konstruktiven Gründen nur näherungsweise hergestellt werden konnte und das tatsächliche Verhalten der Flüssigkeit bei kleinen Stauhöhen der Torricelli'schen Ausflußgleichung nicht mehr genügt.
- b) Der Zusammenhang zwischen Stauhöhe und Durchfluß läßt sich durch die Anordnung von mehreren Abflußdüsen in verschiedener Höhenlage weitgehend beeinflussen. Dafür wurde ein Rechenverfahren entwickelt, mit dem jede gewünschte Charakteristik angenähert werden kann. Die Stauhöhe kann wiederum über das Gewicht der Flüssigkeitssäule oder eine Differenzdruckmessung abgegriffen werden.

Für beide Verfahren wurde ein mit Unterdruck betriebener Meßumformer entwickelt, der eine Kraft- bzw. Druckdifferenz als Eingangsgröße in einen proportionalen Steuerdruck im Bereich - 0,2 bis - 0,8 bar umformt.

2.2 Unterdruck-Regelung

Das vom Meßumformer abgegebene Drucksignal kann als Führungsgröße für die durchflußabhängige Unterdruck-Steuerung herangezogen werden. Bei den Untersuchungen erwies sich dafür ein einfacher Membranregler als ausreichend. Wegen der fehlenden Primärdruckentlastung zeigte sich ein Einfluß des Pumpen-Vordruckes auf den Ausgangsdruck (Systemdruck), was aber bei geeigneter Auslegung der Regelmembran vernachlässigt werden kann.

2.3 Pulsfrequenz-Steuerung

Für die Erzeugung der Unterdruck-Pulsation im Melkzeug wurde eine Fluidik-gesteuerte Schaltung entwickelt: Ein Impulsgenerator erzeugt Steuersignale in Form von Rechteckimpulsen und betätigt damit ein Vakuum-Schaltventil. Die Frequenzverstellung in Abhängigkeit vom Durchfluß bzw. vom abgegebenen Steuerdruck erfolgt über einen Membranzylinder, der die Volumen der Verzögerungsglieder am Impulsgenerator verändert. Ein anderes Verfahren, das sich gerätetechnisch einfacher verwirklichen läßt, benutzt direkt die Druckdifferenz zwischen Umgebung und gesteuertem Systemdruck zur Frequenzänderung. Dabei wird mit steigendem Durchfluß die Saugphase weniger stark verkürzt als der Massagetakt; damit ist also gleichzeitig eine Änderung des Pulsverhältnisses verbunden. Diese Schaltung erzielte bei Dauerversuchen eine Genauigkeit von $\pm 0,8\%$ von der mittleren Frequenz.

3. Gesamtsystem

Der Funktionsablauf der Gesamtanlage ist als vereinfachtes Blockschaltbild in Bild 1 angedeutet. In Bild 2 ist für eine simulierte Milchflußkurve der zugehörige Verlauf von Systemdruck, Pulsfrequenz und Pulsverhältnis dargestellt, wobei eine annähernd lineare Abhängigkeit vom Durchfluß gewählt wurde. Die genauen Kennlinien für zwei verschiedene Charakteristiken sind in Bild 3 gezeigt. Der qualitative Verlauf sowie die Anfangs- und Endwerte können durch die Anordnung des Staugefäßes, die Verstärkung des Meßumformers und die Schaltungsparameter des Impulsgenerators jeder gewünschten Form angepaßt werden. Der zeitliche Druckverlauf im Pulsraum des Melkzeugs ist für verschiedene Durchflüsse in Bild 4 aufgezeichnet.

Bei der beschriebenen Anordnung ist eine eventuell notwendige zeitliche Änderung der Abhängigkeit, etwa bei der Nachmelkphase gegenüber dem Hauptgemelk, noch nicht berücksichtigt.

Für den praktischen Einsatz sind weiterhin noch eine Reihe von Stabilitätsproblemen zu untersuchen.

Bild 1

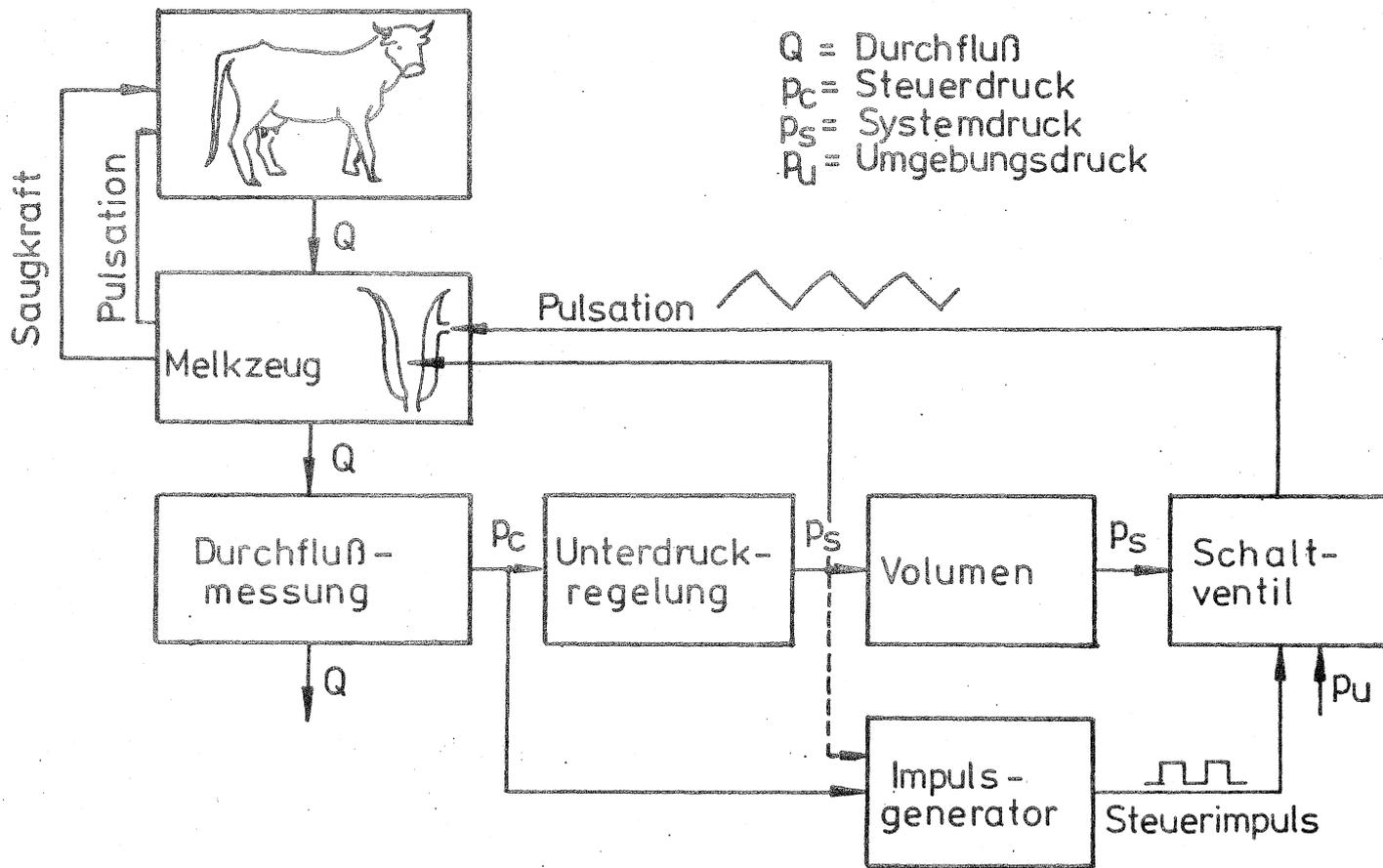


Bild 2

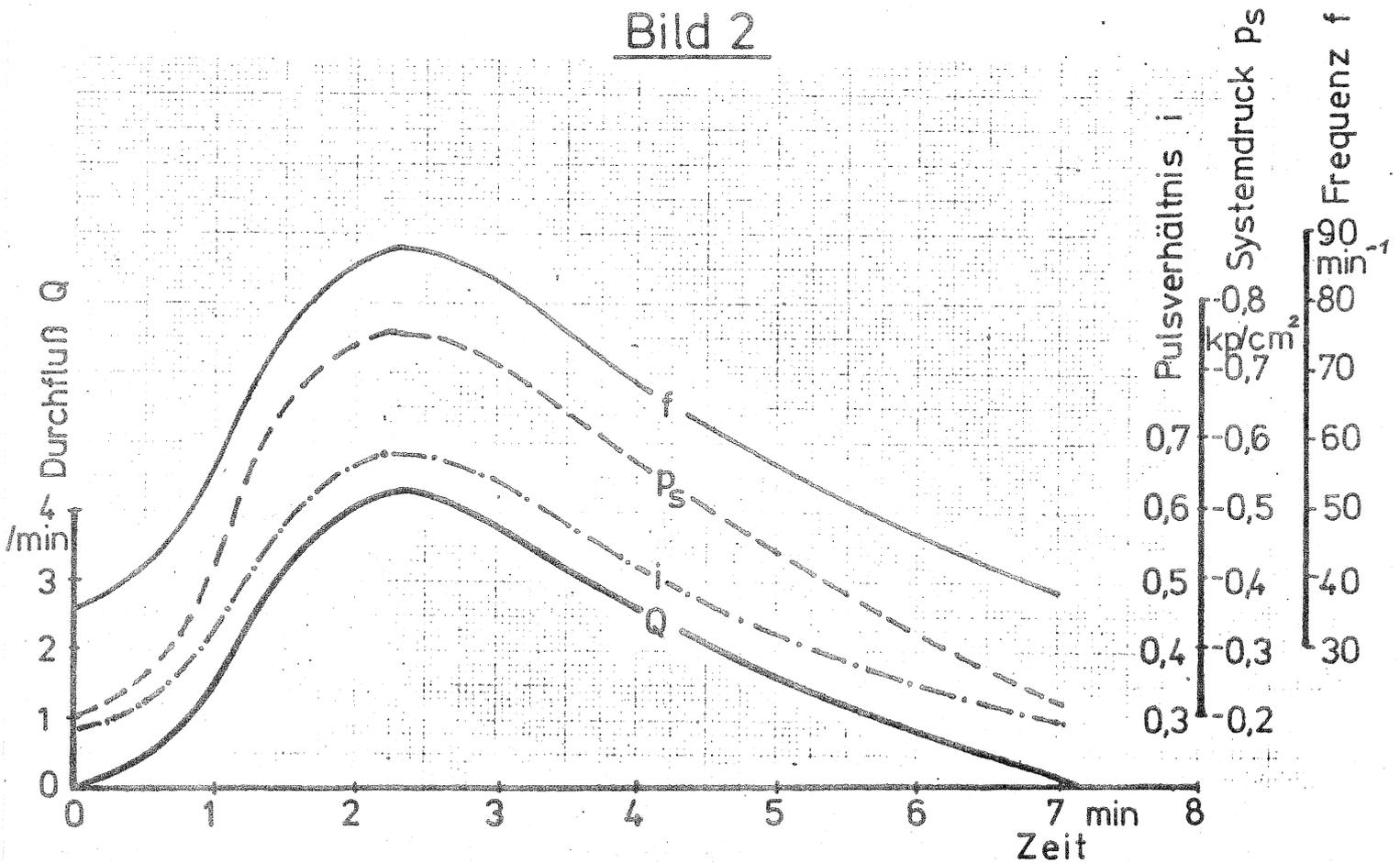


Bild 3

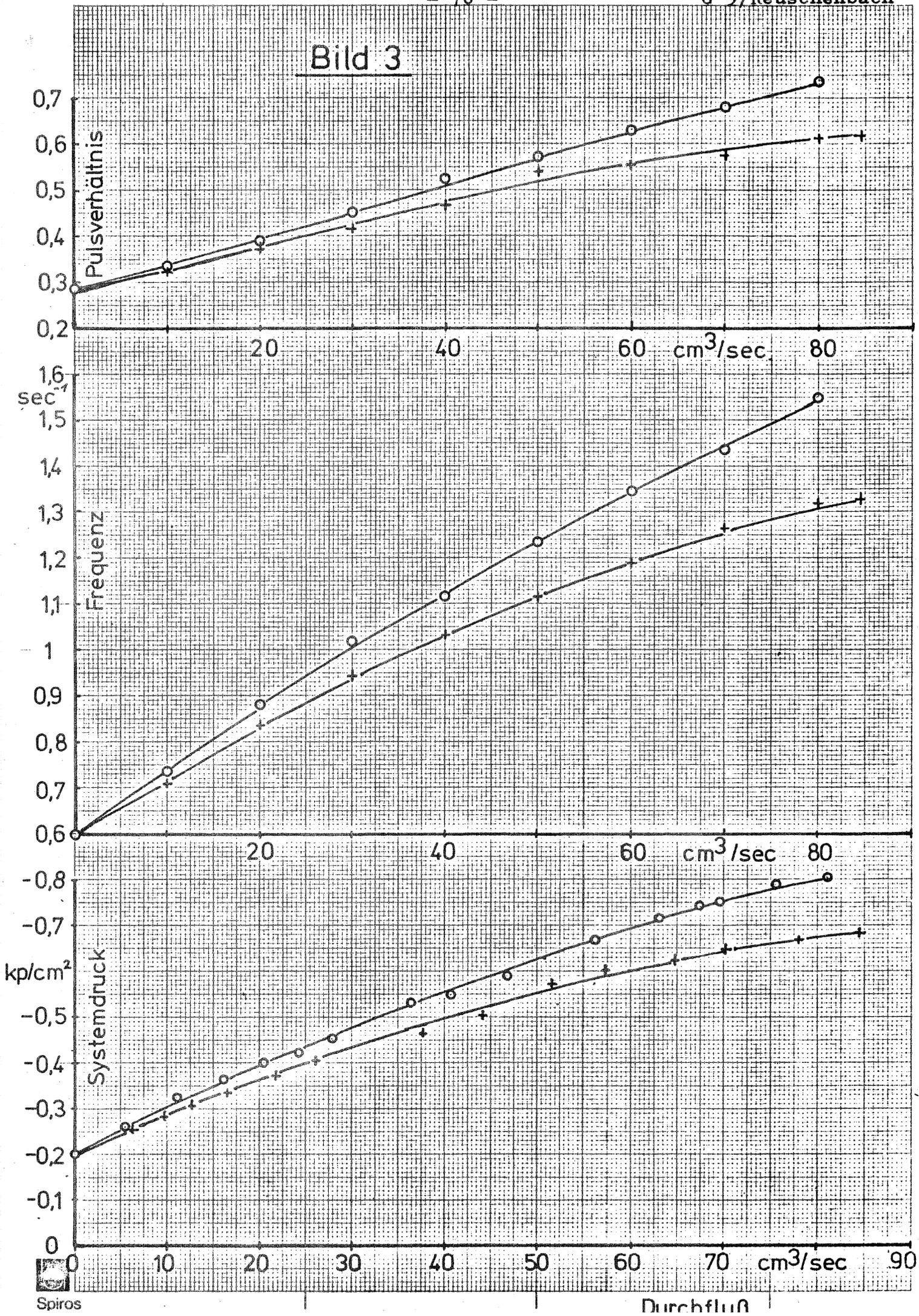
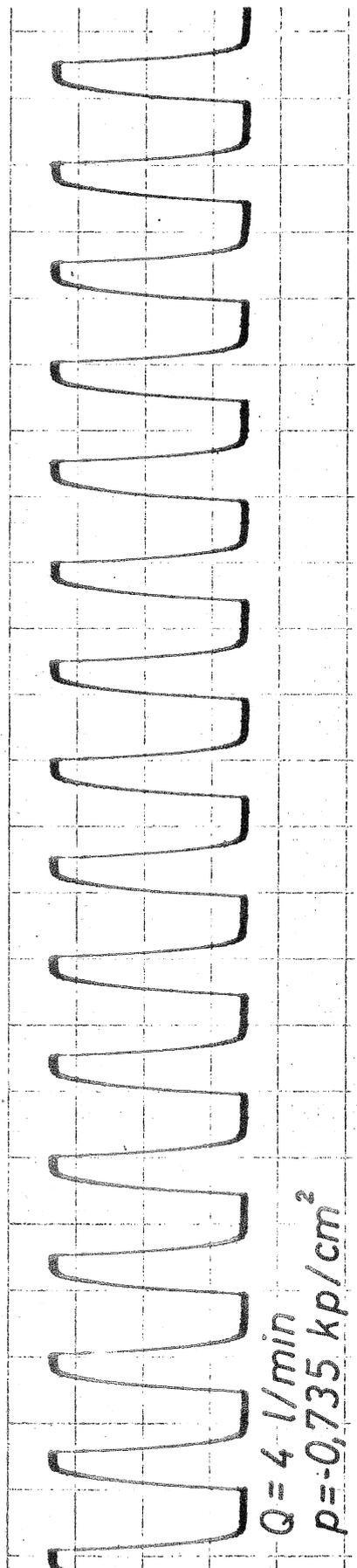
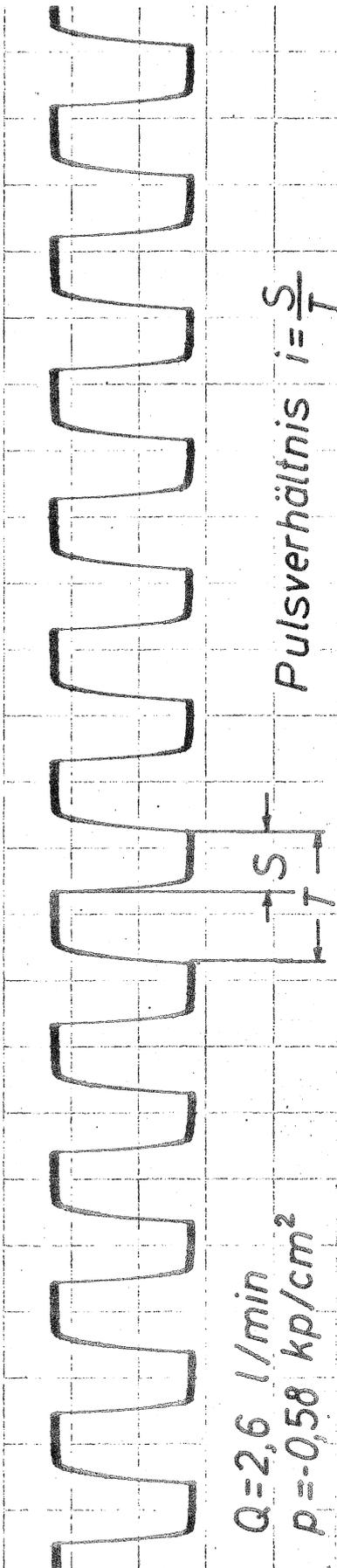
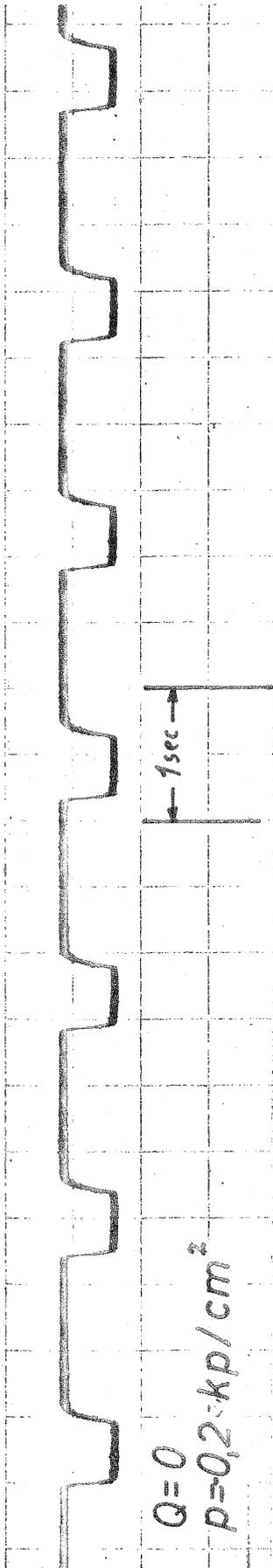


Bild 4



H.Reuschenbach: Wirkungsweise von Fluidiks und Anwendungsmöglichkeiten in der Landtechnik;
Vortrag auf der VDI-Fachtagung Landtechnik,
Nov. 1973 in Braunschweig

B. Scholtysik: Pulsation- und Unterdruckverstellung an durchflußgesteuerten Melkanlagen;
unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Landmaschinen der TU München (1974)

Projektbereich H

Technologien der Dungbeseitigung und Immissionsschutz bei größeren Nutztierbeständen.

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

Bayer. Landesanstalt für Landtechnik

805 Freising-Weißenstephan

Vöttinger Str. 36

Tel. 08161/71 458

Antrag vom Februar 1972 Seite 151 - 153

Antrag vom März 1974 Seite 157 - 163

Berichtszeitraum: März 1973 - 30.4.1974

Der Zwang zur Rationalisierung der tierischen Produktion führt u.a. zu einer stärkeren Konzentration der Tierbestände. Dabei gewinnt die Behandlung der tierischen Exkremente, sei es als Düngemittel bei flächenabhängiger oder als Abfallprodukt bei flächenunabhängiger Produktion auch unter dem Gesichtspunkt der auftretenden Emissionen eine zunehmende Bedeutung. Aus den bevorstehenden gesetzgeberischen Maßnahmen zum Umweltschutz können sich Auflagen für die Tierhaltung ergeben, die beim derzeitigen Stand des Wissens und der Technik alle anderen Rationalisierungserfolge der tierischen Produktion wieder in Frage stellen.

Ziel der durchzuführenden Arbeiten muß daher sein, Grundlagen für funktionssichere, emissionsfreie und kostengünstige Behandlungsmethoden für das Kot-Harn-Gemisch der verschiedenen Nutztierarten zu schaffen.

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

805 Freising-Weihenstephan

Tel. 08161/71 283

Arbeitsziel ist die qualitative und quantitative Analyse von geruchsbelästigenden Stoffen bei der Stallhaltung und der Gülle-Lagerung mit Hilfe der präparativen und analytischen Gaschromatographie. Dabei sollen Grenzwerte für auftretende Immissionen aufgezeigt und Methoden zu deren Vermeidung ausgearbeitet werden.

Vorinformationen ließen darauf schließen, daß es sich bei den geruchsbelästigenden Stoffen um Abbauprodukte von organischem Material bzw. um Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen handelt.

Es ist bekannt, daß bei den vorgenannten Abbaureaktionen bzw. Stoffwechselvorgängen u.a. Schwefelverbindungen wie Schwefelwasserstoff, Mercaptane, Disulfide, Thioäther heterocyclische Schwefelverbindungen und Stickstoffverbindungen wie Mono- und Di-Amine, Amide und heterocyclische Verbindungen z.B. Skatol und Derivate entstehen. Ferner unverzweigte und verzweigte aliphatische Fettsäuren, gesättigte und ungesättigte Aldehyde, Ester und Methylketone. Darunter sind Verbindungen mit niedriger Geruchsschwelle zu erwarten.

In Anbetracht der Problematik ist davon ausgegangen worden, daß als analytische Trenn- und Nachweismethode bevorzugt die analytische Gaschromatographie in Frage kommt. Probleme besonderer Art stellen dabei die Methoden zur Gewinnung der Untersuchungsproben dar.

Zur Probengewinnung wurden verschiedene Methoden in Betracht gezogen wie z.B. die Durchleitung von Gasen durch Reagenzlösungen, in denen eine Trennung der Geruchsstoffe nach funktionellen Gruppen erfolgt (1). In Frage kommt ferner die sog. Head-Space-Methode, bei der Gasproben aus einem Dampfraum entnommen und gaschromatographisch untersucht werden.

Gemäß den von uns bei der Untersuchung und Identifizierung von flüchtigen Aromastoffen gesammelten Erfahrung beschritten wir zur Lösung des Problems zunächst folgenden Weg: Aus dem Modell Gülle wurden im Inertgasstrom die flüchtigen Inhaltsstoffe ausgetrieben und in gekühlten Vorlagen kondensiert. Die in den Vorlagen erhaltenen Kondensate wurden mit organischen Lösungsmitteln bzw. Lösungsmittelgemischen wie Pentan/Methylenchlorid extrahiert und die so erhaltenen Konzentrate gaschromatographisch untersucht. Dabei zeigte sich bei Anwendung der analytischen Gaschromatographie, daß auf diese Art und Weise 40 bis 60 gaschromatographisch trennbare Geruchskomponenten angereichert werden können. Gemäß unseren Erfahrungen bestand der nächste Schritt nun darin, die gewonnenen Riechstoffkonzentrate in Mikromengen mit gruppenfunktionellen Reagenzien zu behandeln und durch nachfolgende Gaschromatographie festzustellen, welche Komponenten aus dem ursprünglichen Chromatogrammbestand entfernt wurden.

Bei diesen Untersuchungen zeigte sich, daß für eine reproduzierbare und zuverlässige Trennung der Geruchskomponenten Spezialtrennsäulen, möglichst Kapillarsäulen mit hoher Trennleistung zu entwickeln waren. Diese Entwicklung kann nun weitgehend als abgeschlossen betrachtet werden. Es stehen die geeigneten Trennsäulen nunmehr für das Geruchsproblem zur Verfügung. Derzeit erfolgt die Identifizierung der gefundenen Komponenten u.a. über die Kopplung der Gaschromatographie mit der Massenspektrometrie.

Über die Ergebnisse im einzelnen kann Mitte des Jahres 1974 näher berichtet werden.

Literatur:

- Whitaker, J.H., Collection of Samples of Odorous Air from Stables.
Zeisig, H.D.: Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan,
Heft 2 (1974) Eigenverlag

Teilprojekt H 3

Biologisch-aerober Abbau in Verbindung mit Mineralisierung des Kot-Harn-Gemisches.

Leiter: Dr. A. Hamm, Oberchemierat
Bayer. Biologische Versuchsanstalt
(Demoll-Hofer-Institut)
8000 München 22
Kaulbachstr. 37
Tel. 089/21801

Antrag vom Februar 1972 Seite 149

Antrag vom März 1974 - entfällt -

Die in obigem Antrag angekündigte Studie liegt vor (1). Sie hat ergeben, daß eine vollkommene Reinigung der tierischen Exkremente zwar technisch möglich erscheint, jedoch mit außerordentlich hohen Kosten belastet sein würde und dann trotzdem wegen der immer noch verbleibenden Restbelastung der Gewässer praktisch nicht angewendet werden dürfte.

Aus diesem Grunde wird auf die Fortführung des Teilprojektes H 3 im Rahmen des SFB 141 verzichtet.

Literatur:

- (1) Hamm, A., Scherb, K.: Biologisch-aerober Abbau in Verbindung mit Mineralisierung des Kot-Harn-Gemisches.
- Eine Studie über grundsätzliche Verfahrensmöglichkeiten -
Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, Heft 4 (1974) Eigenverlag

Projektbereich I

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

Leiter: Dr. H. Schulz, Landwirtschaftsdirektor
Bayer. Landesanstalt für Landtechnik und
Landtechnischer Verein in Bayern e.V.
805 Freising, Vöttinger Str. 36
Tel.: 08161/71 461

Antrag vom Februar 1972 Seite 157 - 175
Antrag vom März 1974 Seite 192 - 212
Berichtszeitraum: 15.3.1972 - 30.4.1974

Gegenüber dem ersten und zweiten Antrag ergaben sich folgende Änderungen in der Themenstellung:

Auf Anregung der Gutachter wurden die Untersuchungen an den einzelnen Werkstoffen (Projekt I 1) parallel, und nicht wie ursprünglich beabsichtigt, in zeitlicher Reihenfolge (zuerst Kunststoffe, später Holzwerkstoffe und zuletzt Metalle) durchgeführt. Die Richtigkeit dieses Vorgehens hat sich jetzt schon bestätigt.

Außerdem wurde die Untersuchung von Traglufthallen aus beschichteten Chemiefasergeweben (Projekt I 2) zurückgestellt, da die Preisentwicklung bei diesen Materialien zur Zeit keine Ansatzpunkte erhoffen läßt, das im Projekt I gesteckte Ziel der Verbilligung von Gebäudehüllen zu erreichen.

Stärkeres Augenmerk soll zukünftig der Wiederverwendung gebrauchter oder abfallender Materialien (recycling) geschenkt werden, da die Verknappung wichtiger Rohstoffe zu einer spürbaren Verteuerung der meisten Baumaterialien führt.

Teilprojekt I 1

Grundlegende und anwendungstechnische Untersuchungen an neueren Bau- und Werkstoffen.

Leiter: Dr. rer.nat. G. Englert
Institut für Landtechnik
805 Freising, Vöttinger Str. 36
Tel.: 08161/5885

Antrag vom 28.2.1972 Seite 159 - 163

Antrag vom 5.4.1974 Seite 194 - 204

Berichtszeitraum: 15.3.1972 - 30.4.1974

1. Einleitung

Wie die Baustoffprüfung in das Arbeitsschema des Teilprojekts I 1 als zentrales Arbeitsgebiet einzuordnen ist und wo Verflechtungen zu anderen Teilprojekten und Projektbereichen bestehen, soll in der Darstellung 1 deutlich gemacht werden. Aus dieser Darstellung lassen sich auch als wesentlichste Methoden und Aufgaben der Baustoffprüfung im Teilprojekt I 1 ablesen:

- . Baustoffmessungen: Messungen von noch nicht oder noch nicht ausreichend bekannten technologischen Eigenschaftswerten der Baustoffe, die für das landwirtschaftliche Bauwesen interessant sind.
- . Baustoffversuche: Untersuchung des Verhaltens der Baustoffe in der landwirtschaftlichen Praxis.

Als mehr am Rand liegende Arbeitsgebiete kommen hinzu:

- . Bauteilprüfungen: Untersuchung des Verhaltens der Baustoffe in den Konstruktionselementen.
- . Untersuchungen zur Verarbeitbarkeit der Baustoffe.

2. Methodische Grundlagen

Um die angegebenen Aufgaben durchführen zu können, war die Erarbeitung wichtiger methodischer Grundlagen erforderlich, und zwar auf folgenden Gebieten:

- . Festlegung der Meßgrößen
- . Festlegung der Baustoffversuche
- . Auswahl der Meß- und Versuchsproben.

2.1 Festlegung der Meßgrößen

Zur eindeutigen Beschreibung und damit Kennzeichnung der Baustoffe ist es notwendig, eine Reihe technologischer Eigenschaftsgrößen zu messen. Eine Bestimmung möglichst vieler dieser Eigenschaftsmerkmale wäre nun zwar von wissenschaftlichem Interesse, ist aber für die bauliche und betriebliche Praxis, zumindest in der Landwirtschaft, uninteressant und damit für eine praxisorientierte Baustoffprüfung unnötig. Es gilt also, unter Berücksichtigung der konstruktiven und funktionellen Erfordernisse, eine Auswahl von Eigenschaftsmerkmalen zu treffen, deren Kenntnis den Erfordernissen der Praxis genügt.

Um zu einer derartigen Auswahl zu gelangen, ist es sinnvoll, von der Funktion der Baustoffe am Ort ihres Praxiseinsatzes auszugehen. In dieser Funktion finden die konstruktiven und funktionellen Erfordernisse des Bauwerks ihren Ausdruck. So hat z.B. die Bauhülle eines Stalles die Funktion, zwei Raumbereiche voneinander abzutrennen, nämlich den Stallraum vom Außenraum, d.h. vom Freiluftklima. In welchen Bereichen diese Trennfunktion von den Baustoffen der Bauhülle auszuüben ist, wird nun von den funktionellen Bedürfnissen bestimmt. So muß z.B. bei einem Warmstall die Bauhülle dem Wärmedurchgang einen bestimmten Widerstand gegenüberstellen, darf also eine bestimmte Wärmeleitfähigkeit nicht überschreiten. Daraus ergibt sich die Wärmeleitfähigkeit als eine für die Funktion der Bauhüllen-Baustoffe charakteristische Meßgröße. Die konstruktiven Erfordernisse verlangen von den Baustoffen ausreichende mechanische Eigenschaften, denn ohne diese ist die Konstruktion nicht ausführbar. Mechanische Eigenschaftsmerkmale

gehören also, und dies für praktisch alle Einsatzfälle, zu den wesentlichen Meßgrößen einer Baustoffprüfung. Ob dann z.B. die Biege- oder die Zug-Kenngrößen gemessen werden müssen, kann nur dann endgültig entschieden werden, wenn auch die in konstruktiven Erfordernissen sich auswirkenden mechanischen Einflüsse durch den Stallbetrieb und durch das Freiluftklima (Wind, Schneelast) berücksichtigt werden. Eine Analyse der Praxisumwelt ist also zur Festlegung der Meßgrößen ebenfalls erforderlich.

2.2 Festlegung der Baustoffversuche

Eine Hauptaufgabe im Teilprojekt I 1 besteht darin, Aussagen über die Dauerhaftigkeit und letztlich Wirtschaftlichkeit von Baustoffen in der landwirtschaftlichen Praxisumwelt zu erarbeiten. Es sind dies vor allem Aussagen über das Verhalten der Baustoffe gegenüber

- . dem Stallklima,
- . dem Freiluftklima,
- . tierischen Exkrementen (Gülle),
- . Reinigungs- und Desinfektionsmitteln,
- . mechanischen Belastungen durch den Stallbetrieb.

Zur Gewinnung dieser Aussagen müssen Baustoffversuche durchgeführt werden und zwar in Form von

- A. Praxisversuchen, bei denen die Praxisbedingungen gezielt variiert werden, z.B. durch Auslagerung der Versuchsproben in Rinderställen mit verschiedenen großen Luftfeuchtigkeiten, mit den Zielen
- . Haupteinflußfaktoren herauszuarbeiten,
 - . die Relevanz der Laborversuche sicherzustellen.

B. Laborversuchen, d.h.

- a) Untersuchungen der Wirkung einzelner Umweltfaktoren (z.B. Gülle) oder von Komplexen aus Umweltfaktoren (z.B. Stallklima), mit den Zielen
- . durch Standardisierung der Versuchsbedingungen die Aussage-

- . präzision der Versuche zu erhöhen,
 - . die induktive Basis der Versuche zu verbreitern.
- b) Untersuchung des Einflusses einer intensivierten Umwelteinwirkung (Zeitraffer-Untersuchungen), mit dem Ziel,
- . die Gewinnung der Aussagen merklich zu beschleunigen,
- c) in Einzelfällen: vertiefte Untersuchungen unter Benutzung physikalisch-chemischer Meßmethoden, mit dem Ziel,
- . das Baustoffverhalten auf strukturverändernd wirksame physikalisch-chemische Prozesse zurückführen zu können.

2.3 Probenauswahl

Die Variation der Meßwerte macht es notwendig, statistische Methoden und damit zusammenhängende Auswertungsverfahren, wie z.B. die Varianzanalyse, in das Konzept der Meß- und Versuchsplanung auch bei Baustoffprüfungen mitaufzunehmen. So sind die Methoden der deskriptiven Statistik und die Schätzmethoden der analytischen Statistik eine unentbehrliche Hilfe bei der Auswertung der Baustoffmessungen. Bei den Baustoffversuchen ist ohne eine Anwendung der Prüfmethode der analytischen Statistik eine Entscheidung über signifikante Differenzen zwischen Meßreihen und über das Vorliegen eines Zusammenhanges zwischen zwei und mehreren Meßgrößen nicht möglich.

Aus dieser Notwendigkeit, statistische Methoden und vorbereitende Auswertungsverfahren anzuwenden zu müssen, ergeben sich nun einige wesentliche Folgerungen an die Art der Probenauswahl. Diese Anforderungen sind bei den Baustoffmessungen und Baustoffversuchen verschieden.

Bei den Baustoffmessungen geht es darum, den Baustoff mit Zahlenwerten zu beschreiben, die für die Größe seiner Eigenschaftsmerkmale und für Streuungen in der Größe dieser Eigenschaftsmerkmale aufgrund der Baustoffinhomogenität charakteristisch sind. Dies geschieht im allgemeinen durch Angabe des arithmetischen Mittelwerts und der Standardabweichung der Meßwertreihe, die an einer Anzahl von Baustoffproben erhalten wurde. Ob nun mit diesen Mittelwerten und Standardabweichungen Liefereinheiten

des Baustoffs, z.B. ein Ziegelstein, eine Kunststoff-Hartschaumplatte, eine Kunststoff-Folienbahn oder Lieferungen, die Produktion eines Herstellbetriebes, eines Landes etc. beschreiben werden sollen, ist durch die entsprechende Auswahl der Baustoffproben vorgegeben. Aus Kostengründen und vor allem mit zerstörenden Meßverfahren ist es nicht möglich, ganze Lieferungen und Produktionen voll auszumessen. Man ist daher gezwungen, in zufälligen Stichproben zusammengefaßte Liefereinheiten zu untersuchen und von den Daten dieser Stichproben Schätzungen auf die Daten der Lieferung bzw. Produktion durchzuführen. Sind dabei die Liefereinheiten selbst so groß, wie z.B. bei Kunststoff-Folienbahnen, daß eine Messung an der ganzen Liefereinheit zu aufwendig ist, so ist man gezwungen, ausgehend von Messungen an Proben aus dieser Liefereinheit eine Kennzeichnung des Baustoffs zu erreichen. Bei der Auswahl dieser Proben ist eine gleichmäßige Entnahme über die Fläche bzw. über das Volumen zur Erfassung nicht zufälliger Merkmalsstreuungen notwendig.

Im Gegensatz dazu geht es bei den Baustoffversuchen darum, möglichst präzise Aussagen über die Wirkung eines Einflußfaktors oder eines Komplexes von Einflußfaktoren auf die Größe bestimmter Eigenschaftsmerkmale eines Baustoffs zu erhalten. Dies ist möglich durch eine Standardisierung der Versuchsbedingungen und vor allem durch eine Homogenisierung der Versuchsproben, d.h. durch eine Auswahl von Proben, die in all den Eigenschaftswerten übereinstimmen, die einen Einfluß auf die Größe des zu messenden Eigenschaftsmerkmals haben. Diese Homogenisierung ist nur durchführbar über zerstörungsfrei zu messende Eigenschaftsmerkmale und sie ist darüberhinaus nur dann mit vertretbarem Aufwand zu betreiben, wenn diese Eigenschaftsmerkmale einfach gemessen werden können, wie z.B. die Dichte. Eine zunehmende Homogenisierung der Versuchsproben hat nun andererseits zur Folge, daß die induktive Basis des Versuchs kleiner wird, da ja die Aussagen des Versuchs nur für den Baustoff mit den ausgesuchten Eigenschaftswerten gelten. Die Erhaltung der induktiven Basis des Versuchs bei gleichzeitiger Präzisierung in der Aussage ist aber dennoch möglich, wenn

man die in der landwirtschaftlichen, biologischen und medizinischen Versuchspraxis vielfach verwendeten Versuchspläne mit Versuchsblöcken auch in die Baustoffprüfung einführt. Das bedeutet, daß man den Versuch mit möglichst gleichartigen Versuchsproben, die in einem Versuchsblock zusammengefaßt sind, durchführt und über die Wiederholungen des Versuchs die Inhomogenität des untersuchten Baustoffs miterfaßt. In den Versuchsplänen des Teilprojektes I 1 sind diese Überlegungen über die Auswahl der Meßgrößen, Versuche und Versuchsproben berücksichtigt.

3. Stand der Untersuchungen, erste Ergebnisse

3.1 Kunststoffe

3.1.1 Bewitterungsversuche mit Kunststoff-Folien

Die ersten Versuche mit Kunststoff-Folien, die im Rahmen eines Einzelvorhabens der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Schu 227/3: "Grundlegende und anwendungstechnische Untersuchungen über den Kunststoffeinsatz in der tierischen Produktion") begonnen und im SFB weitergeführt wurden, sind nun im wesentlichen abgeschlossen. Die dabei erhaltenen Meßergebnisse sind in Tabelle 1 auszugsweise wiedergegeben (siehe auch Lit. 1).

Eine grundlegende Neugestaltung der Bewitterungsversuche mit den besten unverstärkten Folien (PE, PVC) der ersten Versuche sowie mit beschichteten Geweben und unter Berücksichtigung der in 2.3 beschriebenen methodischen Grundlagen steht kurz vor der Durchführung. In diesem Versuch wird in Reiß- und Weiterreißversuchen, längs und quer zur Herstellrichtung, der Einfluß des Freiluftklimas in vier Stufen untersucht und zwar durch Bewitterung

- . in Nordrichtung
 - . in Südringung
- } mit und ohne Unterlegung einer schwarzen PE-Platte zur Erhöhung der Temperaturbelastung.

Tabelle 1: Reiß-Kennwerte von freibewitterten Kunststoff-Folien und beschichteten Geweben

Nr.	FOLIENMATERIAL	HERSTELLER	MESSGRÖSSEN (längs Her- stellrichtung)		MESSWERTE BEI DER BEWITTERUNGSZEIT			
					t ₀	t ₁	t ₂	t ₃
1	PE schwarz 0,2 mm dick	Schlayer- Polydress	σ_R	N	1827	1854	1770	1594
				S		1857	1917	1036
			ϵ_R	N	551	450	445	462
				S		404	236	173
2	PVC weiß 0,2 mm dick	Genap	σ_R	N	2400	2466	2304	---
				S		2543	2479	1849
			ϵ_R	N	364	342	324	---
				S		332	340	296
3	Butyl 0,6 mm dick	Esso- Chemie	σ_R	N	837	857	926	680
				S		823	791	222
			ϵ_R	N	550	519	512	438
				S		407	392	206
4	PE beschichte- tes Glasfaser- gewebe	Schildkröt	σ_R	N	273	155	125	107
				S		145	137	---
			ϵ_R	N	22	28	37	54
				S		37	35	---
5	PVC beschichte- tes Glasfaser- gewebe	Dörken	σ_R	N	1305	1390	1285	1410
				S		1185	1215	1515
			ϵ_R	N	16	17	17	16
				S		16	16	16

σ_R Reißfestigkeit in N/cm²

N.... Nordbewitterung

F_R Reißkraft pro 5 cm Probenbreite in N

S.... Südbewitterung

ϵ_R Reißdehnung in %

t₁ = 166 Tage

t₁ (4,5) = 144 Tage

t₂ = 382 Tage

t₂ (4,5) = 360 Tage; t₂ (2N) = 335 Tage

t₃ = 567 Tage

t₃ (4,5) = 545 Tage

Nachdem in Vorversuchen (siehe Lit. 2) festgestellt werden konnte, daß bei den unverstärkten Folien über die Foliendicke eine Homogenisierung der Versuchsproben möglich ist, wurde die Probenauswahl entsprechend einem Versuchsplan mit Vergleichsreihen verschiedener Aussagepräzision durchgeführt. Dabei wird die Untersuchung der zeitlichen Abhängigkeit der Reiß-Kenngrößen von den Bewitterungsstufen an Proben aus einem zusammenhängenden Stück der Folienbahn (aus einer sog. Parzelle) durchgeführt, um für diesen Fall wegen der minimalen Dickenschwankung der Parzelle die größte Aussagepräzision zu erhalten. Der weniger präzise Vergleich der verschiedenen Bewitterungsstufen erfolgt an vier zu einem Versuchsblock zusammengefügtten Parzellen, während die Folieninhomogenität im untersuchten Eigenschaftsmerkmal über die Wiederholungen der Versuchsblöcke miterfaßt wird.

3.1.2 Untersuchung der Einwirkung von Gülle auf Kunststoff-Folien

Außer im Stall, wo die Gülle bzw. Güllespritzer zu den auf Kunststoff-Folien möglicherweise strukturverändernd einwirkenden Einflußfaktoren gehören, ist vor allem in den mit Kunststoffplanen abgedichteten Güllegruben eine Beeinträchtigung der Eigenschaften dieser Planen durch die Gülle denkbar. Um Aussagen über die Größe dieser Beeinträchtigung zu erhalten, werden in Praxis- und Laborversuchen im sonstigen Bauwesen für Abdichtzwecke gut geeignete Materialien daraufhin geprüft, ob sie durch Gülle in ihren Eigenschaften verändert werden. Untersucht werden vor allem Planen aus PVC und ECB (Äthylen-Copolymerisat-Bitumen: z.B. Lucobit, Carbofol).

Die Praxisproben werden bereits vorhandenen Güllegruben entnommen, wobei neben der Gülle auch das Freiluftklima (vor allem durch die UV-Strahlung und Temperaturbelastung) zu den Einflußfaktoren gehört. Die Proben der Laborversuche sind ganz in Rindergülle eingetaucht.

Erste Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Es ergibt sich daraus, daß bei den Laborproben nach einem halben Jahr Einlagerung die Reißfestigkeit um ca. 15 % abnimmt. Die Reißdehnung der PVC-Plane

bleibt unverändert, während sie beim Lucobit auf fast den doppelten Ausgangswert ansteigt. Bei den Praxisproben konnte neben einer Abnahme in der Reißfestigkeit um wiederum ca. 15 %, für PVC und Lucobit auch eine Abnahme in der Reißdehnung um 25 % festgestellt werden.

Tabelle 2: Reiß-Kennwerte von Kunststoff-Planen, die in Gülle eingelagert waren (Laborproben) oder aus Güllegruben entnommen wurden (Praxisproben)

Nr.	MATERIAL	MESSGRÖSSEN (längs Herstell- richtung)	MESSWERTE BEI DER EINLAGERUNGSZEIT		EINLAGERUNGS- ZEIT t_1 (Tage)
			t_0	t_1	
1	PVC grün 0,8 mm dick	σ_R	2076	1780	191
		ϵ_R	396	403	
2	PVC grün 0,8 mm dick Praxisproben	σ_R	2076	1733	952
		ϵ_R	396	304	
3	ECB (Lucobit) 2,0 mm dick	σ_R	544	475	191
		ϵ_R	761	1458	
4	ECB (Carbofol) 2,0 mm dick Praxisproben	σ_R	306	269	ca. 1100
		ϵ_R	100	75	

σ_R Reißfestigkeit in N/cm^2

ϵ_R Reißdehnung in %

3.1.3 Untersuchung des Verhaltens von Kunststoff-Hartschaumplatten im Stallklima

Zum Schutz der Tiere in Warmställen und von frostempfindlichen Erntevorräten in Bergehallen ist eine Wärmedämmung der Bauhülle notwendig. Kunststoff-Hartschaumplatten, vor allem aus extrudiertem Polystyrol (Styrofoam, Styrodur, Roofmate), finden dafür weitgehend Verwendung.

Um Eigenschaftsänderungen dieser Hartschaumplatten beim Einsatz im Stallklima quantitativ erfassen zu können, werden Versuchsplatten in Kürze in drei verschiedenen Ställen als Wärmedämmelemente eingesetzt und nach verschiedenen langen Einsatzzeiten durch Messung

- . der Biegefestigkeit,
- . Druckfestigkeit,
- . des Feuchtigkeitsgehalts und
- . der Rohdichte

auf mögliche Eigenschaftsänderungen hin untersucht.

Die bisher vorliegenden Nullmessungen zeigen, daß die mechanischen Eigenschaftswerte sehr stark von der Rohdichte abhängen. Diese Information kann bei der Auswertung des Versuchs zur Reduzierung des Versuchsfehlers genutzt werden.

3.2 Holzwerkstoffe

3.2.1 Untersuchung des Verhaltens von Sperrholz im Stallklima

Neben dem schon bei den Versuchen mit Hartschaumplatten dargestellten Versuchsziel, in Praxisversuchen Aussagen über das Verhalten im Stallklima zu erarbeiten, sollen bei den Untersuchungen von Sperrholz in der Nullmessung vor allem auch Aussagen über die Ausgangsqualität der untersuchten Sperrholzarten erarbeitet werden.

Untersucht werden

- . Douglas-Fir-,
- . deutsches Fichten-,
- . schwedisches Fichten/Kiefer-,
- . Keruing- und
- . Seekiefer-Sperrholz

und zwar in folgenden Eigenschaftsmerkmalen:

- . Biegefestigkeit,
- . Zugfestigkeit, Zug-Elastizitätsmodul
- . Feuchtigkeitsgehalt,
- . Dichte.

Die Praxis-Versuchsplatten sind inzwischen ausgelagert. Die Nullmessungen führten bisher zu den in Tabelle 3 dargestellten Ergebnissen. Ein Vergleich mit den dort ebenfalls angegebenen Mindestwerten nach der Norm für Bau-Furnierplatten DIN 68705, Bl. 3 zeigt, daß die geprüften Sperrholzarten in den untersuchten Eigenschaftsmerkmalen die Norm erfüllen.

Tabelle 3: Eigenschaftswerte von Sperrholzarten, die im landwirtschaftlichen Bauwesen Verwendung finden

Material	Biegefestigkeit $\sigma_{bB} \pm s$ (N/cm ²)	Feuchtigkeitsgehalt $u \pm s$ (%)
Douglas-Fir	L 6120 \pm 850 Q 2590 \pm 720	8,7 \pm 0,6
deutsche Fichte	L 4400 \pm 500 Q 2870 \pm 380	11,6 \pm 1,0
Keruing	L 6810 \pm 1070 Q 4270 \pm 860	9,3 \pm 0,2
Seekiefer	L 5570 \pm 500 Q 3890 \pm 1030	9,6 \pm 0,5
Mindestwerte nach DIN 68705, Bl.3	L 4080 Q 1530	6

L längs

Q quer zur Faserrichtung der Deckfurniere

s Standardabweichung

Veröffentlichungen:

- (1) Englert, G.: Ergebnisse der Bewitterungsversuche mit Kunststoff-Folien
Landtechnik Weihenstephan - Jahrestagung
1973 - Berichtsheft, S. 64
- (2) Englert, G.: Auswirkung der Dicken - Inhomogenität von Kunststoff-Folien auf die Meßwerte bei Reißversuchen
Kunststoffe 64 (1974), S. 254
- (3) Neuhauser, J.: Styrofoam und Styrodur zur Wärmedämmung im Stallbau
top agrar 2/1974, S. 14
- (4) Schürzinger, H.: Bitumen-Wellplatten
top agrar 12/1973, S. 49
- (5) Schürzinger, H.: Holzbeton-Mantelsteine, Steine zum Selberbauen
DLZ 25 (1974), Heft 1, S.11
- (6) Schulz, H.: Flach- und Foliensilos
AID-Broschüre Nr. 366 (1973)
- (7) Schulz, H.: Möglichkeiten der Strohverwertung
top agrar 3/1974
- (8) Wißmüller, K.: Holzschutzmittel
top agrar 11/1973, S. 38
- (9) Wißmüller, K.: Alles über Siloanstriche
top agrar 4/1974, S. 48

Vorträge:

- Englert, G.: Ergebnisse der Bewitterungsversuche mit Kunststoff-Folien
Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan
am 10.10.1973
- Englert, G.: Untersuchungen an in der Landwirtschaft verwendeten Kunststoff-Folien
Sitzung der Sektion "Bau und Technik" der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft (GKL), Troisdorf, 24.4.1974

- Englert, G.: Zur Anwendung statistischer Methoden in der Baustoffprüfung
Kolloquium des Laboratoriums für konstruktiven Ingenieurbau der TU München, 22.5.1974
- Englert, G.: Neues über neue Baustoffe
Starrrahmentagung auf Burg Feuerstein, 28.5.1974
- Neuhauser, J.: Bericht über die Winterbewährung von Folienhallen für die Rindviehhaltung
Sitzung der Sektion "Bau und Technik" der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft (GKL), Troisdorf, 24.4.1974
- Schulz, H.: Neuere Entwicklungen der landwirtschaftlichen Bautechnik
Jahrestagung der Landtechnik Weißenstephan am 11.10.1973 in Freising
- Schulz, H.: Folienbespannte Bogenbinderhallen für Ställe und Unterstellhallen
Tagung der Referenten für Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen am 17.10.1973 in Oldenburg

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 (Gebiet: Spanplatten, Kunststoff-Folien)
Hoechst (Gebiet: beschichtete Gewebe, Kunststoff-Platten)
Dynamit-Nobel (Gebiet: Kunststoff-Folien)

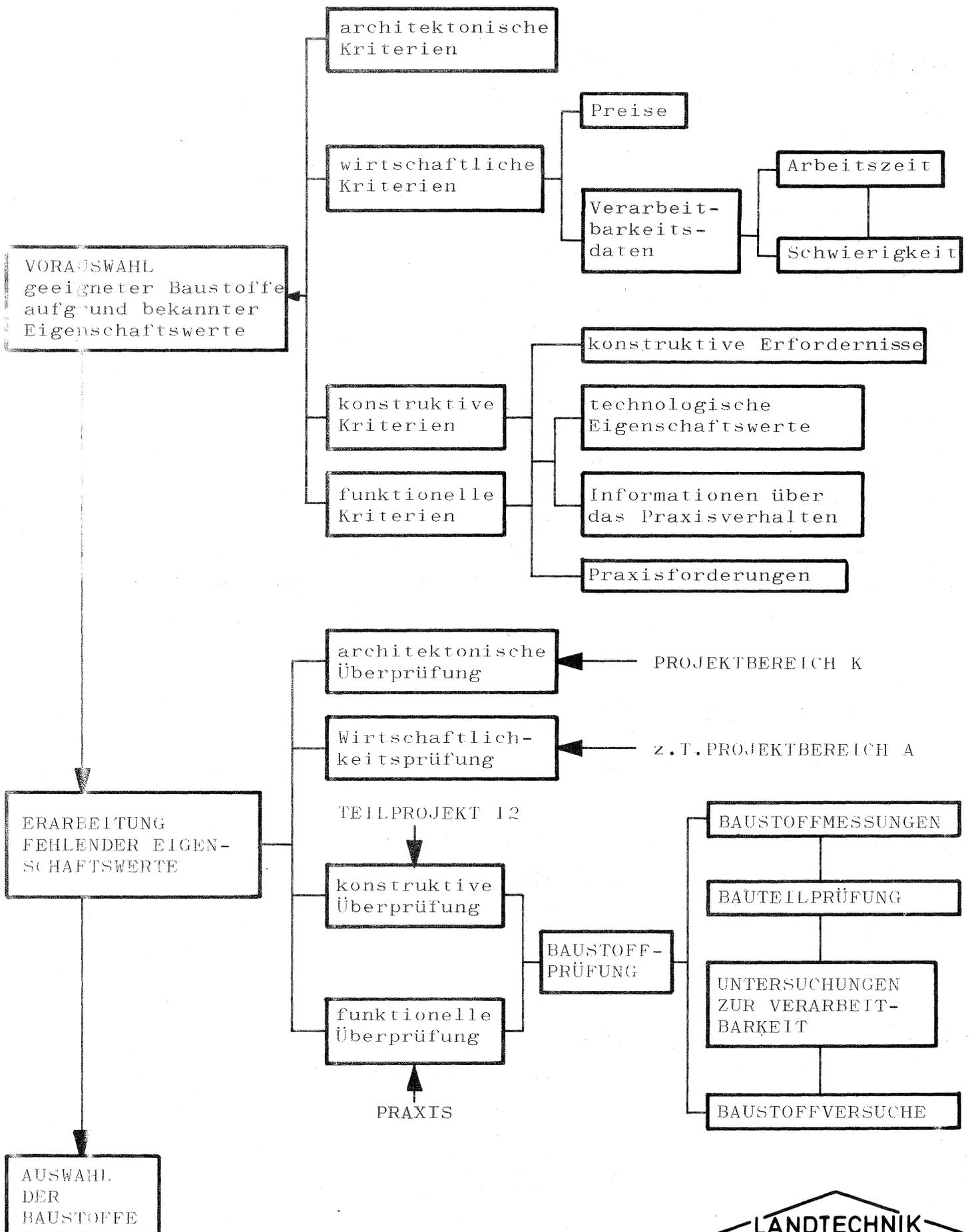
Teilnahme an Tagungen

- 4.10.1973 München "Wirtschaftliches Bauen"
Tagung der Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB)
10. u. 11.10.1973 Freising "Landtechnische Jahrestagung 1973"
- 28./29.11.1973 Braunschweig "Kunststoffe im Bauwesen"
VDI - Tagung

19.2.1974 Prutting

"Bau und Technisierung von Gärfutter- und
Güllebehältern"
Tagung der ALB und des Landtechnischen Vereins
in Bayern e.V. (LTV)

DARSTELLUNG 1: Einordnung der Baustoffprüfung in das Arbeitsschema des Teilprojekts 11



Teilprojekt I/2

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

Leiter: L. Rittel, Dipl.-Ing.agr. und Bauing.

Institut für Landtechnik

8050 Freising, Vöttingerstr. 36

Tel.: 08161/5885

Antrag vom 28.2.1972 Seite 164 - 168

Antrag vom 5.4.1974 Seite 205 - 212

Berichtszeitraum: 15.3.1972 - 30.4.1974

1. Methode:

Die bei der Untersuchung von Baukonstruktionen angewandte Methode ist in Darstellung 1 zusammengefaßt. Hier wird auch auf Verflechtungen mit anderen Projekten des SFB hingewiesen.

2. Stand der Untersuchungen auf folgenden Teilgebieten:

2.1 Landwirtschaftliche Betriebsgebäude für die Rinderhaltung:

2.1.1 Neue arbeitssparende Mauerwerksbauweisen mit großformatigen Bausteinen und Fachwerkbindern:

Die Mauerwerksbauweise ist hauptsächlich aus Traditionsgründen in der landwirtschaftlichen Baupraxis nach wie vor stark verbreitet. Von der Qualität her ist gegen einen Ziegelbau nichts einzuwenden. Kritischer ist jedoch der Preis für Ziegelmauerwerk zu betrachten, in dem sehr viel Arbeitszeit steckt. Der cbm-Preis für eine Ziegelwand schwankt z.Z. in Bayern von 150,-- bis 250,-- DM. Diesen vergleichsweise hohen Preis durch Eigenleistung zu senken, ist fast unmöglich, da den meisten Landwirten die Fachkenntnisse fehlen. Selbst großformatige Ziegel, die inzwischen auf dem Markt sind, können nur

wenige Landwirte verarbeiten. Der großformatige Holzbetonmantelstein jedoch läßt sich ohne spezielle Kenntnisse verarbeiten, da er ohne Mörtelfugen in mehreren Schichten aufeinandergelegt und mit Beton verfüllt wird. Durch Abfangen der hohen Lohnkosten läßt sich hier eine Verbilligung des Mauerwerkes erreichen.

An mehreren von der Landtechnik Weihenstephan betreuten Bauten stellte sich heraus, daß der praktische Landwirt mit Holzbetonmantelsteinen gut umgehen kann. Dabei wurden - ein Beispiel herausgegriffen - an einer 233 qm großen Rohbauwand mit Fenster-, Tür- und Toröffnungen folgende Arbeitszeitwerte ermittelt:

1. Rüstzeiten und Materialabladen	20 Akh
2. Steine aufsetzen und ausrichten	59 Akh
3. Steine mit Beton verfüllen und verdichten	81 Akh
4. Armierung einbringen	16 Akh
5. Stützen und Ringanker betonieren	<u>36 Akh</u>
Summe	210 Akh

Je qm Wandfläche wurden also benötigt 0,9 Akh

Die Bauindustrie rechnet mit Werten von 0,8 Akh

Beim Verarbeiten von Holzbetonmantelsteinen kommt ein Landwirt daher fast auf die gleiche Arbeitszeit wie ein gelernter Facharbeiter.

Die Wärmedämmwerte eines Holzbetonmantelsteines sind größer als bei üblichen Ziegeln. Statisch gesehen reicht eine 24 cm starke Ziegelwand für ein eingeschobiges Stallgebäude aus. Aus wärmetechnischen Gründen wird aber meist eine 36,5 cm starke Mauer errichtet. Zweischaliges Mauerwerk mit dazwischenliegender Isolierung wird aus preislichen Gründen selten errichtet, ebenso Mauerwerk aus Porotonziegel. Die Preisdifferenz zwischen einer 24 cm und einer 36,5 cm starken Ziegelwand beträgt im Mittel DM 35,--/m². Der Isolierwert einer 11,5 cm starken Ziegelwand zu diesem Preis ist im Vergleich zu anderen Wärmedämmmöglichkeiten viel zu hoch.

Vergleich der Wärmedämmwerte

	Holzbetonmantelstein beidseitig verputzt d = 24 cm 30 cm 30 D*			Ziegel, Rohdichte 1,2 kg/dm ³ beidseitig verputzt d = 24 cm 30 cm 36,5 cm		
Wärmedurchlaß- widerstand 1/λ (lambda)	0,96	1,12	1,54	0,58	0,72	0,86
	<u>Porotonziegel</u>					
				0,91	1,12	1,35

* Dickwandstein d = 30 cm

Die Dachkonstruktion für eingeschobige Stallbauten in Mauerwerksbauweise wird meistens mit Fachwerkbindern hergestellt, die bei 75 kp/m² Schneelast im Abstand von 1,25 m stehen. Bei höherer Schneelast werden die gleichen Binder enger gestellt. Zwei Bindertypen sind zur Zeit in Bearbeitung: Der eine Bindertyp mit waagrechem Untergurt hat nach mehreren konstruktiven Veränderungen im Vorversuch, wobei vor allem handwerkliche Gesichtspunkte berücksichtigt wurden, sein baureifes Stadium erreicht. Auch statische Unterlagen liegen inzwischen vor.

Der zweite Bindertyp mit hochgezogenem Untergurt befindet sich im Vorversuch. Die erhöhten Kräfte, die in Bindermitte auftreten, bereiten noch Schwierigkeiten bei den Knotenanschlüssen.

2.1.2 Skelettbauweise in Rahmen- oder Binderkonstruktionen mit verschiedenen Flächenauskleidungen.

Dieses Teilgebiet ist in seinen Untersuchungen wegen umfangreicher Vorarbeiten am weitesten fortgeführt. Der sichtbarste Ausdruck über den Forschungsstand ist darin zu sehen, daß in den letzten Jahren bereits über 200 landwirtschaftliche Betriebsgebäude in Starrahmenbauweise errichtet wurden und zwar in Spannweiten von 8,00 bis 22,50 m bei verschiedenen Stielhöhen und Schneelasten. In Zusammenarbeit mit dem Landtechnischen Verein und mehreren Statikbüros wurden inzwischen 50 Statische Berechnungen erstellt. Die wissenschaftliche Auswertung dieser Berechnungen im Rahmen des SFB brachte bisher

folgende Ergebnisse:

Der Holzverbrauch ist wie folgt abhängig:

Holzverbrauch = f (Spannweite, Schneelast, Stielhöhe, Rahmenabstand, Qualifikation des Statikers)

An einem ausgewählten Beispiel werden diese Einflußfaktoren in Darstellung 2 gezeigt. Arbeitszeitwerte sind bisher für die wichtigsten Gebäudetypen ermittelt worden. Sie werden in Fortschrittszeiten festgehalten, so daß alle Arbeitsgänge einzeln betrachtet und verschieden kombiniert werden können.

Noch nicht ganz geklärt ist die optimale Ausbildung der Traufknotenplatte aus Sperrholz. Zwei Berechnungstheorien liegen hier zu Grunde: 1. Die Scheibentheorie; d.h. die aufgenagelten Platten werden als Scheiben betrachtet. 2. Theorie der aufgelöste Platte: Die Knotenplatte wird rechnerisch zerlegt in Zug- und Druckkraftbereiche. Je nach genannter Annahme wird die Faserrichtung der Knotenplatte verschieden gelegt, mehr horizontal oder mehr vertikal. Ein bereits durchgeführter Vorversuch sollte helfen, dieses Problem zu klären. Das hierbei erzielte Ergebnis war überraschend: Die Belastbarkeit der Baumaterialien Sperrholz (hier 16 mm stark) und Nadelholz Güteklasse II (Werte nach DIN 1052) sind so unterschiedlich, daß die Sperrholzplatten (im Bereich der größten Rahmenkräfte) kaum eine Reaktion zeigten, während der Rahmenriegel (Nadelholz) bereits sichtbar nachgab. Die in DIN 68705 Bl. 3 zugelassenen Belastungswerte für Bausperrholz sind viel zu gering und bedürfen einer dringenden Revision. Schließlich sollten die einzelnen Belastungsglieder in einem wirtschaftlichen Kräfteverhältnis zueinander stehen.

Für den Bau von Mehrzweckhallen wurde ein Satteldachkastenträger aus Schnittholz und Sperrholz entwickelt, der auf zwei unten eingespannte Stützen aufgesetzt wird. Die Spannweite beträgt 12,50 m bei einem Binderabstand von 5,00 m. Diese Konstruktion befindet sich im Versuchsstadium und bedarf auf Grund der gesammelten Erfahrungen noch einiger Verbesserungen; insbesondere muß das Detail am Auflagebereich noch günstiger gestaltet werden. Der Kastenträger besteht aus Obergurt, Mittel-

gurt, Untergurt, Steghölzer und seitlich aufgenagelten Sperrholzplatten. Die am Auflagerbereich auftretenden Scherkräfte sind so groß, daß hier eine stärkere Platte aufgenagelt wurde. Die preisgünstige Beschaffung von geringeren Mengen Sperrholz unterschiedlicher Stärken macht jedoch auf dem Lande oft Schwierigkeiten. Deshalb sollte für eine bestimmte Konstruktion nur eine einzige Sperrholzstärke nötig sein. Belastungsversuche am verbesserten Auflagerdetail sind vorbereitet, um hier Verbesserungen zu erzielen.

2.1.3 Flächentragwerke in Schalenbauweise aus Holzwerkstoffen.

Im Rahmen eines KTBL-Forschungsauftrages wurde ein Schalenelement als Fertigteil entwickelt. Tragholme sind beiderseits mit 9,5 mm Sperrholzplatten beplankt. Dazwischen liegt Dampfsperre, Wärmedämmung und Hinterlüftung. Die Forschungsarbeiten sind bereits zum Versuchsbaustadium gediehen. Die Arbeiten werden in Projekt I/2 weitergeführt, um statische, konstruktive und handwerkliche Verbesserungen zu erzielen, sowie den Materialaufwand noch stärker zu senken.

2.1.4 Unterkonstruktion für folienüberspannte Leichtbauhallen, statt: Traglufthallen aus beschichteten Chemiefasergeweben.

Ebenfalls im Rahmen eines KTBL-Forschungsauftrages wurde eine bogenförmige und sehr leichte Holzunterkonstruktion entwickelt (Bogenbinder). In einer Metallschablone werden ein Ober- und Untergurt (4/10 cm) mit dazwischenstehenden Steghölzern auf kaltem Wege gebogen und beiderseits mit bogenförmig gesägten Sperrholzplatten vernagelt. Zwei Viertelbogen geben einen Binder, der in 4 m Abstand steht. Über dazwischen gelegte Pfetten werden Folien gezogen, die die Dachhaut bilden. Auch hier sind die Arbeiten im Versuchsbaustadium und werden in Projekt I/2 vertieft weitergeführt. Durch Holzfeuchtemessungen soll das Verhalten der Hohlkastenprofile in der hohen Luftfeuchtigkeit des Stallklimas untersucht werden (Kondenswasserbildung im Hohlraum)

2.1.5 Materialaufwand bei verschiedenen Selbstbaukonstruktionen

Für 3 typische und vergleichbare Konstruktionen - Starrahmen, Bogenbinder und Schalenelemente - wurde ein Materialvergleich durchgeführt (Darstellung 3). Es zeigt sich, daß der Schnittholzaufwand beim Bogenbinder- und Schalenelement nur etwa halb so hoch liegt wie beim Starrahmen. Auch im Sperrholzaufwand bestehen größere Unterschiede. Insgesamt gesehen schneidet der Bogenbinder am günstigsten ab, seine Einführung in die Praxis wird jedoch noch erschwert durch das unkonventionelle Aussehen.

2.2 Behälter zur Lagerung von Exkrementen.

Für die Lagerung von Exkrementen wurde ein Güllebehälter aus vorgefertigten Teilen entwickelt. 16 mm starke Sperrholzplatten werden auf einen Holzrahmen aufgenagelt und so entsteht ein universell verwendbares Element von 1,25 x 2,50 m. Diese Elemente können zu verschiedenen Behältergrößen verarbeitet werden. Sie werden auf eine Betonplatte oder auf einen Betonkranz aufgesetzt, wenn der Behälter etwas in den Boden versenkt werden soll. Mit Bitumenstreifen wird der Behälter abgedichtet und mit Spannringsen zusammengezogen. Zur Zeit wird dieser Behälter auf einem Versuchsbetrieb aufgebaut, so daß im praktischen Einsatz Erfahrungen gesammelt und Verbesserungsmöglichkeiten gefunden werden können.

2.3 Innenausbau

Üblicherweise wird Mauerwerk auf der Außen- und Innenseite verputzt. Für Putzarbeiten sind spezielle Fachkenntnisse erforderlich, so daß sie dem Handwerker vorbehalten sind. Den Innenputz jedoch könnte man durch großflächige Platten ersetzen, die an der Wand mit Schrauben oder Nägel befestigt werden, eine Arbeit, die durchaus ein geschickter Landwirt selbst machen könnte, z.B. mit Spanplatten, Sperrholzplatten, ebene Asbestzementplatten oder ähnlichem.

Verkleidungsmaterial von geringer Stärke auf Holzbetonmantelsteinen zu befestigen ist technisch möglich. Ein Problem jedoch ist die richtige Wahl des Befestigungsmittels. Stabil wäre die Verbindung, wenn

die 7 cm starke Steinwange durchbohrt und das Befestigungsmittel mit Dübel im Betonkern verankert würde. Dies ist arbeitsaufwendig, fordert eine kräftige Schlagbohrmaschine und lange Befestigungsmittel. Viel einfacher wäre es, das Befestigungsmittel im Holzbetonmantelstein zu verankern. Empfehlungen der Bauindustrie, mit Dübeln zu arbeiten, erwiesen sich im Vorversuch als nicht richtig.

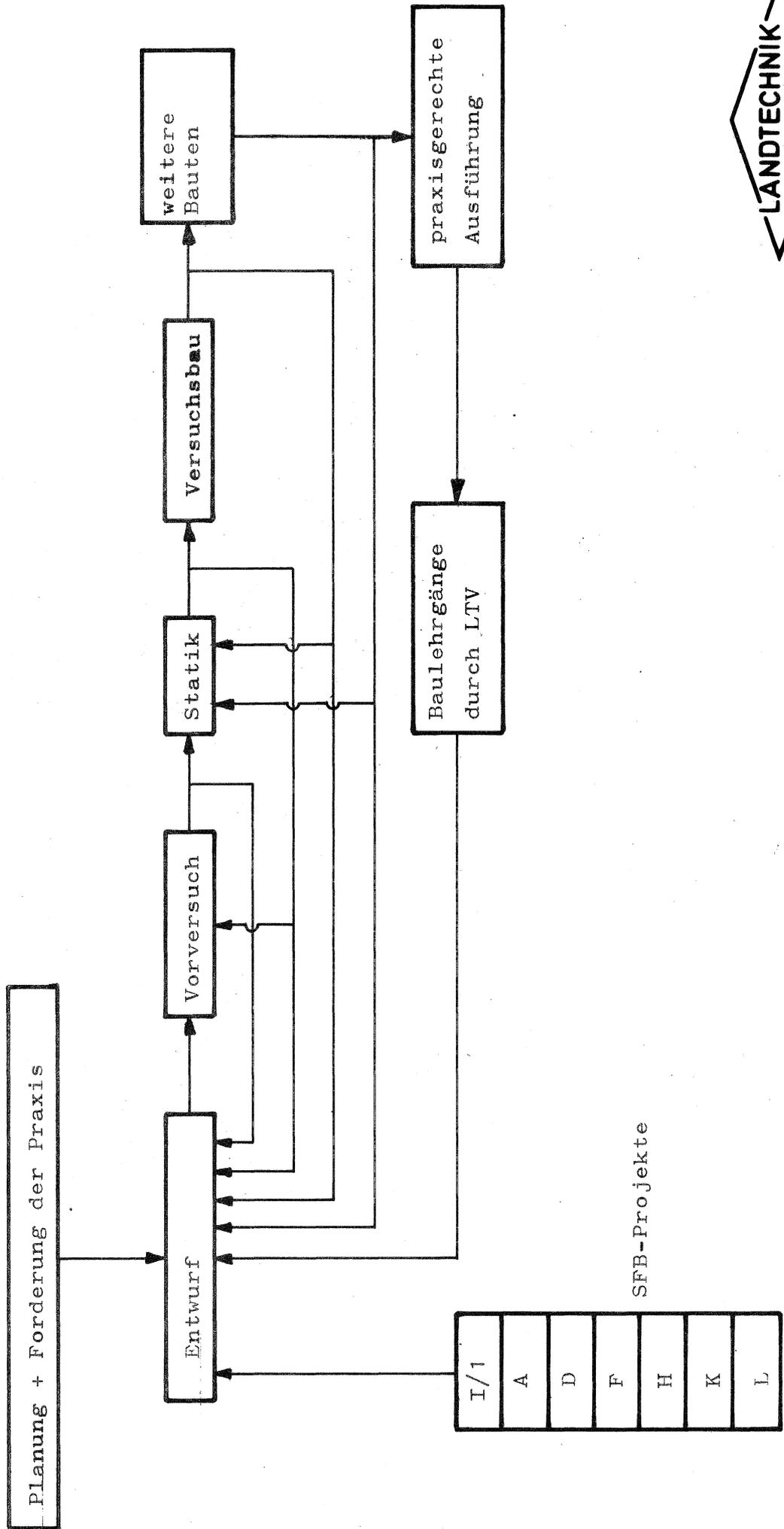
In einem neu angelegten Vorversuch mit Holzschrauben und Schraubnägeln verschiedener Abmessungen, konnten bessere Ergebnisse erzielt werden: Dabei wurde auch nachgewiesen, daß ein Vorbohren besser unterlassen wird.

Hier einige ausgewählte Ergebnisse bei 1 cm/min. Ausziehgeschwindigkeit und Auszieh Widerstand in kg, bei verschiedenen Einschraubtiefen.

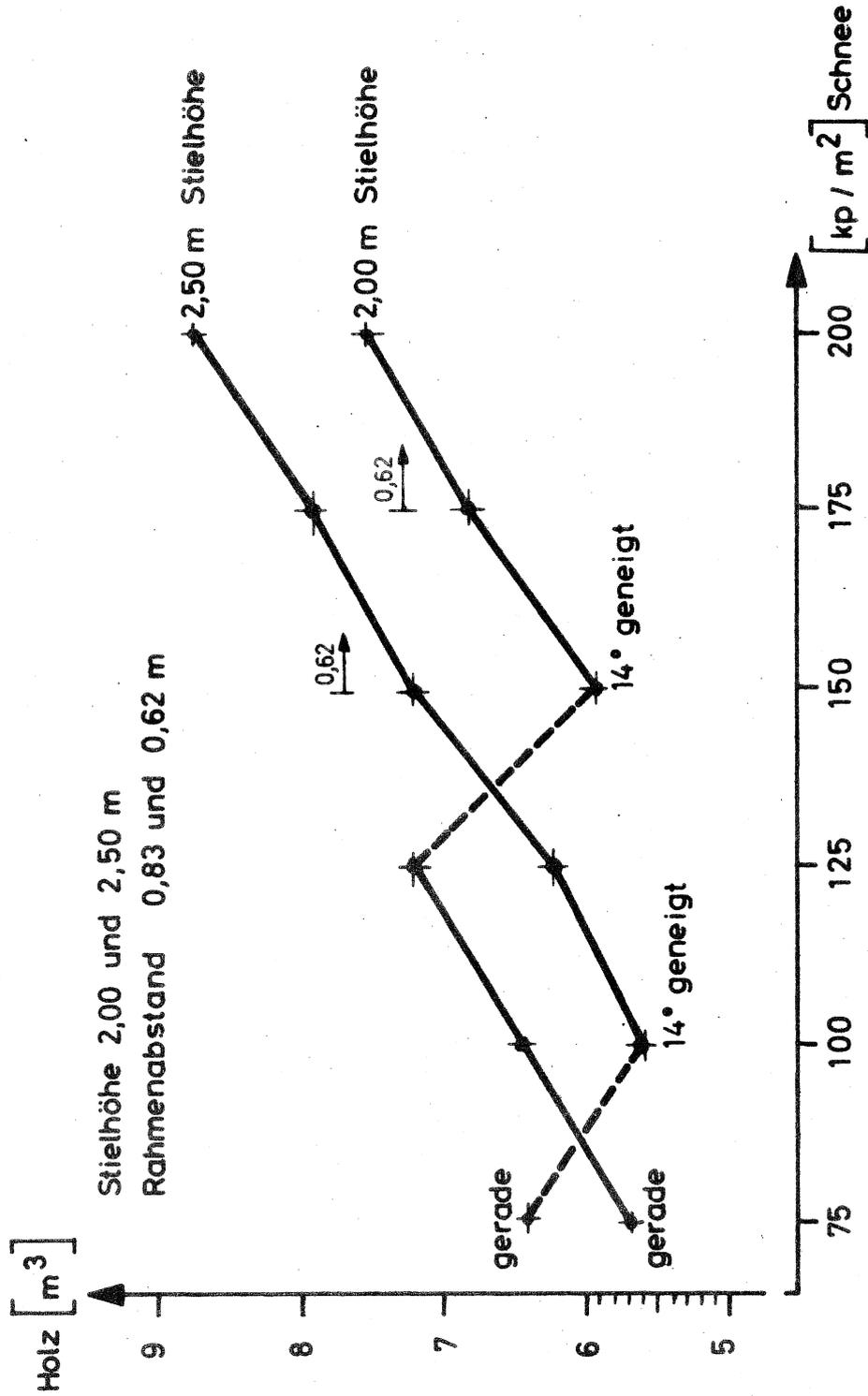
Holzschraube	Einschraubtiefe (mm)	Zugkraft (kg)		
6 x 80	60	107	138	166
	50	134	120	116
	40	131	110,5	101
5 x 60	60	76	84	68
	50	103	112	88
	40	71	35	60
4 x 70	60	68	71	44
	50	12,5	44	74
	40	35	26	31
Ankernägel 4 x 60	60	6	9	--
	50	7	24	29
	40	42	16	8
Schraubnägeln 3 x 60	60	--	--	--
	50	25	6	18
	40	68	12	23

Die angegebenen Werte streuen sehr stark. Dies ist bedingt durch die Inhomogenität des Holzbetons. Um brauchbare Werte für die Praxis zu bekommen, werden diese Ausziehversuche fortgesetzt.

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



Holzbedarf für das Tragwerk von Starrrahmengebäuden in $m^3/100m^2$ überbauter Fläche bei 12,50 m Spannweite und verschiedenen Schneelasten

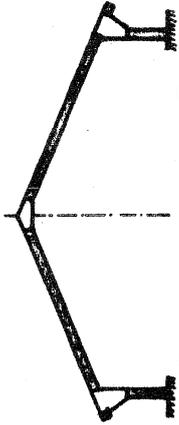


Darstellung 2



Darstellung 3

Materialaufwand bei verschiedenen Selbstbaukonstruktionen
 (Tragwerk 12,5 x 25 m für 75 kp/m² Schneelast einschließlich Giebelwände
 ohne Fundamente)

Konstruktion	Schnittholz	Sperrholz	Verbindungsmittel
 <p>Starrahmen - Stall</p>	24 20 m ³	385 m ²	Nägel: 195 kg 170 Winkelverbinder Ankernägel 2400 Stck.
 <p>Bogenbinder - Stall</p>	10,85 m ³	257 m ²	Nägel: 75 kg Bauschrauben 240 Stck. Sparrennägel 500 Stck. Winkelverbinder 120 Stck.
 <p>Schalen - Stall</p>	12,50 m ³	1047 m ²	Nägel: 360 kg Winkelverbinder 160 Stck. Ankernägel 1700 Stck.

Veröffentlichungen

1. Rittel, L.: Verzinkte Holzverbinder.
Top Agrar (1974), Heft 5
2. Schulz, H.: Arbeitssparende Holzverbindungen.
Schriftenreihe des RKL, Nachtrag 1,
April 1972
3. Schulz, H.: Starrahmenreport'73
Top Agrar (1974), Heft 1 u. 2
4. Schulz, H.: Bau von Starrahmenhallen in Selbst-
hilfe.
Der Landmaschinenfachbetrieb (1974),
Heft 2.
5. Schulz, H.,
Rittel, L.,
Wißmüller, K.: Der Selbstbau einer Pultdachmaschinen-
halle.
DLZ (1973), Heft 4 - 9

Vorträge

1. Rittel, L.: Neue Erfahrungen bei der baulichen
Selbsthilfe.
Fortbildungstagung für Maschinenring-
geschäftsführer am 16.11.73 in
Zusmarshausen.
2. Rittel, L.: Statische und konstruktive Anforderungen
an die Starrahmenbauweise.
Lehrgang für die Landesinnung des bayer.
Zimmerhandwerks in Rieneck am 18./19.1.74
und in Wertingen am 8./9.2.1974.
3. Rittel, L.: Verschiedene Baumaterialien, ihre Eigen-
schaften, Verwendung und Verarbeitung.
Fortbildungstagung des VLF Hof am 22.1.74
4. Rittel, L.: Aktuelle statische und konstruktive
Probleme, sowie erste Ergebnisse von
Materialvergleichen.
Starrrahmenseminar auf Burg Feuerstein,
28.5.1974.
5. Schulz, H.: Kostengünstige Bauweise im Schweinestall
nach dem Starrahmenprinzip.
Fortbildungslehrgang für Fachberater der
Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein
am 20.6.1972 in Futterkamp.

6. Schulz, H.: Bauweisen für Selbsthilfe-Starrrahmenbauweise. Tagung der Referenten für Landtechnik und landw. Bauwesen am 4.10.1972 in Hohenheim.
7. Schulz, H.: Anforderungen an Leichtbauhallen aus landwirtschaftlicher Sicht. Vortragstagung der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft (GKL) am 26.10.72 in Freising.
8. Schulz, H.: Bauweisen und Organisationsformen für die bauliche Selbsthilfe. Informationstagung des LTV am 1.12.1972 in Mindelheim.
9. Schulz, H.: Die Starrrahmenbauweise - Materialien und Varianten für verschiedene Einsatzzwecke. Schulungslehrgang von Kursleitern für Bauverfahrenslehrgänge an der Landtechnik - Weihenstephan am 7.2.1973.
10. Schulz, H.: Die Starrrahmenbauweise - Materialien und Varianten für den unterschiedlichen Einsatz. Fortbildungslehrgang für Zimmermeister an der Landtechnik - Weihenstephan am 10.4.1973.
11. Schulz, H.: Die Starrrahmenbauweise. Arbeitstagung des Verbandes der Kreisbaumeister Oberfranken am 3.10. in Rudolphstein.
12. Schulz, H.: Selbsthilfe bei Starrrahmenbauweise. Vortragsveranstaltung der ALB-Bayern am 4.10.1973 in München.
13. Schulz, H.: Folienhallen für Rinder. Vortragsveranstaltung der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft am 25.10.73 in Völkenrode.
14. Schulz, H.: Neue Erfahrungen bei der baulichen Selbsthilfe. Fortbildungstagung für Maschinenringgeschäftsführer am 19.11.1973 in Straubing und am 22.11.73 in Pegnitz.
15. Schulz, H.: Die Starrrahmenbauweise. Landtechnisches Kolloquium des Österreichischen Kuratoriums für Landtechnik am 5.12.73 in Wien.

16. Schulz, H.: Die Starrahmenbauweise und weitere Entwicklungen.
Seminare für neue Bauweisen des Berufsförderungswerkes des Bayer. Zimmerhandwerks am 18.1.1974 in Rieneck und am 8.2.1974 in Wertingen.
17. Schulz, H.: Starrahmen- und andere Selbstbauweisen für die Landwirtschaft.
Gastvorlesung am 29.1.1974 am Institut für Hochbau für Architekten und Entwerfen, Wien.
18. Schulz, H.: Kostengünstige Gebäude auch für den Großbetrieb.
Landwirtschaftliche Unternehmerseminare auf Gut Schlüterhof am 21.2.1974 und am 28.2.74.
19. Schulz, H.: Ställe immer billiger.
Landfunkreportage im II. Bayer. Hörfunkprogramm am 12.3.1974.
20. Schulz, H.: Weiterentwicklung der Starrahmenbauweise und Vorstellung neuer Selbstbaukonstruktionen.
Starrrahmenseminar des Landtechnischen Vereins am 28.5.1974 auf Burg Feuerstein.

Wissenschaftliche Kontakte

Institut für landw.Bauforschung der FAL in Völkenrode

Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, München

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 für 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

Projektbereich L

Ermittlung von Kennwerten für die optimale Stallhaltung von Rindern.

Leiter: Dr. J. Boxberger

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik

8050 Freising, Vöttinger Str. 36

Tel.: 08161/71 453

Antrag vom 28. 2.1972 Seite 176

Antrag vom 5.4.1974 Seite 213

Berichtszeitraum: 15. 3.1973 - 30. 4.1974

Die Teilprojekte L 1 und L 3 wurden bearbeitet, Teilprojekt L 2 bleibt weiterhin zurückgestellt.

Aus Rationalisierungsgründen wachsende Tierbestände sowie ständig zunehmende Leistungen in der Rinderhaltung lassen bisher nicht relevante Umwelteinflüsse sichtbar werden, die sich aus neuen Verfahrenstechniken und Produktionssystemen ergeben. Diese Entwicklung führt im wesentlichen bei verminderter Betreuungsmöglichkeit zu fortschreitender Einengung und Veränderung des Lebensraumes für das einzelne Tier, was seiner Leistungssteigerung entgegenwirkt. Deshalb ist es Ziel der Untersuchung im Projektbereich, gesicherte Aussagen über Verhalten und Ansprüche des Rindes gegenüber einer natürlichen sowie einer nach den Erfordernissen moderner Tierhaltung veränderten Umwelt zu erstellen.

Teilprojekt L 1

Untersuchungen über grundsätzliche Anforderungen an Liegeflächen für Rindvieh.

Leiter: Dr. J. Boxberger

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik

8050 Freising, Vöttinger Str. 36

Tel.: 08161/71 453

Antrag vom 28. 2.1972 Seite 179

Antrag vom 5. 4.1974 Seite 216

Berichtszeitraum: 15. 3.1973 - 30.4.1974

Bis zur vollen personellen Ausstattung im Januar 1974 wurden im Teilprojekt L 1 bereits einige Vorarbeiten, vor allem auf methodischem Gebiet, geleistet. Die eigentliche systematische Versuchstätigkeit begann im Januar 1974, nachdem Herr Dipl.-Ing.agr. E. Lasson zur Bearbeitung dieses Teilprojektes eingestellt wurde. Gegenüber dem Erstantrag vom 28.2.1972, S. 179, bleiben die bautechnischen Probleme der Stand- bzw. Liegeplätze wie Neigung, Stufenausbildung usw. zurückgestellt.

Ziel des ersten Untersuchungsschwerpunktes ist es, die Ansprüche des Tieres an den Stand- und Liegeplatz hinsichtlich der Wärmedämmung und Elastizität bei einstreulosen Aufstallungsproblemen festzustellen. Zu beiden Bodeneigenschaften sind bereits Vorversuche gelaufen, an die in der ersten Phase der Untersuchungen angeknüpft wurde (Fortsetzungsantrag, S. 217).

Zur Wärmeableitung von Bodenbelägen existiert eine Meßmethode, die unmittelbar die Tierwärme auf den Untergrund überträgt im Gegensatz zu der von mehreren Autoren beschriebenen Methode, wo die Wärmeableitung des Bodens mittels eines Prüfheizkörpers gemessen wird. Der Nachteil der herkömmlichen Meßmethode besteht darin, daß zwar die wärmephysikalischen Eigenschaften des Belagsmaterials erfaßt

werden, nicht aber die Wärmestromverhältnisse, wie sie sich aus der tatsächlichen Wärmeabstrahlung des Tieres ergeben. Der Versuch mit der neuen Meßmethode wurde zur Absicherung der Ergebnisse im Frühjahr 1974 wiederholt, wobei im Hinblick auf die Ansprüche des Tieres folgende Fragestellungen interessierten:

1. Geben Kühe mit hoher Milchleistung aufgrund erhöhten Stoffumsatzes größere Wärmemengen an den Boden ab als Kühe mit geringer Milchleistung.
2. Kann das Tier selbst und in welchem Bereich durch physiologische Regulierungsmechanismen die Wärmeabgabe steuern.

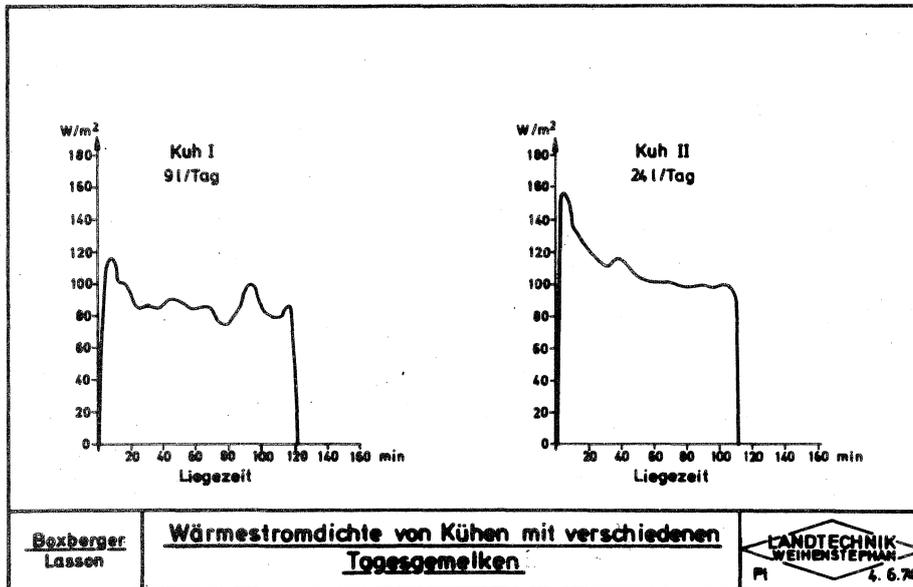
Der Versuch wurde folgendermaßen durchgeführt: Vier Standplätze wurden mit je einem quadratischen Wärmestromgeber ausgestattet, der so platziert war, daß die liegende Kuh die Meßplatte möglichst ganzflächig bedeckt. Der Wärmestromgeber besteht aus in Gummi eingelegten Thermoelementen, deren elektrisches Signal, das sich aus der Temperaturdifferenz von Ober- und Unterseite der Meßplatte ergibt, zur Bestimmung der tatsächlichen Wärmestromdichte das Gummimaterial mitberücksichtigt.

Die Messungen erstreckten sich über 14 Tage, sie liefen Tag und Nacht. Im einzelnen wurden die Lufttemperatur im Stall, die Bodentemperatur der betreffenden Beläge und die Wärmeströme ermittelt und auf ein Schreibgerät übertragen.

Auf einem Standplatz erfolgte nach $\frac{2}{3}$ der Meßdauer ein Austausch der Tiere. Eine Milchkuh mit einer Tagesleistung von 9,0 kg wurde durch eine mit einer Tagesleistung von 23,7 kg ersetzt. Die Tagesmilchmenge entspricht nicht einer tatsächlichen täglichen Leistung, sondern den Ergebnissen des Probemelkens im Monat vor der Versuchsdurchführung.

Die Versuche brachten folgende vorläufige Ergebnisse (siehe Abb.). Die linke Kurve zeigt den Wärmestromverlauf der Kuh mit 9,0 kg Tagesleistung, die rechte den der Kuh mit 23,7 kg Tagesgemelk. Dem Verlauf der Kurven

ist zu entnehmen, daß kurz nach dem Abliegen der Wärmestrom seinen Maximalwert erreicht. Die Wärmeströme liegen in einem Bereich zwischen ca. 50 und 200 W/m². Ein Vergleich mit Meßresultaten herkömmlicher eingestreuter Liegeflächen ergibt, daß die Wärmeableitung der PVC-Beläge als normal angesehen werden kann.



Nach ca. 30 Min. pendelt sich der Wärmestrom auf einen nahezu konstanten Wert ein. Hierfür liegen zwei Annahmen vor, die sich nicht notwendigerweise widersprechen müssen:

1. Innerhalb bestimmter Bereiche der Wärmeisolierung verzichtet das Tier von sich aus, den Wärmeabfluß vom Körper zum Boden zu regulieren. D.h. bei hoher Wärmekapazität des Bodenbelages geht das Wärmestrommaximum nach Angleichung der Bodentemperatur an die Körpertemperatur zurück, ohne daß das Tier selbst eingreift. Es toleriert also den maximalen Wärmestrom zu Beginn der Liegeperiode.
2. Das Auslösen von Wärmeregulierungsmechanismen liegt nahe, wenn Kühe auf Unterlagen mit geringer Wärmekapazität zu liegen kommen. Nach STANZEL bleibt hier der hohe Anstieg nach dem Abliegen aus, obwohl die bauphysikalischen Messungen mit Prüfheizkörper einen Anstieg bis ca. 800 W/m² ergeben haben. Das Tier verhindert also

Übermäßige Wärmeabstrahlung. Das eben Gesagte schließt nicht aus, daß auch auf gut gedämmten Unterlagen Thermoregulationen vom Tier aus möglich sind.

Aus den Abbildungen geht weiterhin hervor, daß die Wärmeströme der Kuh mit 23,7 kg Tagesgemelk deutlich höher liegen, als die der Kuh mit 9 kg Tagesgemelk. Der Unterschied ist entsprechend einer einfachen Varianzanalyse bei 5%iger Irrtumswahrscheinlichkeit nicht auf den Zufall zurückzuführen. Nachdem außer dem Auswechseln der Tiere keine Bedingungen verändert wurden, insbesondere die Wärmekapazität des Bodenbelages dieselbe geblieben ist, können die Wärmeströme der Kuh mit dem hohen Tagesgemelk auf den umfangreichen Stoffumsatz aufgrund der Milchleistung zurückgeführt werden. Dieser Sachverhalt kann so zusammengefaßt werden: Variieren bei Konstanthaltung der tierischen Leistung die Wärmeströme auf Belägen unterschiedlicher Wärmekapazität, sind diese auf die physiologischen Regulationsmechanismen zurückzuführen. Ändert sich indessen der Wärmestrom in Abhängigkeit der tierischen Leistung bei konstanter Wärmekapazität, kann dies durch den unterschiedlichen Energieumsatz der Tiere bedingt sein.

Die Versuche haben bis jetzt gezeigt, daß maximale Wärmedämmung, wie sie häufig in der Praxis und von manchen Autoren in der Wissenschaft gefordert wird, mit Sicherheit nicht die optimale Wärmedämmung bedeutet. Besonders bei Hochleistungskühen kann zu hohe Wärmedämmung einen Wärmestau hervorrufen. Hinsichtlich der Herstellung von Kunststoff- und Gummibodenbelägen heißt das, daß die sich aus dem Material ergebende Wärmedämmung im bereits üblichen Bereich liegt und zusätzliche Wärmedämmung nicht gerechtfertigt ist, solange noch keine Kenntnis über die optimale Wärmeleitfähigkeit besteht.

Unter Zugrundelegung der jetzt gewonnenen Ergebnisse wird die Wärmeableitung bevorzugter Liegeplätze auf der Weide gemessen. Diesen Versuchen folgt eine Untersuchung im Stall, wo Wärmeströme zusammen mit anderen Parametern wie Länge der Liegezeiten bei variierbarer

Bodentemperatur gemessen werden.

Bei der Untersuchung des Druckverhaltens lassen sich die Ansprüche des Tieres erst nach längerfristigen Versuchen definieren. Kurzfristig sind im Berichtszeitraum Elastizitätsmessungen von Bodenbelägen vorgenommen worden, die bereits im Handel sind bzw. noch im Versuchsstadium stecken. Die Meßmethode weicht von der üblichen DIN-Messung ab, da die Art der Belastung der Bodenbeläge verschieden von der gewöhnlicher Fußböden ist.

Um einen brauchbaren Vergleichsmaßstab in Bezug auf die Elastizität zu erhalten, wurde ein Meßverfahren entwickelt, das den Vorgang des Eindringens der Klaue in den Bodenbelag simuliert. Ein kugelförmiger Körper drückt mit einer definierten Kraft auf den Bodenbelag und hinterläßt dabei einen Farbabdruck, aus dessen Durchmesser der im Gleichgewichtszustand herrschende Druck zu errechnen ist. Diese Meßmethode versagt bei Bodenbelägen mit ausgeprägter Profilierung. Deshalb wurde eine Instronanlage installiert, bei der die Kalotte mit wesentlich höheren Drücken auf den Belag einwirken kann. Der Gegendruck des Belages wird nicht mehr durch Farbabdruck gemessen, sondern unmittelbar aus der Eindringtiefe der Kalotte errechnet. Zur Absicherung brauchbarer Kenndaten in Bezug auf die Elastizität von Bodenbelägen wird in Kürze im Rahmen der Beobachtung des Weideverhaltens damit begonnen, Liegeplätze auf ihre elastischen und plastischen Eigenschaften hin zu untersuchen, um sie denen vorhandener Bodenbeläge gegenüberstellen zu können. (Erstantrag, S. 180; Fortsetzungsantrag S. 220).

<u>Stalliflex ohne Schaum:</u>	<u>4,86 bar</u>
<u>Stalliflex mit Schaum:</u>	<u>1,18 bar</u>
<u>Dynamit Nobel:</u>	<u>4,43 bar</u>
<u>Gummimatte:</u>	<u>3,75 bar</u>
<u>Gummimatte:</u>	<u>3,33 bar</u>
<u>Ubomatte:</u>	<u>3,65 bar</u>

Die Tabelle zeigt die durchschnittlichen Werte, wo Druckausgleich zwischen Kalotte und Bodenbelag besteht (in bar gemessen).

Die Ergebnisse ermöglichen:

1. später Aussagen über bevorzugte Liegeplätze, wie sie sich z.B. aus einem Wahlversuch ergeben,
2. sofortige Aussagen zur Brauchbarkeit von Bodenbelägen hinsichtlich des Druckverhaltens, orientiert an bereits bewährten Bodenbelägen.

Wie die Messungen ergeben, liegen sämtliche Beläge in einem Bereich von 1,8 - 6 bar. Die optimale Härte bzw. Elastizität läßt sich daraus noch nicht ableiten, wie überhaupt noch zu prüfen bleibt, ob sich die Elastizitätsansprüche für die Funktionen Stehen, Liegen, Fressen - in Sonderheit im Kurzstand - in Einklang bringen lassen.

Veröffentlichungen:

Hillebrand, W.:	Wärmestromdichten und Temperaturen zwischen liegender Kuh und dem Stallfußboden in verschiedenen Laktationsstadien. Diplomarbeit, Weihenstephan 1973
Boxberger, J., Hillebrand, W., Stanzel, H., Langenegger.:	Meßergebnisse über Wärmeströme und Druckverhalten bei Bodenbelägen. Bericht über die Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan. Herausgegeben von der Landtechnik Weihenstephan 1973, 2. 54 - 64

Wissenschaftliche Kontakte

Fachgespräch mit Dr. Zeeb 11./12. 3.1974 Freiburg/Breisgau;
Informationsfahrt mit Kontaktgesprächen 20./21. 5.1974
Professor Bianca ETH Zürich/Schweiz
Dr. M. Rist ETH Zürich/Schweiz

Teilprojekt L/3

Untersuchungen der Freiraumansprüche sowie Steuerungseinrichtungen von bewegungs- und liegeplatzeingeschränktem Rindvieh.

Leiter: Dr. J. Boxberger

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik

8050 Freising, Vöttingerstr. 36

Tel.: 08161/71 453

Antrag vom 28.2.1972 Seite 89 (D/2)

Antrag vom 5.4.1974 Seite 224

Berichtszeitraum: 15.3.1973 - 30.4.1974

Die Bearbeitung des Teilprojektes L 3 konnte erst nach Vervollständigung der personellen Ausstattung gegen Ende des Jahres 1973 von Herrn Dipl.-Ing.agr. R. Metzner begonnen werden. Wie bereits im Neuantrag S. 225 für den Projektbereich L dargestellt, liegen die Arbeitsschwerpunkte für L 3 im Gegensatz zur ersten Beantragung (S.89) zunächst in der Ermittlung von Kennwerten für die optimale Zuordnung der Versorgungseinrichtungen zum Tier. Die im Projekt weiterhin enthaltenen Teilziele, " Ermittlung optimaler Steuerungseinrichtungen und korrespondierender Standflächenabmessungen", Erarbeitung von Freiraumansprüchen an Begrenzungseinrichtungen von Ständen" und "Erfassung der Raumansprüche im Lauf-, Freß- und Wartebereich" werden anschließend bearbeitet.

Voraussetzung für die Ermittlung der richtigen Zuordnung der Versorgungseinrichtungen ist die Kenntnis von einigen wichtigen Daten über das Tier, aufgegliedert nach Alter und Rasse. Das Studium der Fachliteratur und Kontakte mit Wissenschaftlern, die sich mit ähnlichen Problemen beschäftigen, haben ergeben, daß zwar Tierkörpermessungen durchgeführt worden sind, bei denen aber das für die Zuordnung der Versorgungseinrichtungen wichtige Maß der Hals-Kopf-Länge im gestreckten

Zustand unberücksichtigt geblieben ist. Aus diesem Grunde wurde in einer eigenen Meßreihe an 50 Fleckviehkühen - bei 95%-iger statistischer Absicherung ist der Fehlerbereich der Mittelwerte ± 2 cm - die Widerristhöhe, die Rumpflänge und die Hals-Kopf-Zungenlänge im gestreckten Zustand ermittelt. Jedes Maß wurde pro Tier 20 x genommen, um durch Tierbewegungen und Muskelanspannungen bedingte falsche Werte auszuschließen. Die Auswertung ergab folgende Daten:

	\bar{x}	s^2	S	VK
Rumpflänge	157,75	49,64	7,04	4,46
Widerrist	129,64	12,20	3,49	2,69
H KZ-Linie	117,91	52,99	7,27	6,17
F-Linie	118,51	50,63	7,11	6,00

Zwischen Rumpflänge bzw. Widerristhöhe und H-K-Z-Länge wurden folgende Korrelationen und Regressionen ermittelt:

	r	b	B
Rumpflänge H-K-Z-Länge	0,34	0,35	0,119
Widerristhöhe H-K-Z	0,16	0,35	0,028

Widerrist- und Rumpflängenmessungen lassen also keine gesicherten Aussagen über entsprechende Hals-Kopf-Längen zu, so daß von anderen Autoren ermittelte Werte über Widerristhöhen und Rumpflängen hier keine Verwendung finden können.

Trinkverhalten

Zur Ermittlung der optimalen Form und Zuordnung von Tränkeeinrichtungen laufen derzeit zwei Versuchsreihen. Die erste beschäftigt sich vor allem mit dem natürlichen Verhalten (Hals- bzw. Kopfstellung) beim Trinken, die zweite Versuchsreihe mit der Feststellung des eigentlichen Trink-

vorganges.

Um das natürliche Trinkverhalten von Rindern, deren Verhalten nicht durch die Domestikation beeinflusst ist, an einer offenen Wasserfläche beobachten und festhalten zu können, wurde mit einer Beobachtungsserie im Münchner Tierpark Hellabrunn an Auerochsen und Wisenten begonnen. Dort umschließen Wassergräben, die für die Tiere mehrere Zugänge bieten, die Freigehege. An den Wassergräben wurden Markierungspflöcke so eingeschlagen, daß eine winkeltgerechte Aufstellung der Kamera möglich ist. Die automatisch gesteuerte Kamera hält in Bildserien das Aufsuchen der offenen Wasserstelle, den Trinkvorgang selbst und das Abwenden des Tieres von der Tränke fest. Visuelle Beobachtungen und Protokollaufzeichnungen ergänzen die Bildserien. Festgehalten werden neben filmtechnischen Werten die Anzahl der Trinkvorgänge, das beobachtete Tier, Zeitpunkt des Trinkvorganges in Abhängigkeit von Heu und Rübenaufnahme und das Verhalten der Tiergruppe am Heuvorlageplatz.

Zur Vertiefung der Erkenntnisse über den Trinkvorgang wurde ein Holztrog gebaut (Fassungsvermögen rd. 20 l), bei dem zwei gegenüberliegende Seiten aus Acrylglas bestehen. So ist es möglich, auch Trinkbewegungen unterhalb der Wasseroberfläche zu beobachten und mit der Filmkamera festzuhalten. Ein Holzrahmen mit quer und senkrecht gespannten Schnüren, der zwischen Trog und Kamera gestellt wird, dient als Raster für die Bewegungsstudien. Hiermit bietet sich die Möglichkeit, auch die Eintauchtiefe exakt zu ermitteln. Aus beiden Versuchsreihen werden erste Ergebnisse im Herbst erwartet.

Daneben läuft z.Zt. ein Wahlversuch auf der Weide, um herauszufinden, wie die Kühe bei ungehindertem Zutritt an verschiedene Arten von Selbsttränken, wie sie bisher in Ställen Verwendung finden, herantreten und sie bedienen. Die um den Versuchsbetrieb herum tiefer gelegenen Weiden ermöglichen eine Wasserzuführung über Gartenschläuche, so daß die angeschlossenen Selbsttränkebecken beliebig in ihrer Lage verändert werden können. Die Selbsttränken stehen im Mittelpunkt eines gedachten Kreises, der durch Sägemehllinien in vier gleichgroße Sektoren unterteilt wird. Es werden visuelle Beobachtungen durchgeführt. Auf den Beobachtungsprotokollen wird neben den Klimadaten (Tem-

peratur, relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Windrichtung) die Hangneigung aufgeführt, besonders interessiert jedoch in welchem Kreissektor die Tiere an die verschiedenen Selbsttränken herantreten, ob und welche Störeinflüsse zu berücksichtigen sind, die Anmarschrichtung und der Aufenthalt der übrigen Herde. Der Wahlversuch dauert z.Zt. noch an, weswegen erste Ergebnisse Mitte des Jahres vorliegen können.

Um die bei den Weide- und Tierbeobachtungen gewonnenen Erkenntnisse auf die Kurzstandaufstallung umsetzen zu können, wurden in einem weiteren landwirtschaftlichen Betrieb zwei Versuchsstände eingerichtet (Erstantrag Blatt 91, Fortsetzungsantrag Seite 227). Hierzu wurden die beiden vorhandenen Sperrboxenstände in Kurzstände mit Graberanbindung umgerüstet, anstelle des vorhandenen Steinzeugtroges wurden zwei in Höhe, Neigung und Tiefe variierbare Futterkrippen eingebaut, so daß in Abhängigkeit der ebenfalls oben und unten verstellbaren Abhängvorrichtung und der Tierdaten die günstigste Zuordnung der Versorgungseinrichtungen gefunden werden kann. Aus diesem Grund können auch die verschiedenen Selbsttränkebecken in unterschiedlicher Höhe angebracht werden. Mit der Aufstallung von zwei Kühen (Rasse Bayerisches Höhenfleckvieh) beginnen die Untersuchungen an den beiden Versuchsständen.

Zur Problematik der Steuerung von Kühen konnte, da der Versuch einfach durchzuführen und auszuwerten war, eine Einzeluntersuchung der elektrischen Steuerung von Kühen mittels Kuhtrainer vorgezogen werden. Ziel dieser Untersuchungen war die Ermittlung des Sauberkeitsgrades von Kühen und Ständen im Vergleich zu Ständen ohne Steuerungseinrichtung sowie die Registrierung der Berührungshäufigkeit

In einem landwirtschaftlichen Betrieb wurden 6 Versuchstiere, drei lange und drei kurze Milchkühe, auf einen verlängerten Kurzstand (Standmaß 172 cm) aufgestellt. Mit Hilfe der fotografischen Registrieranlage wurde der Kotabsatz auf Liegefläche bzw. Kotgraben ohne und mit Kuhtraineranlage festgehalten. Durch visuelle Beobachtungen wurde auch der Harnabsatz an zwei Tagen erfaßt. Mit Hilfe von Elektroden, die an

der Schwanzwurzel der Versuchstiere befestigt wurden, und eines elektrischen Schreibers wurde die Schlaghäufigkeit - also die Anzahl der Berührungen zwischen Kuh und Kuhtrainer - aufgezeichnet. Die eigenen Untersuchungen wurden durch eine Befragung auf landwirtschaftlichen Betrieben, die mit Kuhtraineranlagen ausgerüstet sind, ergänzt. Auswertung und Darstellung erfolgte im Rahmen einer Diplomarbeit.

Veröffentlichungen

1. Boxberger, J.,
Sarreiter, R.: Untersuchung an Freßboxen für Milchkühe.
Der Tierzüchter 25 (1973) 480 - 482
2. Boxberger, J.: Kurzstandaufstallungen.
Manuskriptdruck Landtechnik Weihenstephan
1973
3. Zauner, M.: Einfluß der elektrischen Steuerung auf das
Verhalten von Milchkühen in Kurzständen.
-Diplomarbeit Weihenstephan 1974-

Wissenschaftliche Kontakte:

Teilnahme an der 5. Arbeitstagung der Fachgruppe Verhaltensforschung der deutschen veterinär-medizinischen Gesellschaft e.V. vom 22.-24.11.73 mit Fachgesprächen mit verschiedenen Wissenschaftlern, Freiburg/Breisgau.

Fachgespräch mit 11./12.3.1974 Freiburg/Breisgau Dr. Zeeb

Informationsfahrt mit Kontaktgesprächen 20./21.5.1974

Prof. Bianca ETH Zürich/Schweiz

Dr. M. Rist ETH Zürich/Schweiz

