

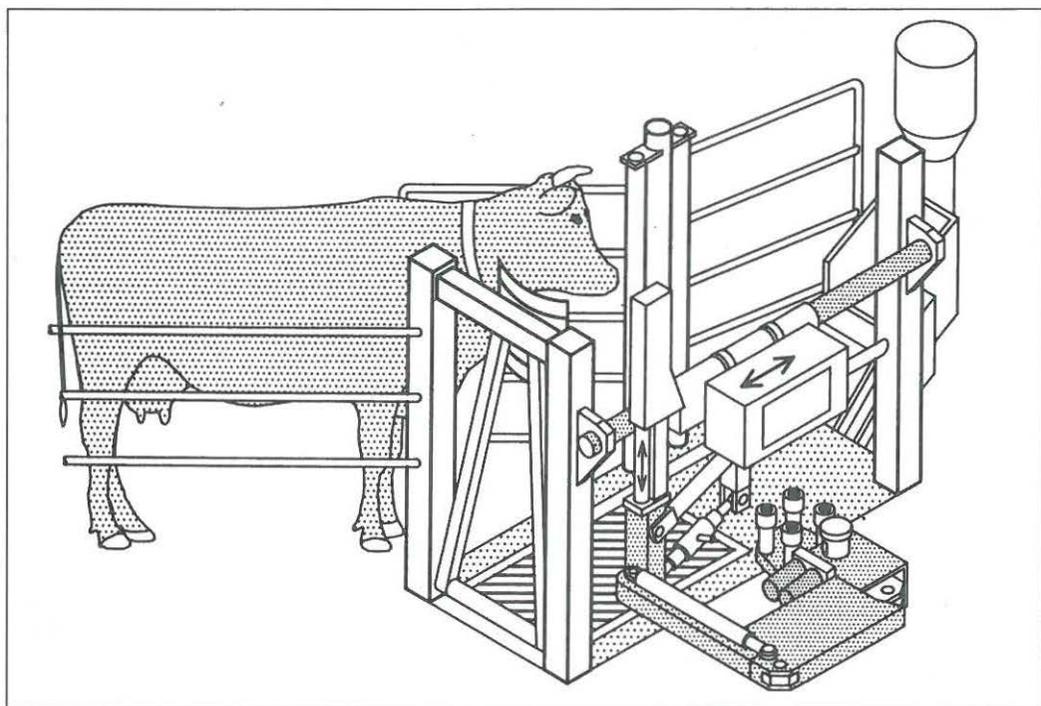


ALB  
BAYERN

Nr. 7

Landtechnik-Schrift

## Außenklimaställe und automatische Melksysteme in der Milchviehhaltung



Hrsg.: Georg Wendt





**ALB**  
**BAYERN**

Landtechnik Weihenstephan  
ALB Bayern e.V.

**Außenklimaställe und automatische  
Melksysteme in der Milchviehhaltung**

Tagungsband

zur

Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung

am 05. November 1997

in Albertshofen

**Titelbild: LELY-AMS Astronaut**

**© 1997 by Landtechnik Weihenstephan, Vöttinger Str. 36, D-85354 Freising.  
Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf  
Datenträger und Übersetzung nur mit Genehmigung der Landtechnik  
Weihenstephan**

**Printed in Germany**

# Vorwort

Die Milchviehhaltung ist Rückgrat der bäuerlich geprägten Landwirtschaft in Bayern; etwa 40 % der Einnahmen kommen aus diesem Betriebszweig, weitere 20 % aus der Rindermast und Rinderzucht. Ein verschärfter Wettbewerb um Milchquoten, sinkende Milchpreise und unsichere Marktordnungen zwingen zu neuen baulichen und technischen Lösungen. Lösungen dafür wurden in der Landtechnik Schrift Nr. 3 (1993) ausführlich dargestellt. Inzwischen hat eine größere Zahl von Landwirten kapitalsparende Außenklimaställe errichtet; über die dabei gewonnenen Erfahrungen soll bei der diesjährigen Jahrestagung, die gemeinsam mit der ALB Bayern veranstaltet wird, im 1. Teil berichtet werden.

Vor einer technischen Revolution steht die Milchviehhaltung durch den Einsatz automatischer Melksysteme. Dadurch wird es möglich, daß nicht mehr der Mensch, sondern das Tier selbst den Produktions- und Betriebsrhythmus bestimmt. Dies hat weitreichende Folgen, denn automatische Melksysteme werden in Verbindung mit tiergerechten, kostengünstigen Ställen in naher Zukunft die Milchviehhaltung in Bayern verändern. Über den derzeitigen technischen Stand, über erste Einsatzerfahrungen und über die baulichen, wirtschaftlichen und agrarstrukturellen Folgen soll im 2. Teil der diesjährigen Jahrestagung berichtet werden. Wir möchten damit allen Milchviehhaltern helfen, die richtigen Entscheidungen für die Zukunft ihrer Betriebe zu treffen.

Die Jahrestagung bietet auch Gelegenheit, Rechenschaft über die Arbeiten der Landtechnik Weihenstephan im abgelaufenen Jahr zu geben. Die beigefügte Zusammenstellung der Veröffentlichungen, Dissertationen, Diplomarbeiten, durchgeführten Tagungen und der Mitarbeit in Arbeitskreisen und Gremien sowie bei Rundfunk- und Fernsehsendungen belegt die vielfältigen Aktivitäten unseres Hauses. Durch das große Engagement aller Mitarbeiter ist es gelungen, trotz schwieriger finanzieller Rahmenbedingungen den großen Umfang der frei finanzierten Forschungsvorhaben zu halten und auch neue Arbeitsgebiete zu erschließen.

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

Weihenstephan, im November 1997

  
Prof. Dr. Dr. h.c. (AE) Hans Schön



boode

## Autorenverzeichnis

Adelhardt, Anton, MD

Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten  
Ludwigstr. 2, 80539 München

Förster, Martin, Univ.-Prof. Dr. Dr. habil.,

Institut für Tierzucht der Ludwig Maximilians Universität München,  
Veterinärstr. 13, 80539 München

Haidn, Bernhard, Dr.

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Karrer, Michael, Dr.

Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub,  
Prof. Dürrwaechter-Platz 1, 85586 Poing

Klindtworth, Klaudia, Dipl.-Ing.agr.

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Klindtworth, Michael, Dipl.-Ing.agr.

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Kragenings, Günter, AkadD

Lehr- und Versuchsgut der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig Maximilians  
Universität München,  
Hubertusstr. 12, 85764 Oberschleißheim

Kramer, Alois, Dipl.-Ing.agr.

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Liebler, Joachim

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Neuhaus, Ulrike, Tierärztin

Institut für Tierzucht der Ludwig Maximilians Universität München,  
Veterinärstr. 13, 80539 München

Nitsche, Roland, Dipl.-Ing. (FH)

Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub,  
Prof. Dürrwaechter-Platz 1, 85586 Poing

Nüske, Stefan, Dr.  
Institut für Tierzucht der Ludwig Maximilians Universität München,  
Veterinärstr. 13, 80539 München

Nürnberg, Werner, Architekt  
Bayerische Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agarstruktur,  
Infanteriestr. 1, 80797 München

Pirkelmann, Heinrich, Dr.  
Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub,  
Prof. Dürrwaechter-Platz 1, 85586 Poing

Rittel, Leonhard, Dr.  
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Schön, Hans, Prof. Dr. Dr. h.c. (AE)  
Institut und Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Schuch, Sonja, Dipl.-Ing.agr.  
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Sieber, Otto und Silke, Landwirte  
Westheim, Schwalbenhof 1, 97318 Biebelried

Stockinger, Christian, LD  
Bayerische Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agarstruktur,  
Infanteriestr. 1, 80797 München

Wendl, Georg, Dr.  
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Wendling, Franz, Dipl.-Ing. (FH)  
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
Grußwort .....	9
<u>A. Adelhardt</u>	
Kriterien für die Funktionsplanung bei Kälber-, Jungvieh- und Milchviehställen .....	13
<u>H. Pirkelmann</u>	
Vergleich kostengünstiger Stallgebäude für Milchvieh .....	27
<u>L. Rittel</u>	
Eingestreut oder strohlos - Haltungsbedingungen, Arbeitsaufwand und Wirtschaftlichkeit .....	41
<u>B. Haidn, A. Kramer</u>	
Außenklimaställe in der Bewährung .....	59
<u>M. Karrer, R. Nitsche, W. Nürnberger</u>	
Elektronische Tierkennzeichnung mit Bolustranspondern .....	69
<u>G. Wendl, M. Klindtworth, K. Klindtworth</u>	
Ein geschlossener Tränkestand zur Verringerung des gegenseitigen Be- saugens in der Kälberaufzucht mit rechnergesteuerten Tränkeautomaten .....	81
<u>G. Wendl, S. Schuch, F. Wendling</u>	
Technik, Arbeitsorganisation und bauliche Lösungen für das automatische Melken .....	91
<u>H. Schön, G. Wendl, H. Pirkelmann</u>	
Erste Erfahrungen mit dem automatischen Melksystem der Firma LELY auf einem Praxisbetrieb .....	105
<u>G. Wendl, J. Liebler, O. u. S. Sieber</u>	
Erste Erfahrungen mit dem automatischen Melken am Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim der Tierärztlichen Fakultät München .....	115
<u>M. Förster, U. Neuhaus, St. Nüske, G. Kragenings</u>	
Automatisiertes Melken - eine Basisinnovation für zukunftsorientierte Milcherzeugung? .....	123
<u>Chr. Stockinger</u>	

Veröffentlichungen .....	133
Anzahl der gehaltenen Vorträge .....	149
Auszeichnungen, Ehrungen .....	150
Dissertationen .....	151
Diplomarbeiten .....	151
In Zusammenarbeit mit anderen Instituten von der Landtechnik betreute Diplomarbeiten .....	152
Projektarbeiten .....	153
Mitwirkung bei Veranstaltungen, Tagungen, Fachgesprächen und Kolloquien .....	154
LTV-Arbeitskreise .....	155
Mitarbeit in nationalen und internationalen Gremien .....	156
Mitwirkung bei Rundfunk- und Fernsehsendungen .....	161

## Grußwort

Anton Adelhardt

Für das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie stellvertretend für unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Landwirtschaftsverwaltung und -beratung darf ich mich sehr herzlich für die Einladung zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung 1997 bedanken. Es freut mich, daß ich Ihnen die Grüße von Staatsminister Reinhold Bocklet überbringen kann, der Ihrer Veranstaltung einen guten und erfolgreichen Verlauf wünscht.

Es ist schon eine Tradition geworden, daß die Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftliches Bauwesen e.V. und die Landtechnik Weißenstephan jährlich eine gemeinsame Tagung zu aktuellen praxisbezogenen Themen abhalten. Diese Veranstaltung ist seit Jahren zu einem Publikumsmagneten für Berater, Handel und Gewerbe, Mitarbeiter von wissenschaftlichen Einrichtungen und aktiven Landwirten aus Bayern und darüber hinaus geworden. Ich gratuliere den Veranstaltern dazu und kann nur wünschen, daß es ihnen weiterhin gelingt, mit dieser Veranstaltung auch künftig zur Lösung anstehender Probleme in der Landwirtschaft beizutragen.

In diesem Jahr haben Sie ein sehr aktuelles Thema aufgegriffen, nämlich die Frage kostengünstiger und kapitalsparender Stallbauformen und, wie es in der Einladung zu dieser Tagung heißt, einer technischen Revolution in der Milchviehhaltung durch den Einsatz automatischer Melksysteme. Die Kombination dieser beiden Themen, davon bin ich überzeugt, läßt eine abgerundete Aussage über künftige Entwicklungen in der Milchviehhaltung erwarten.

Lassen Sie mich aus agrarpolitischer Sicht zu dieser Thematik einen kleinen Bogen spannen. Uns trennen nur noch etwas mehr als 800 Tage vom Beginn des Jahres 2000, vor dem Schritt in das 21. Jahrhundert. Mit diesem Schritt nehmen weltweit die Herausforderungen an die Landwirtschaft zu. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie die Sicherung der Lebensgrundlagen einer wachsenden Weltbevölkerung gelingen kann.

5,8 Milliarden Menschen leben heute auf der Erde, davon leiden 800 Millionen an Unterernährung. Im Jahr 2025 wird es über 8 Milliarden Menschen geben. Sollen sie

alle ausreichend ernährt werden, muß die Nahrungsmittelerzeugung nach Angaben der FAO um 75 % gesteigert werden.

Diese Herausforderung läßt sich nur meistern, wenn die Erträge gesteigert werden, die Produktion an die jeweiligen Standortbedingungen angepaßt wird und die Wirtschaftsweisen auf Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit ausgerichtet werden. Das sind heute schon wesentliche Leistungsmerkmale unserer bayerischen Landwirtschaft.

Wie wird sich die bayerische Landwirtschaft weiter entwickeln? Wird sie diese Herausforderungen bewältigen können? Zur Beantwortung dieser Fragen wird es entscheidend darauf ankommen, welche Rahmenbedingungen die Europäische Union in ihrer Agrarpolitik setzt. Kommissions-Präsident Santer hat Mitte des Jahres in der "Agenda 2000" die Vorstellungen der EU-Kommission für die Weiterentwicklung der Gemeinsamen Agrarpolitik vorgestellt. Nach Auffassung der Bayerischen Staatsregierung setzt die "Agenda 2000" im Agrarteil leider falsche Signale. Nach unserer Auffassung werden Preissenkungen vorgeschlagen, die nicht nötig sind. Es werden z.T. voreilend Positionen aufgegeben, die noch Gegenstand der Verhandlungen der nächsten WTO-Runde sein müßten. Der Ausbau des Systems staatlicher Ausgleichsleistungen für Preissenkungen vergrößert die Abhängigkeit der Landwirte von der öffentlichen Hand. Das bringt zudem neue Unsicherheiten mit sich, nachdem diese Zahlungen nach den WTO-Regeln nicht der sogenannten "greenbox" zugeordnet werden können. Sie sind v.a. auch nicht geeignet, das unternehmerische Element in der Landwirtschaft zu fördern und voranzubringen.

Nachdem sich das Thema dieser Tagung mit Zukunftsfragen der Milchviehhaltung befaßt, möchte ich speziell auf diesen Sektor etwas näher eingehen. Bei der Betrachtung der künftigen Situation auf dem Weltmarkt gehen auch bei Milch die Prognosen von einer weltweit steigenden Nachfrage und einer insgesamt günstigen Marktentwicklung aus. Umso unverständlicher ist der Vorschlag der Kommission, die Preise abzusenken. Eine Preisdruckpolitik verschafft keine Investitionsanreize. Mit ihr läßt sich die notwendige Verbesserung der Produktionsstrukturen nicht erreichen. Was wir vielmehr brauchen, sind verlässliche unternehmerische Zukunftsperspektiven. Unsere Milcherzeuger brauchen Planungssicherheit. Sie wollen wissen, wie es nach dem Jahr 2000 mit der Milchmarktpolitik weitergeht, um anstehende umfangreiche Zukunftsinvestitionen in leistungsfähige und tiergerechte Milchviehställe in Angriff nehmen zu können. Das bedeutet vor allem, daß die Preisentwicklung auf dem Markt so sein muß, daß die Rentabilität der Investitionen gewährleistet werden kann.

In der "Agenda-2000" geht die Kommission von einer Verlängerung der Quotenregelung bis zum Jahr 2006 aus. Das ist im Grunde positiv. Allerdings müssen dann auch einige Punkte in Angriff genommen werden, die in der jetzigen Quotenregelung erhebliche Probleme bereiten. Nach unserer Auffassung muß v.a. der aktive Milcherzeuger gegenüber dem bloßen Quoteninhaber bessergestellt werden. Ebenfalls ist es erforderlich, daß die Werthaltigkeit der Quote gesenkt wird. Unser Haus hat dazu in Abstimmung mit dem Berufsverband und der Molkereiwirtschaft einen Lösungsvorschlag vorgelegt. Wir sind der festen Überzeugung, daß unser Vorschlag einer marktwirtschaftlichen Lösung mit handelbaren Quoten der Landwirtschaft eher gerecht wird als ein Quoten-Pool mit staatlicher Zuteilung der Quoten.

Wie ich bereits erwähnt habe, lassen sich die von der Kommission beabsichtigte Richtpreissenkung von 10 % sowie die Einführung einer als Kompensation dafür gedachten Kuhprämie von der Marktlage her nicht begründen. Damit werden die falschen Signale gesetzt:

- Eine Milchpreissenkung führt bei der gesättigten Binnennachfrage nicht zu einem spürbaren Verbrauchsanstieg und zu einer Verbilligung der Produkte für den Verbraucher. Dagegen würde die Rentabilität und damit die Entwicklung einer zukunftsorientierten Milcherzeugung beeinträchtigt. Zudem ist zusätzlich Verunsicherung bei den Milcherzeugern zu erwarten, weil damit eine mittelfristige Abkehr von der Garantiemengenregelung interpretiert werden kann. Davon wird in Kommissionkreisen inzwischen offen gesprochen.
- Die vorgesehene Kuhprämie benachteiligt leistungsfähige Betriebe, da die Preissenkung nur nach Durchschnittsleistungen ausgeglichen wird.
- Eine Kuhprämie würde den züchterischen Fortschritt behindern und sich damit langfristig negativ auf die Wettbewerbsfähigkeit unserer Milcherzeugung auswirken.
- Als Chef einer Verwaltung, die die Brüsseler Maßnahmen umzusetzen hat, ist mir die Einführung einer Milchkuhprämie eine Horrorvision. Welche Kontrollvorgaben die EU-Kommission gibt, haben wir mit INVEKOS zur Genüge erlebt. Nach dem Vermessen der Felder ginge es dann in der gesamten bayerischen Rinderhaltung um das Zählen von Köpfen, das Ablesen von Ohrmarken usw.. Da die Tierzahlen relativ schnell erhöht werden können, die Kommission aber nicht bereit sein wird, auf diese Weise ständig mehr Geld zur Verfügung zu stellen, wird es mit Sicherheit zu einer Plafondierung kommen. Wenn dann wieder ein Referenzzeitraum für

die Zahl der prämienberechtigten Tiere pro Betrieb eingeführt wird, sehe ich schon neue Diskussionen um Härtefallregelungen auf uns zukommen.

Alles in allem lehnen wir mit gutem Grund die Vorschläge der Kommission nicht nur für den Milchmarkt, sondern auch in den anderen Bereichen ab. Erfreulicherweise sehen wir uns hier einig mit der Bundesregierung und einer großen Mehrheit der anderen Bundesländer.

Mit diesen kurzen Ausführungen habe ich auch dargestellt, welcher Herausforderung unsere Baufachleute, Landtechniker und Betriebswirte gegenüberstehen. Es geht darum, art- und tiergerechte Lösungen zu finden. Es geht darum, unsere Bauern und Bäuerinnen zu entlasten und auch menschengerechte Lösungen zu finden. Und schließlich muß alles ja auch noch bezahlbar sein.

Damit wird aber auch deutlich, wie notwendig, ja unverzichtbar die Arbeit von Wissenschaft und Beratung für die Lösung der anstehenden Probleme ist. Ich möchte mich bei der Landtechnik Weihenstephan und der Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftliches Bauwesen für die bisher geleistete Tätigkeit herzlich bedanken und darf Ihnen für die Zukunft alles Gute wünschen. Der diesjährigen Jahrestagung wünsche ich einen guten und erfolgreichen Verlauf.

## **Kriterien für die Funktionsplanung bei Kälber-, Jungvieh- und Milchviehställen**

Heinrich Pirkelmann

### **1. Einführung und Zielstellung**

Die Milchviehhaltung ist in Bayern der bedeutendste Veredlungszweig und wird es unter den gegebenen natürlichen und betrieblichen Standortbedingungen auch zukünftig bleiben. Steigende Tierleistungen sowie markt- und betriebswirtschaftliche Zwänge haben zu einer Reduzierung der Kuhzahlen und einer Konzentrierung in größeren Herden geführt. Die dafür notwendigen Bau- und Mechanisierungsinvestitionen begünstigen diesen Prozeß und werden nach vielen Prognosen den Strukturwandel noch beschleunigen.

Die Herdengröße allein ist aber noch kein Garant für die Wirtschaftlichkeit und ein befriedigendes Einkommen. Entscheidende Einflußfaktoren sind die Investitionshöhe und die sich daraus ergebenden Folgekosten, der Arbeitsanfall, die Tierleistung, die bedarfsgerechte Versorgung, die Fruchtbarkeit, die Tiergesundheit und in immer stärkerem Maße die Hygiene im Stall. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte und zur Stärkung der einzelbetrieblichen Wettbewerbsfähigkeit sind verbesserte Produktionsverfahren und ein damit einhergehendes effizientes Herdenmanagement anzustreben, wobei insbesondere auf folgende Zielstellungen zu achten ist:

- Reduzierung des Bauaufwandes auf das für den Schutz der Tiere erforderliche Maß, d.h. in Rinderhaltung einfache, aber dennoch anschaulich gestaltete Gebäude als Außenklimaställe,
- humane Arbeitsbedingungen und arbeitsentlastende Mechanisierungsverfahren, ohne die Betreuung und Kontrolle der Tiere zu vernachlässigen,
- auf die natürlichen Verhaltensweisen der Rinder ausgerichtete Aufstallungssysteme und Stalleinrichtungen.

Die konsequente Verfolgung dieser Zielvorgaben erfordert in der Gestaltung der Stallkonzepte neben der Beachtung allgemeiner, rinderspezifischer Eigenschaften

die Abkehr von der Einhäusigkeit hin zu getrennten, speziellen Kälber-, Jungvieh- und Milchviehställen.

## 2. Ansprüche des Rindes an die Klimatisierung

In der Bewertung der zunehmend gebauten Außenklimaställe finden die Reduzierung der Baukosten und die Verbesserung des Stallklimas sowie die damit verbundene Förderung der Tiergesundheit übereinstimmende Anerkennung. Zweifel bestehen jedoch nach wie vor wegen der Auswirkungen sehr niedriger Temperaturen im Winter. Obwohl hinreichend bekannt ist, daß Rinder über ein gut funktionierendes Thermoregulationsvermögen und eine höhere Toleranz gegen Kälte als gegen Hitze verfügen, werden doch vielfach Leistungseinbußen und ein vermehrter Futterverbrauch befürchtet.

Nach den von BRUCE erarbeiteten thermoneutralen Zonen für Rinder bewegen sich die unteren Grenzen in einem weiten Bereich (Abb. 1). Sie werden entscheidend beeinflusst vom Tiergewicht und der Tierleistung. Junge und auf den Erhaltungsbedarf gefütterte Rinder - ohne Fleisch- und Milchleistung - besitzen einen um 0 °C liegenden Grenzwert. Weiter absinkende Temperaturen verlangen damit eine zusätzliche Energiezufuhr zum Ausgleich der abgegebenen Körperwärme. Die Grenzwerte fallen

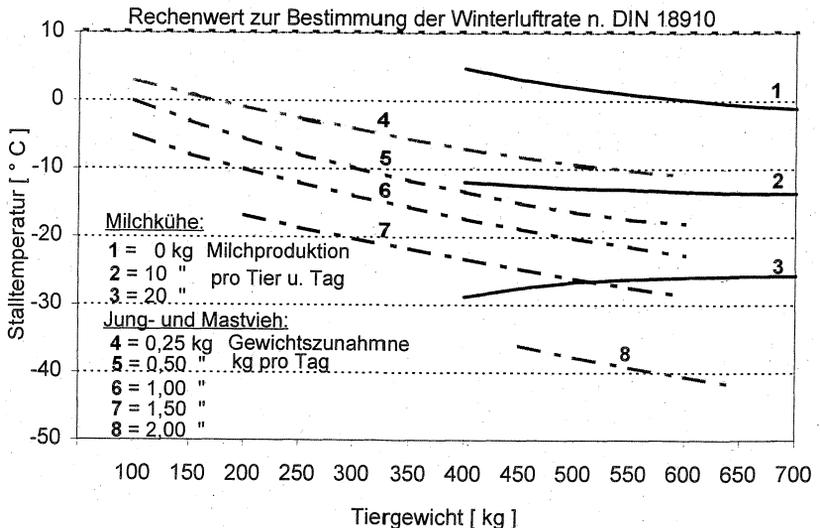


Abb. 1: Untere Grenze der thermoneutralen Zone für Rinder (BRUCE 1981)

in wesentlich niedrigere Temperaturbereiche mit zunehmender Tierleistung, da durch den erhöhten Energieumsatz ausreichend Körperwärme zur Kompensation der Umgebungstemperatur freigesetzt wird.

Als Fazit ist abzuleiten, daß besondere Umsicht bei niedrigen Temperaturen und eventuell ein Ausgleich durch Schaffung eines angepaßten Kleinklimas zumindest bei Kälbern angebracht erscheint. Bei wachsenden und vor allem hochleistenden Tieren ist dagegen durch niedrige Umgebungstemperaturen eher eine Förderung als eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens zu erwarten. Als Einschränkung ist bei allen Rindern auf die Notwendigkeit wärmegeämmter, elastischer Liegeflächen hinzuweisen, um eine erhöhte Wärmeableitung durch direkten Körperkontakt zum kalten Unterboden zu vermeiden.

Analog ist aber auch der Hinweis angebracht, daß in den warmen Sommermonaten durch eine intensive Durchlüftung, auch mit höheren Luftgeschwindigkeiten bis 0,5 m/s einer zu starken Erwärmung der Ställe vorgebeugt werden muß.

### **3. Kälberhaltung**

Die Vermeidung von Verlusten und die Aufzucht gesunder, frohwüchsiger Kälber hängt in hohem Maße von der tiergerechten Aufstallung und der sorgfältigen Betreuung ab. Als erste wichtige Maßnahme sind die Kälber, neben der Versorgung mit Biestmilch innerhalb der ersten drei Stunden, möglichst frühzeitig nach der Geburt aus dem Kuhstall herauszunehmen, um eine Infektion mit stallspezifischen Keimen zu vermeiden. Da neu geborene Kälber über kein eigenes Immunsystem verfügen, kann die Unterbrechung der Infektionskette nur durch die räumliche Trennung erreicht werden. Kälberhütten und Iglus mit reichlicher Stroheinstreu sorgen für das erforderliche Kleinklima, auch in den Wintermonaten, und ermöglichen die individuelle Versorgung mit angewärmtem Kolostrum.

Kontrovers diskutiert wird die Frage des geeigneten Zeitpunktes für den Übergang von der Einzel- in die tierfreundliche Gruppenhaltung, die nach KHVO ab der 8. Woche obligatorisch ist. Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen und wegen der einfachen Gewöhnung an den Tränkeautomaten ist die frühzeitige Umstellung unmittelbar nach der Biestmilchperiode zu empfehlen. Andererseits wird aus veterinärmedizinischer Sicht gewarnt, daß wegen des noch unvollkommen ausgebildeten eigenen Immunsystems eine erhöhte Ansteckungsgefahr besteht und frühestens nach zwei Wochen zur Gruppenbildung übergegangen werden soll.

Ein Vergleichsversuch über 49 Tage mit 32 Kälbern, die 36 Stunden nach der Geburt in Einzel- und Gruppenhaltung aufgeteilt wurden, bestätigte diesen erhöhten Infektionsdruck in der Gruppenhaltung (Abb. 2). Sowohl in der Zahl der befallenen Tiere, als auch in der Intensität der als Indikator analysierten *Pasteurella multocida* waren deutlich höhere Kennzahlen bei den Tieren in der auf Tiefstreu gehaltenen Gruppe nachzuweisen.

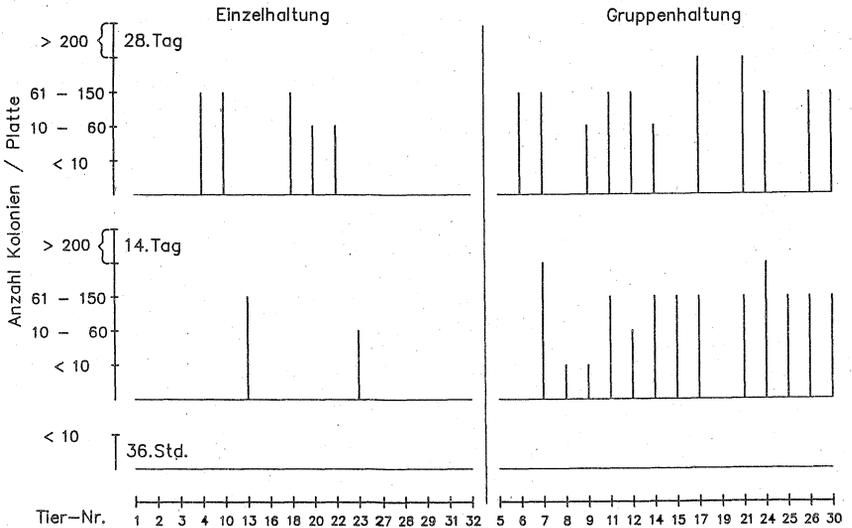


Abb. 2: Kulturell-bakteriologische Untersuchung von Nasentupfern auf *Pasteurella multocida* bei Kälbern (semi-quantitative Beurteilung)

Als Gegenreaktion hat sich aber auch der Gehalt an Immunglobulinen, hier  $I_g A$ , früher entwickelt und am 28. Tag einen deutlich höheren Wert gezeigt (Abb. 3). In den Wochen davor ist der erhöhten Infektionsbelastung durch hygienische Stallbedingungen und besondere Sorgfalt in der Rationsgestaltung und Tierbetreuung entgegenzuwirken. Wichtig ist auch in diesem Zusammenhang eine ausreichende Versorgung mit Biestmilch, wenn möglich mit Mischkolostrum, um einen ausreichenden Langzeitschutz durch Antikörper gegen Infektionen zu erreichen. In der Tat sind in der Gruppe weniger Tiere erkrankt und erforderten einen geringeren Behandlungsaufwand als in der Einzelhaltung. Im Futterverbrauch und in der Gewichtsentwicklung wurden vergleichbare Ergebnisse erzielt.

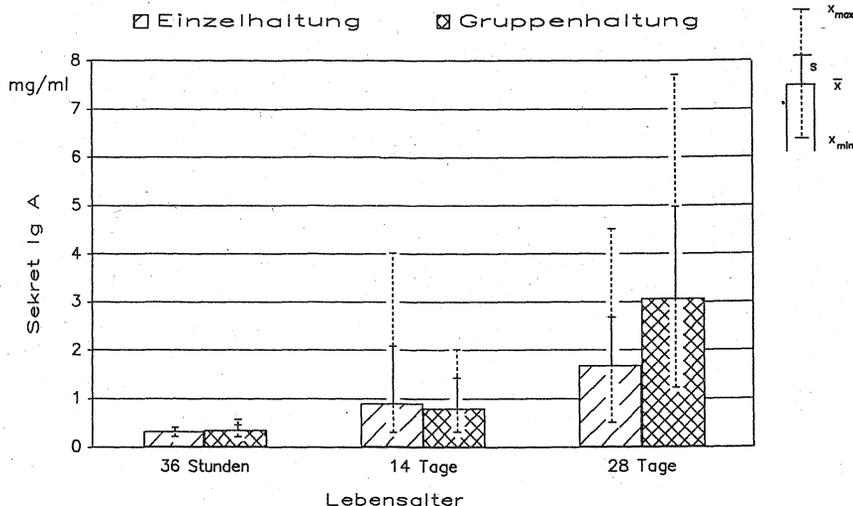


Abb. 3: Entwicklung des Ig A-Gehalts im Nasensekret von Kälbern bei unterschiedlichen Haltungsverfahren

In Außenklimaställen für die Kälberhaltung ist neben der wärmedämmenden Einstreu besonders auf eine zugfreie Gestaltung des Stallraumes zu achten. In einem Vergleichsversuch mit Fressern wurden zwei Gruppen à 20 Tiere in einem Offenfrontstall mit einer Gruppe von 15 Tieren in einem Warmstall in Futteraufwand, Gewichtsentwicklung und Gesundheitsstatus verglichen (Aufzuchtperiode 25.10.96 - 11.03.97). Beide Aufstallungen waren 2-Raumlaufställe mit Tiefstreu im Liegebereich und angehobener Standfläche am Futtertisch (Abb. 4).

Die Gewichtsentwicklung der Kälber zeigt einen vergleichbaren, wenn auch in verschiedenen Teilabschnitten wechselnden Verlauf (Abb. 5). Im Mittel lagen jedoch die Zunahmen in Gruppe 1 mit 999 g am niedrigsten im Vergleich zur Gruppe 2 mit 1 087 g und der Vergleichsgruppe mit 1 044 g. Im Futterverzehr ist ein vergleichbarer Verlauf gegeben (Abb. 6). Daraus entsteht auch ein adäquater spezifischer Energieverbrauch von 31,14 und 30,94 MJ ME pro kg Fleischzuwachs für die Versuchsgruppe 2 und die Vergleichsgruppe. Nur die Versuchsgruppe 1 erzielte mit 32,4 MJ ME/kg einen etwas ungünstigeren Wert aufgrund der geringeren Zunahmen und vor allem der größeren Streuungen in der Gruppe. Auch die Zahl der Erkrankungen und notwendigen Behandlungen lag in dieser Gruppe am höchsten.

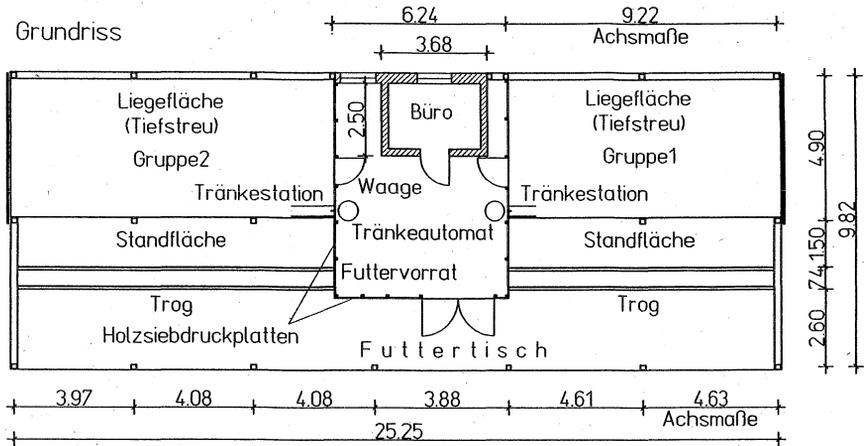


Abb. 4: Offenfrontstall für die Fresseraufzucht mit zwei Versuchsgruppen und einem wärmedämmten Zentralraum für die Versuchsdurchführung

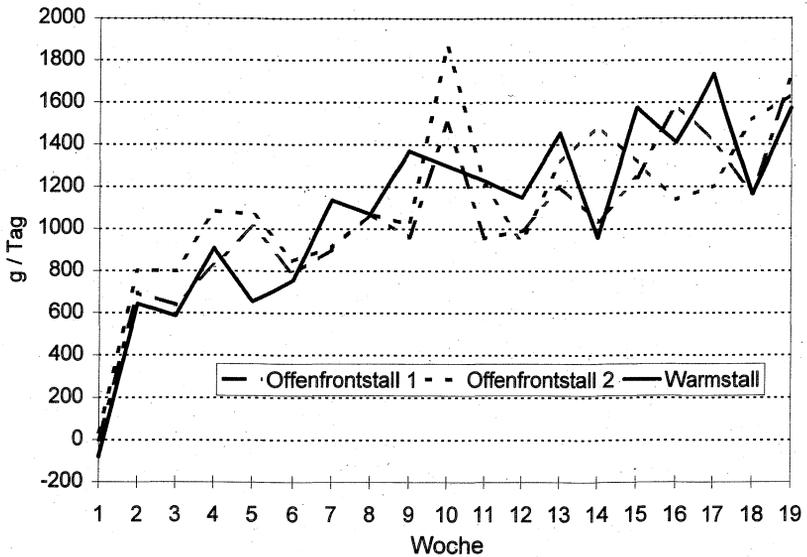


Abb. 5: Verlauf der täglichen Zunahmen bei den wöchentlichen Wiegungen

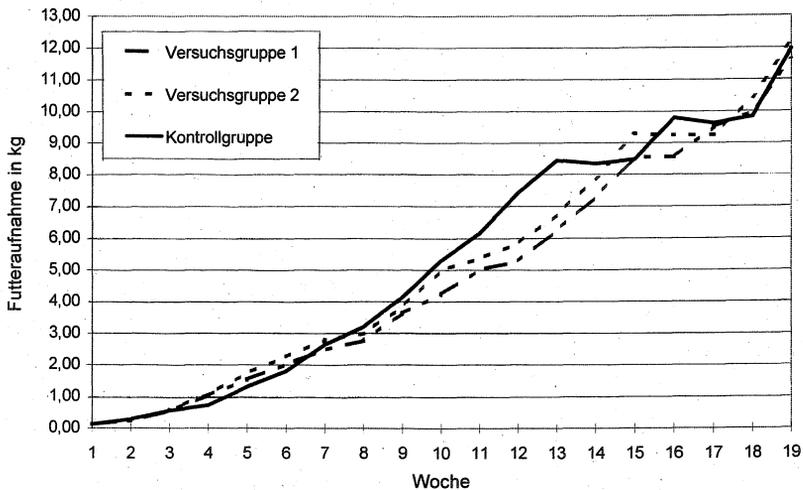


Abb. 6: Mittelwerte täglicher Futteraufnahme je Kalb über die Aufzuchtperiode

Die Unterschiede in den Versuchsergebnissen waren damit zwischen den beiden Versuchsgruppen als zur Vergleichsgruppe größer. Als mögliche Ursache werden daher nicht die Temperaturdifferenzen, sondern die unterschiedlichen Windverhältnisse vermutet. Die Versuchsgruppe 2 war von dem von Westen bzw. Südwesten einströmenden Wind völlig geschützt. Dagegen konnte ab der Stallmitte der Wind auch in das Stallinnere und damit in den Stallraum der Versuchsgruppe 1 eindringen. Die dadurch erhöhten Windgeschwindigkeiten verursachten ein schlechteres äußeres Erscheinungsbild der Kälber und die ungünstigeren Werte im Futterverbrauch und der Tierentwicklung.

Als Fazit ist aus diesen Versuchsergebnissen abzuleiten, daß Kälber bei entsprechender Betreuung frühzeitig in die Gruppenhaltung übernommen werden können und auch unter Außenklimabedingungen gute Aufzuchterfolge erbringen. Als geeignete Stallform ist insbesondere der 2-Raumlaufstall mit Tiefstreu zu empfehlen. Das Flächenangebot sollte von mindestens 1,5 m<sup>2</sup> auf etwa 2,5 m<sup>2</sup> bis zum Ende der Aufzuchtperiode angehoben werden. Alternativ sind Liegeboxen mit wärmegeädämmtem Lager möglich, wenn auch die Anpassung der Boxenmaße an die unterschiedlichen Tiergrößen und damit die Sauberhaltung der Boxen nur schwer zu realisieren sind.

Der zunehmende Einsatz der rechnergesteuerten Tränkeautomaten zur individuellen Zuteilung der Milchtränke erfordert einen frostsicheren Raum für die Technik oder zumindest die Einhausung der Tränkeanlage. Der Tränkestand selbst ist auf einem befestigten, gut zugänglichen Standort anzuordnen.

Dem, in Verbindung mit Tränkeautomaten befürchteten gegenseitigen Besaugen, kann durch die Wahl geeigneter Tränkeprogramme mit Mindestabgabemengen von 1,5 - 2,0 l pro Besuch, einer großzügigen Raumbemessung und einem frühzeitigen Angebot von Kraft- und Rauhfutter entgegengewirkt werden. Zusätzliche technische Hilfen durch verbesserte Tränkestände sind in Entwicklung.

#### 4. Jungviehhaltung

Das Ziel der Jungviehaufzucht ist die Förderung einer zügigen Jugendentwicklung, um ein früheres, vorwiegend vom Körpergewicht abhängiges Erstkalbealter zu erreichen. Aus dem Erstkalbealter und der Abgangsrate in der Milchviehherde errechnet sich auch der notwendige Bestand an weiblichen Jungrindern zur Bestandsergänzung (Tab. 1). In der Übersicht sind bereits eine Verlust- und Merzungsrate von 10 % erhalten. Aus ökonomischen Gründen wird je nach Rasse und Aufzuchtintensität ein Erstkalbealter von 24 - 26 Monaten angestrebt.

Tab. 1: Anzahl benötigter weiblicher Jungtiere in einer Herde mit 100 Kühen (nach MENSİ 1991, zitiert in MANSFELD 1995))

Abgangsrate in %	Erstkalbealter							
	22	24	26	28	30	32	34	36
	Anzahl Jungtiere							
20	40		48	51	55	59	62	66
22	44	48	52	56	61	65	69	73
24	48	53	57	62	66	70	75	79
26	52	44	62	67	72	76	81	86
28	56	62	67	72	77	82	87	92
30	61	66	72	77	83	88	94	99
32	65	70	76	82	88	94	100	106
34	68	75	81	87	94	100	106	112
36	73	79	86	92	99	106	112	119

Für ein intensives Jugendwachstum ist vor allem das 1. Lebensjahr mit einer intensiveren Fütterung von Bedeutung, während im 2. Jahr eine etwas verhaltenere Versorgung einer unerwünschten Verfettung vorbeugt. Dementsprechend sind in der Haltung altersbezogene Gruppen zu bilden. Anzustreben sind nach dem Absetzen wenigstens vier Abteile, um zu große Altersdifferenzen innerhalb der Gruppen zu vermeiden.

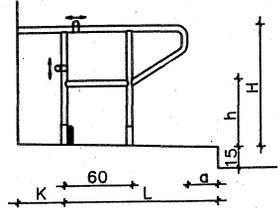
Für die Jungviehaufzucht ist der Außenklimastall das bevorzugte Haltungssystem, ohne bei angestrebten täglichen Zunahmen von 700 - 900 g im Winter eine Futtermehrbelastung fürchten zu müssen. Voraussetzung ist auch hier ein wärmegeprägter Liegeplatz. Der im Warmstall häufig praktizierte Vollspaltenboden, der wegen der dichten Belegung auch Anreize zum gegenseitigen Besaugen zu geben scheint, scheidet damit aus.

Bei ausreichenden Strohvorräten ist vor allem für die jüngere Altersgruppe der 2-Raumlaufstall mit angehobener Standfläche am Futtertisch als bevorzugtes System zu empfehlen. Das Platzangebot ist großzügig zu bemessen und sollte wegen einer größeren Flexibilität auf 2,5 m<sup>2</sup> pro Tier ausgelegt werden.

Für das ältere Jungvieh ist der Tretmiststall möglich. Den Vorzug verdient aber der Liegeboxenstall, da er mit wenig oder ohne Stroh auskommt und die Gewöhnung an die Boxen im Kuhstall vorwegnimmt. Die Bemessung der Boxen hat sich an der Tiergröße zu orientieren, wobei in den Altersgruppen ab einem Jahr ein etwas größerer Spielraum tolerierbar ist (Tab. 2).

Tab. 2: Liegeboxenmaße für Jungvieh nach Alter und Gewicht (ALB-Blatt 02.03.15)

Alter Monate	Tiergew. kg	Länge cm	Breite cm	a cm	K cm	H cm	h cm
bis 12	bis 300	140	80	15	35	80	30
12-20	300-400	155	95	20	40	90	35
20-28	400-500	165	110	25	45	100	40
über 28	500-750	180	120	25	50	110	40



Die Boxenanordnung sollte zur besseren Raumausnutzung mehrreihig oder auch in Queraufstellung erfolgen (Abb. 7).

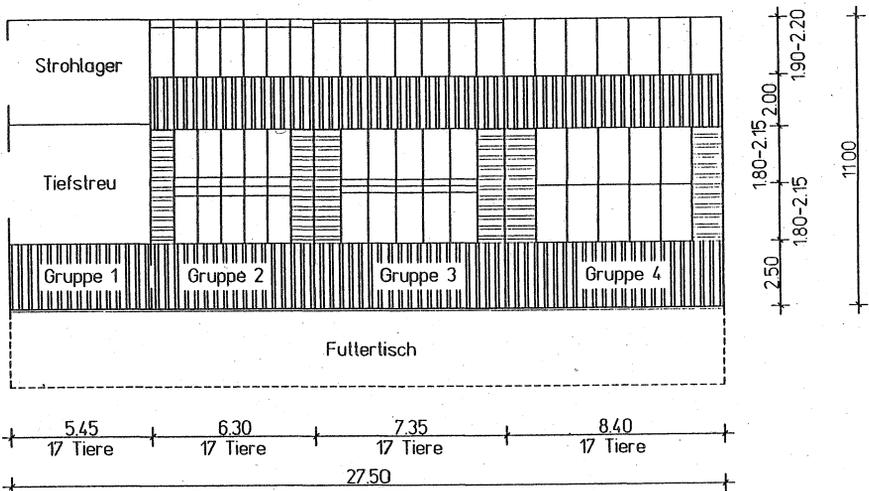


Abb. 7: Offenfrontstall für Jungvieh mit Längsanordnung der altersangepaßten Liegeboxen

Ein Tier-Freßplatz-Verhältnis von 1:1 ist nur bei Einzelfuttermittelvorgabe erforderlich, während bei Mischungen Einschränkungen bis 1:3 akzeptiert werden können. Zu prüfen ist auch, ob nicht das Jungvieh häufiger über den Sommer in Ganztagesweide gehalten werden kann. Dadurch könnte Arbeit eingespart und durch die Bewegung und Besonnung die Jugendentwicklung der Tiere gefördert werden. Notwendig ist für die

Weidehaltung eine Schutzhütte gegen extreme Witterungsbedingungen. Nach der veränderten Bayer. Bauordnung ist die genehmigungsfreie Errichtung bis zu einer Größe von 100 m<sup>2</sup> Grundfläche, mit Vordach bis 140 m<sup>2</sup> möglich.

## 5. Milchviehhaltung

Auch in der Milchviehhaltung ist eine klare Raumgliederung nach dem Produktionsstatus in trockenstehende, kalbende und laktierende Kühe vorzusehen. Nach Möglichkeit sollte aber keine vollkommene Isolierung dieser Gruppen, sondern nur eine Abgrenzung in Stallabteile mit verbleibenden Sozialkontakten vorgenommen werden. Als Aufstallungssystem ist mit zunehmender Herdengröße aus Gründen des Arbeitszeitbedarfes, der Kosten und der Sauberkeit der Kühe, insbesondere der Euter, der Liegeboxenstall eindeutig zu favorisieren.

Bei ganzjähriger Abkalbung sind etwa 15 - 20 % der Stallplätze für trockenstehende Kühe mit direktem Zugang zum Futtertisch bereitzustellen. Die Angliederung an die niedrigleistende Leistungsgruppe erleichtert den Umtrieb. Bei ausreichender Tierzahl wäre in größeren Herden von seiten der Fütterung eine nochmalige Unterteilung der Trockensteller wünschenswert. Damit könnte unmittelbar nach dem Trockenstellen die angestrebte restriktive Versorgung und in der 2. Phase die Anfütterung als Vorbereitung für die Laktationsphase realisiert werden. Alternativ kann für letztere auch eine Abrufstation installiert werden.

Bei kontinuierlicher Abkalbung sind für ca 4 % der Herde Abkalbeboxen vorzusehen. Die Anordnung ist neben den hochleistenden Kühen anzustreben. Damit können die eine Woche vor dem Kalben aufgestallten Tiere auch mit der Ration der Hochleistungstiere zur Anfütterung am gleichen Futtertischabschnitt versorgt werden. Als Flächenbedarf sind für Einzelboxen 8 - 10 m<sup>2</sup> und für Gruppenboxen 6 - 8 m<sup>2</sup> pro Tier vorzusehen. Zur Sicherstellung der notwendigen Hygiene ist immer auf trockene Einstreu zu achten.

Mit zunehmender Technisierung bzw. Automatisierung der Fütterung und des Melkens entstehen im Stall immer mehr zentrale Stationen. Dies führt im Tierverhalten weg vom herdensynchronen Rhythmen hin zu sequentiellen Funktionsabläufen. Um die Länge der Laufwege in Grenzen zu halten und einen störungsfreien Tierverkehr zu ermöglichen, sind ausreichend breite Gänge mit häufigen Übergängen in den Boxenreihen und kompakte Ställe anzustreben. Diesem Ziel kommen vier Boxenreihen mit kurzen Wegen zum Futter und Melken entgegen. Insbesondere ist bei grös-

seren Stalleinheiten die Verlagerung des frostgeschützten Melkbereiches von der Stirnseite zur Stallmitte zu empfehlen, auch wenn die unmittelbare Zuordnung vom Melkstand zu den Milchnebenräumen nicht mehr in jedem Fall zu realisieren sein wird (Abb. 8). Diese Anordnung kommt auch einer späteren Umrüstung für das automatisierte Melken sehr entgegen.

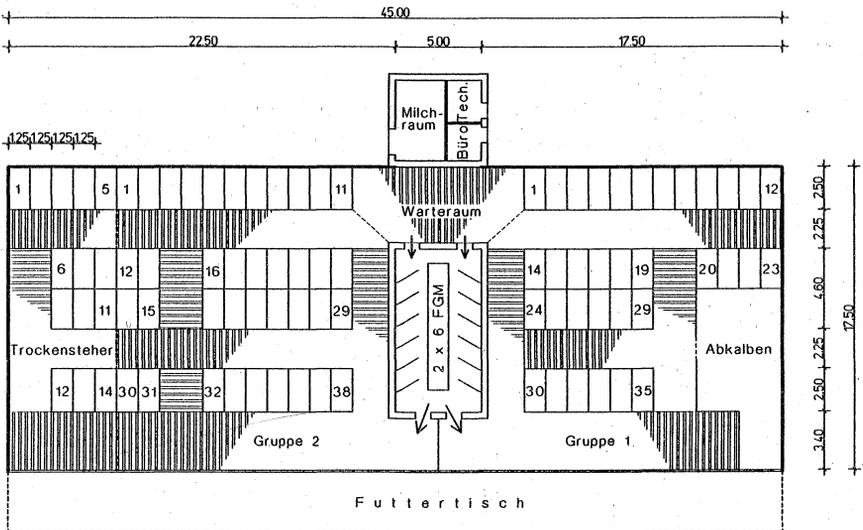


Abb. 8: 4-reihiger Liegeboxenstall mit zentraler Anordnung des Melkstandes

In der Fütterung verlangt die Differenzierung nach Grundfutterqualitäten für eine Steigerung der T-Aufnahme und die Ausfütterung hoher Leistungspotentiale die Gruppenfütterung. Nach der Energieabstufung im Grundfutter und dem steigenden Tierleistungen erscheinen auch beim Einsatz von TMR in den meisten Fällen zwei Leistungsgruppen ausreichend. Die Untergliederung mit mechanischen Abtrennungen ist bei größeren Herden machbar. Die bekannten Nachteile durch Rangauseinandersetzungen bei Gruppenwechsel können bei gleichzeitigem Umsetzen von mehreren Tieren und damit weniger häufigen Umstellungsphasen in Grenzen gehalten werden. Mit Selektionstoren am Zugang zu abgegrenzten Freßbereichen sind derartige Unruhen in der Herde zu vermeiden (Abb. 9).

Ein weiterer Vorteil der vierreihigen Aufstallung ist, daß die Mistgänge immer beidseitig genützt werden und ein günstiges Verhältnis von nutzbarer Grundfläche und Bauhülle besteht. Dieser Grundriss läßt jedoch nicht die Einhaltung eines Tier-Freßplatz-Verhältnisses von 1:1 zu und erfordert den Einsatz von Futtermischungen. Die notwendige Freßplatzeinsparung sollte weniger bei der Hochleistungsgruppe und zu

Lasten der niedrig leistenden Tiere vorgenommen werden. Die gleichzeitig zu empfehlende Vorratsfütterung mit einmal täglicher Vorlage begünstigt zudem eine über den Tag flexiblere Arbeitserledigung.

Der Futtertisch ist bei einhäusigen Anlagen als Offenfrontstall unter dem Vordach untergebracht. Um einen für die Tiergesundheit fördernden Auslauf schaffen zu können, ist die abgesetzte Überdachung des Futtertisches erforderlich. Noch nicht zufriedenstellend gelöst ist jedoch die Ausbildung der Laufhöflchen und die Verfügbarkeit funktionsfähiger und preiswerter Techniken zur Entmistung, die wesentlich für eine größere Verbreitung dieses Stallsystemes beitragen würden.

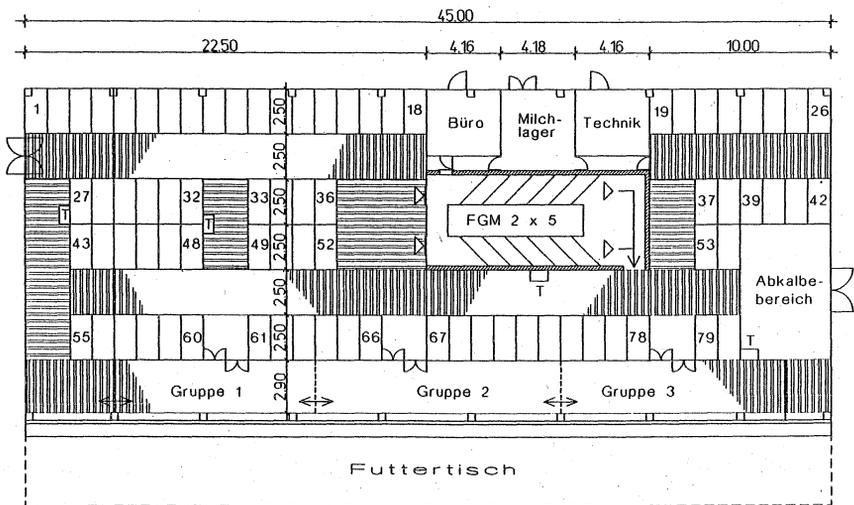


Abb. 9: 4-reihiger Offenfrontstall mit Gruppenfütterung durch rechnergesteuerte Selektionstore in den Übergängen zum Futtertisch

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Die konsequente Ausbildung der Stallungen nach dem Nutzungsziel für die jeweilige Tierart spricht mit wachsenden Bestandsgrößen für eine Trennung in Kälber-, Jungvieh- und Milchviehställe. Für alle Bereiche stellt der Außenklimastall ein geeignetes Haltungssystem dar. Rinder tolerieren eine weite Temperaturspanne, auch im Frostbereich. Wichtig ist ein ausreichender Windschutz und ein wärmedämmter Liegeplatz.

Die Gruppenhaltung erfordert für ein ungestörtes Verhalten die Gliederung des Stalles in verschiedene Funktionsräume für Liegen, Laufen und Futteraufnahme bzw. Melken. Da die Bewegungsaktivitäten hauptsächlich von der Futteraufnahme ausgelöst werden, ermöglicht der freie Zugang zum Futtertisch bzw. zu rechnergesteuerten Futterstationen die Ausbildung tierindividueller Tagesrhythmen.

Die zunehmende Mechanisierung und Automatisierung der meisten Arbeitsabläufe erfordert eine intensive Beobachtung und Kontrolle der Tiere. Eine wichtige Hilfestellung wird dazu von elektronischen Techniken, beginnend bei der Tieridentifizierung bis hin zur Registrierung der Leistungs-, Gesundheits- und Verhaltensdaten geliefert. Diese Informationen gilt es auf Plausibilität zu prüfen, auszuwerten und in ein Gesamtschema eines Herdenmanagementsystems zu integrieren.

## 7. Literatur

GRAUVOGL, A. et al: Artgemäße und rentable Nutztierhaltung. Verlags Union Agrar München, (1997)

MANSFELD, R., HEUWIESER, W: Färsenmangement: Das erste Kalb schon mit 22 - 24 Monaten? Milchpraxis (1995), H. 4, S. 168 - 172

PELZER, A., MÜSCH, W.: Den Luftraum beherrschen: Stallklima schon beim Planen berücksichtigen. dlz (1997), H. 10, S. 96 - 98

PIRKELMANN, H., FRIEDAG, F., HÖRMANNSDORFER, F.: Vergleich der Einzelhaltung von Saugkälbern zur Gruppenhaltung. Tagungsband: Bau und Technik in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Gießen 16. - 17.03. (1993), S. 55 - 65

PLATEN, M., KROKER, M.: Durch intensive Aufzucht zu früher Erstabkalbung. Neue Landwirtschaft (1995), H. 7, S. 63 - 65

RICHTER, Th. et al: Der Freiluftstall. Tierärztliche Umschau (1996), H. 1, S. 426 - 435

# Vergleich kostengünstiger Stallgebäude für Milchvieh

Leonhard Rittel

## 1. Einleitung

Den meisten bauwilligen Landwirten ist inzwischen klar, daß die Zeiten mit Stallbaukosten von 15.000,- DM und mehr pro Kuhplatz endgültig vorbei sind. Die Agrarpreissituation und der beschleunigte Strukturwandel zwingen zu einem gewaltigen Umdenkungsprozeß, der die Landwirtschaft inzwischen voll erfaßt hat. Das fehlende Kapital entwickelt in dieser Richtung wesentlich mehr Dynamik als ein noch so didaktisch ausgeprägtes Beratungsgespräch.

Nachfolgend wird ein Vergleich kostengünstiger Stallgebäude für einen Bestand von 70 bzw. 2 x 70 Milchkühen ohne Nachzucht durchgeführt, wobei Einzelboxen für Biestmilchkälber sowie eine Abkalbebucht mit einem kleinen Strohlager mit berücksichtigt sind. Der Melkstand und die technischen Nebenräume sind im Stallgebäude untergebracht, aber separat abgemauert. Die Entmistung erfolgt auf planbefestigten Flächen und die Lagerung auf einer Dungplatte mit darunterliegender Jauchegrube. Als Vergleichsbasis - sozusagen als Nullvariante - dient ein dreireihiger, geschlossener und wärmegeämmter Liegeboxenlaufstall mit verputzter 36,5 cm starker Leichtziegelwand und Trauf-Firstlüftung. Die Längenabstimmung des Gebäudes erfolgt im 5 m Raster. Im Zeitalter der Serienproduktion ist ein auf 3,50 m abweichendes Gebäufeld sicherlich nicht preiswerter als ein in der Serie bleibendes 5 m Feld. Der Vergleich berücksichtigt nur den Bauaufwand und nicht die technische Ausstattung.

Als Varianten werden verschiedene drei- und vierreihige Stallformen als Offenfrontstall oder mit außenliegender Fütterung sowie als Tretmist- und Tiefstreustall verglichen, wobei als Melkvarianten ein konventioneller Fischgrätenmelkstand oder ein automatisches Melksystem herangezogen werden.

## 2. Grundrisse und Gebäudeformen

### 2.1 Dreireihige Liegeboxenställe, Tretmist- und Tiefstreustall

In der ersten Vergleichsgruppe sind dreireihige Liegeboxenställe sowie Tretmist- und Tiefstreustall zusammengefaßt. Mit Ausnahme des gemauerten und wärmegeprägten Referenzstalles mit 18,50 m beträgt die Gebäudebreite bei den Offenfrontställen 13,25 m. Die Stalllänge beträgt 50,49 bzw. 50,30 m bei den Holzkonstruktionen.

#### 2.1.1 Dreireihiger wärmegeprägter Liegeboxenlaufstall

Dieser klassische Stalltyp ohne Jungvieh dient als Referenzobjekt für die Stallvergleiche (Abb. 1). Der Unterbau besteht aus Betonfundamenten und einer planbefestigten Bodenplatte. Aus Wärmeschutzgründen ist die Umfassung mit 36,5 cm Leichtziegel und Dämmörtel erstellt. Stahlbetonstützen und Ringanker steifen das Gebäude aus. Die Wände sind beidseitig verputzt. Die Traufhöhe ist auf 3,20 m angelegt. Der Melkstand (2 x 5 FGM) und die Nebenräume sind mit 24 cm bzw. 11,5 cm starkem Mauerwerk abgegrenzt. Das Dach trägt eine zweifach abgestützte Kant-

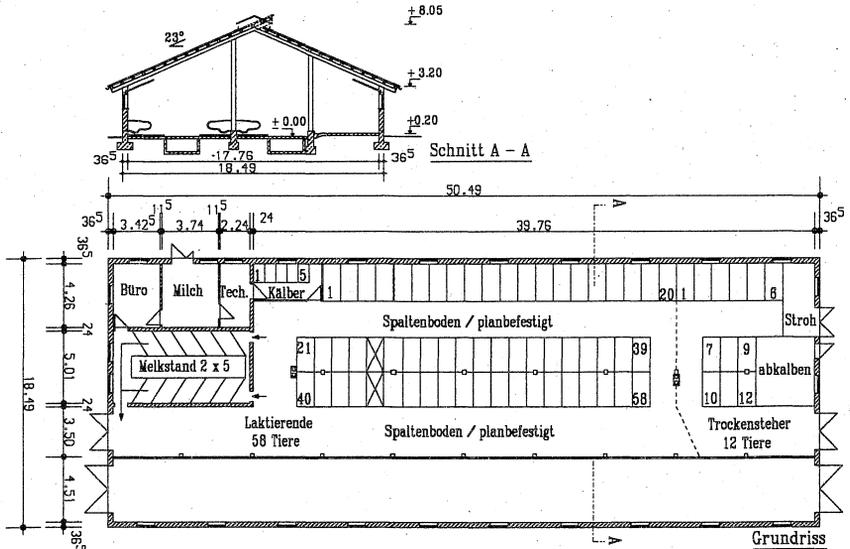


Abb. 1: Wärmegeprägter dreireihiger Liegeboxenlaufstall für 70 Kühe ohne Jungvieh

holzkonstruktion mit Riegel, Pfetten, Konterlattung und Lattung. Als Eindeckung sind Betondachsteine ausgewählt. Die Belichtung wird über Fenster im Wandbereich und eine transparente Abdeckhaube für die Trauf-Firstbelüftung sichergestellt. Zur Wärmedämmung im Dachbereich sind 6 cm starke extrudierte Polystyrolplatten (z. B. Styrodur) auf der Pfettenunterseite befestigt. Die vorhandene Gebäudelänge bietet jedem Tier einen Freßplatz. Außerdem stehen zwei Krafftutterautomaten zur Verfügung. Die Entmistung auf der planbefestigten Fläche besorgen zwei Flachschieber.

### 2.1.2 Offenfrontstall mit Tiefstreu

Im Gegensatz zum "Massivstall" sind der Tiefstreu- und der Tretmiststall nur 13,25 m breit. Der einseitige Futtertisch wird von einem 2,50 m weiten Vordach überdeckt, das eine Durchfahrtshöhe von 3,50 m zuläßt (Abb. 2). Der massive Gebäudeteil mit 10,24 x 9,76 m umschließt den Melkstand und die technischen Nebenräume. Er ist wie eine "Schachtel" in das Gebäude eingeschoben, das aus einer dreifach abgestützten Holzkonstruktion mit dreiseitig geschlossener Bretterwand besteht. Eine transparente Firstabdeckhaube belichtet den Stall zusätzlich. Der Grundriß mit Schnitt zeigt einen 3,50 m breiten Freßgang und den um drei Stufen abgesenkten Liegebereich.

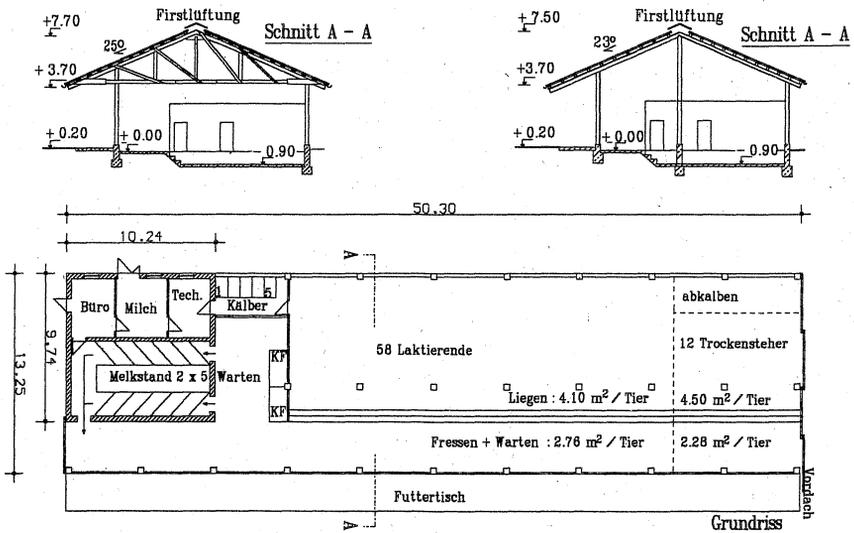


Abb. 2: Tiefstreu stall für 70 Kühe ohne Jungvieh

### 2.1.3 Offenfrontstall mit Tretmist

Der Tretmiststall unterscheidet sich von seinem Vorgänger durch eine veränderte Aufstallung, die Tiefstreuvariante ist durch eine Tretmistversion ersetzt (Abb. 3). An den planbefestigten Freßplatz schließt sich eine 7,50 m tiefe schiefe Ebene und ein 2,20 m breiter Strohgang an.

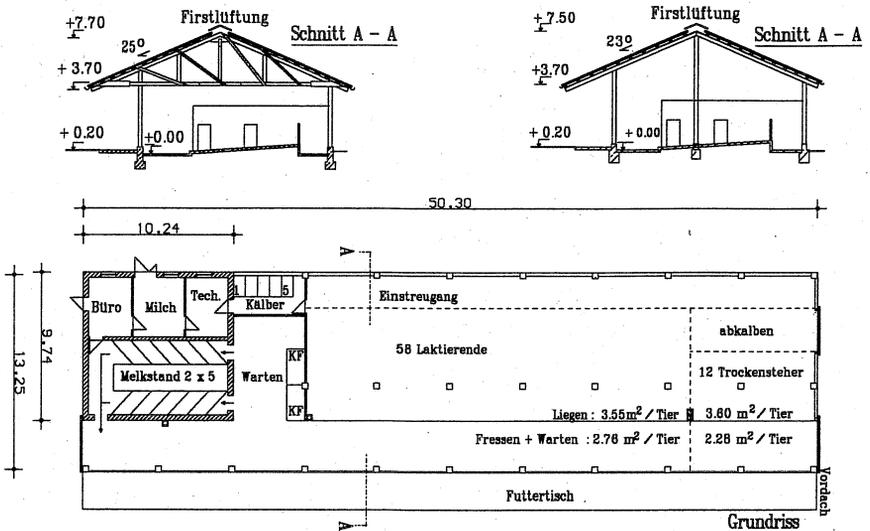


Abb. 3: Tretmiststall für 70 Kühe ohne Jungvieh

### 2.1.4 Dreireihiger Offenfrontstall mit Liegeboxen

Die Liegeboxenaufstallung unterscheidet diesen Offenfrontstall von seinen beiden Vorgängertypen (Abb. 4). Da es sich auch hier um eine dreifach abgestützte Holzkonstruktion handelt, ist die mittlere Stützenreihe mit der funktionsgerechten Einteilung der Liegeboxen in Einklang zu bringen. Ein beliebiges Verschieben der Boxen ist nicht möglich, wenn vermieden werden soll, daß bei genau 70 Tierplätzen keine Stütze in einem Quergang zu stehen kommt. Bei Gebäudebreiten bis zu 15.00 m und nicht zu hohen Schneelasten ist es ratsam, auf Stützen im Aufstallungsbereich zu verzichten. Sowohl bei der Erstausrüstung als auch bei einer späteren Umrüstung zur Mitnahme des technologischen Fortschrittes bietet eine stützenfreie Konstruktion viel mehr Gestaltungs- und Anpassungsmöglichkeiten.

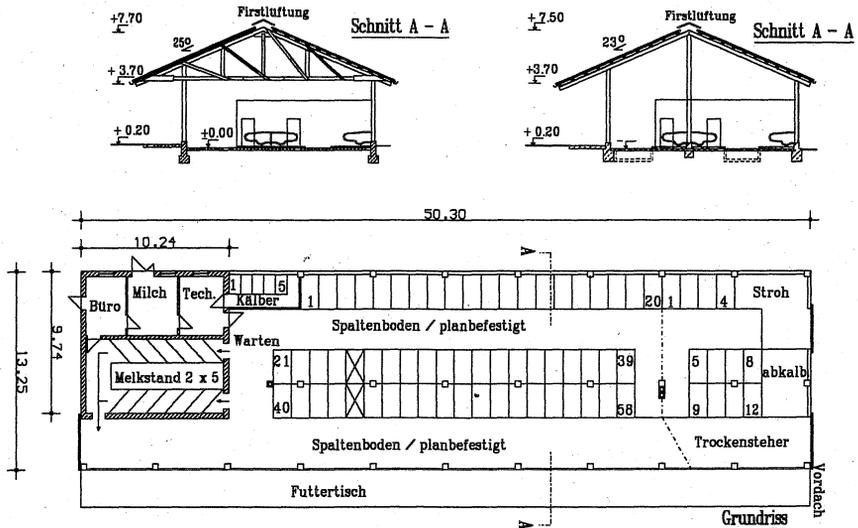


Abb. 4: Offenfrontstall mit 3 Liegeboxenreihen für 70 Kühe ohne Jungvieh

### 2.1.5 Dreireihiger Offenfrontstall mit Liegeboxen und AMS

Durch den Einbau eines automatischen Melksystems entfällt der Platzanspruch für den 2 x 5 Fischgrätenmelkstand und durch die Veränderung der Anordnung der Nebenräume verringert sich die Gebäudelänge um 5 m auf 45,30 m gegenüber 50,30 m beim konventionellen Melksystem (Abb. 5). Der Melkroboter der Fa. Lely mit einem Gewicht von ca. 1600 kg wird als fertige Einheit geliefert und am besten mit dem Kran in den Stall gehoben. Wenn auch an eine spätere Demontage gedacht wird, ist es nicht sinnvoll, diese Einheit in einem ummauerten Gebäudeteil mit darüberliegender Decke zu installieren. Die Schnittstelle zwischen Warm- und Außenklimabereich ist mit schwerer Transporttechnik gut zugänglich und so ein passender Standort. Eine notwendige Wärmedämmung für die Winterzeit kann auch am tragenden Gerüst der Robotereinheit befestigt werden. Der großteils mit Wärmedämmung eingehauste Melkbereich kann bei Minustemperaturen mit einer einbetonierten, elektrischen Heizmatte relativ einfach frostfrei gehalten werden.

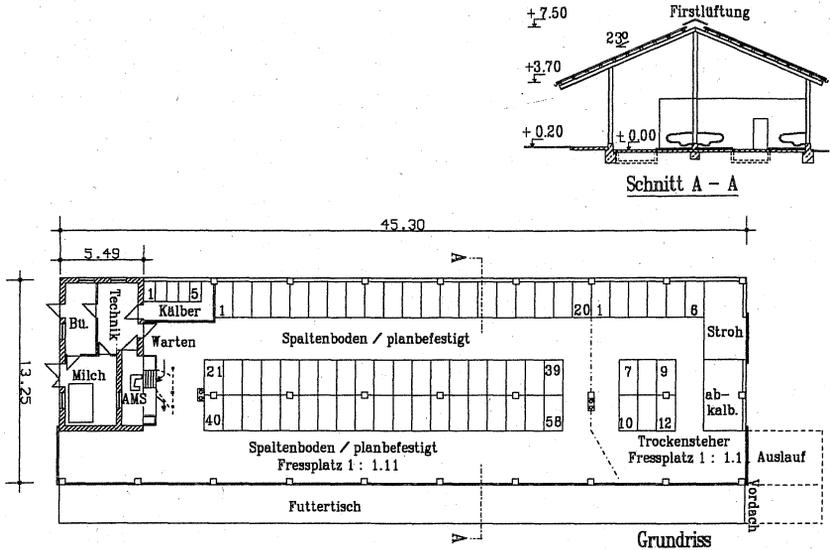


Abb. 5: Offenfrontstall mit 3 Liegeboxenreihen für 70 Kühe ohne Jungvieh mit AMS

## 2.2 Vierreihige Liegeboxenlaufställe

Ein vierreihiger Liegeboxenlaufstall mit mittigem Futtertisch ist im Prinzip eine Doppelzweierreihe mit relativ viel Grundfläche und der Notwendigkeit, die Kühe zum Melken quer über den Futtertisch treiben zu müssen. Im bäuerlichen Familienbetrieb fand dies wenig Nachahmung. Im Gegensatz dazu und auch zur dreireihigen Liegeboxenaufstellung kann der Vierreihiger mit außenliegendem Futtertisch vom Grundrißkonzept her viel knapper gehalten werden. Dies hat jedoch zur Folge, daß bei einseitigem Futtertisch nicht mehr für jedes Tier ein Freßplatz zur Verfügung steht. Die nachfolgenden Abschnitte geben dazu noch weitere Erläuterungen.

### 2.2.1 Vierreihiger Liegeboxenlaufstall mit außenliegendem Futtertisch

Dieser Gebäudetyp ist geprägt durch einen giebelseitigen Massivteil, in dem der Melkstand mit Warteraum sowie die Nebenräume und die Kälber untergebracht sind. Dieser Gebäudeteil und die anschließende Liegeboxenhalle werden überdacht von einer Holzkonstruktion, die im Liegehallenbereich mit einer Mittelstütze abgestützt oder mit einem Kantholzbinder freitragend ausgeführt sein kann. Der Hallenbereich ist mit einer bretterverkleideten Wand allseits geschlossen (Abb. 6).

Der außenliegende Freßplatz ist in die Dachkonstruktion mit einbezogen. Diese ist mit einer Stützenreihe an der Barrenwand abgestützt und überkragt den Futtertisch um ca. 2,50 m. Die Gebäudelänge mit ca. 41 m und die Breite mit 18,75 m geben dem Grundriß eine klare und kompakte Form. Allerdings steht bei dieser Gebäudelänge nicht mehr für jedes Tier ein Freßplatz zur Verfügung. Je nach Aufteilung der Freßplatzlänge ergibt sich für die drei Gruppen ein Verhältnis von 1 : 1,25 für Gruppe 1 bis 1 : 1,33 für die Trockensteher.

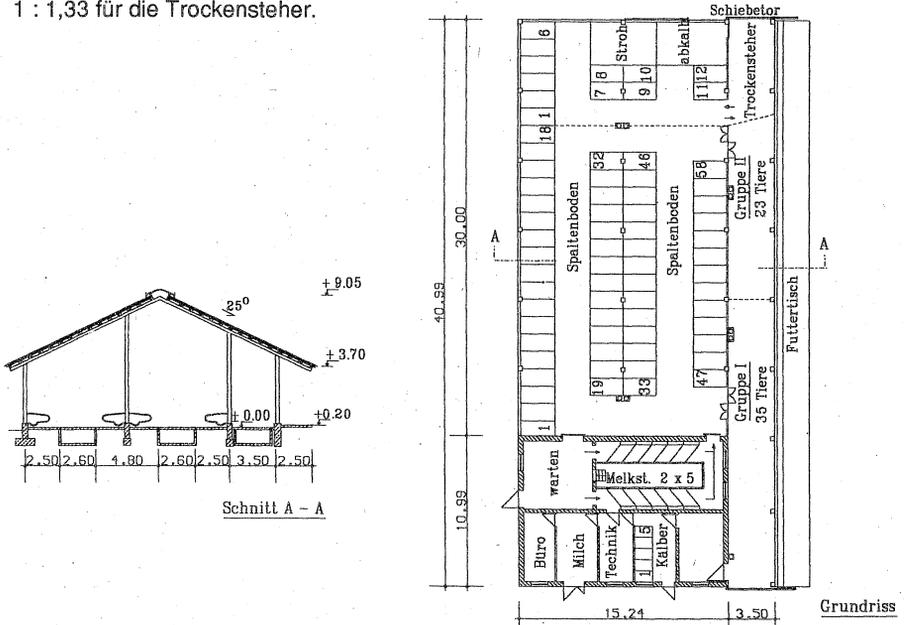


Abb. 6: Vierreihiger Liegeboxenlaufstall für 70 Kühe mit Gruppenfütterung ohne Jungvieh

### 2.2.2 Vierreihiger Liegeboxenlaufstall mit beidseitigem Außenfuttertisch

Die Unterschiede zum vorher beschriebenen Stall liegen nur in den beidseitig angeordneten Außenfuttertischen, die jedem Tier reichlich einen Freßplatz zur Verfügung stellen (Abb. 7). Betriebe mit Grünfütterung im Sommer können so bei ihrer Wirtschaftsweise bleiben. Da jedoch nur ein Futtertisch zur günstigen Wetterseite hin liegen kann, ist es durchaus möglich, im Winter eine Seite zu schließen. Aus pragmatischen Gründen geschieht dies jedoch nicht, weil es meist nur 2-3 Wochen im Jahr sind, die diesen Schritt rechtfertigen würden.

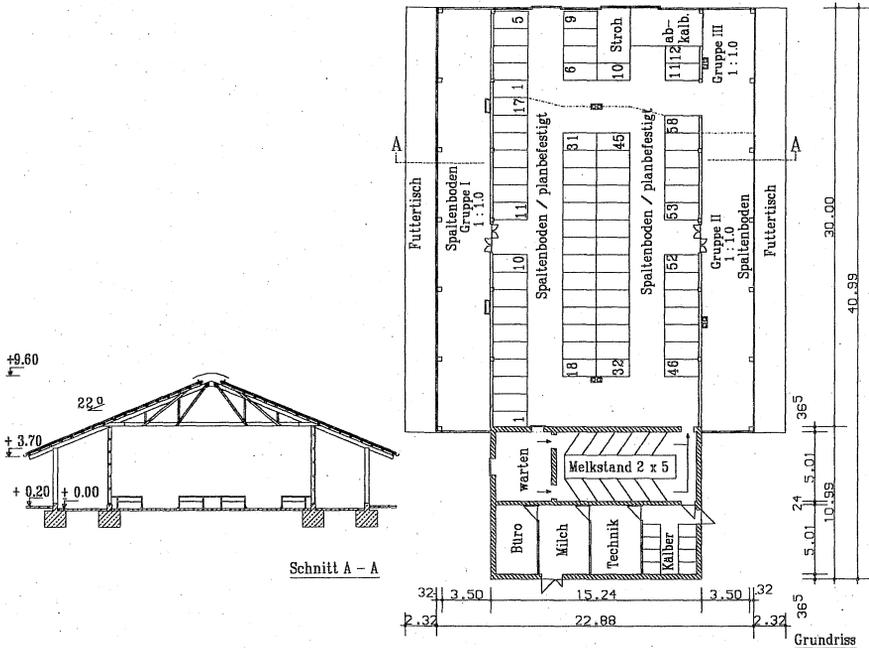


Abb. 7: Vierreihiger Liegeboxenlaufstall für 70 Kühe mit Gruppenfütterung ohne Jungvieh

### 2.2.3 Vierreihiger Liegeboxenlaufstall für 140 Kühe bei mittiger Melkstandanordnung und Gruppenfütterung

Für größere Milchviehbestände ist die giebelseitige Anordnung des Melkstandes und der Nebenräume nicht mehr sinnvoll, da die Zutriebswege zu lang werden. Die mittige Anordnung des Melkstandes im Gebäude und der Nebenräume in einem seitlichen Anbau ist hier zweckmäßiger (Abb. 8). Bei letzterem macht jedoch die architektonische und bautechnische Anbindung an das Hauptgebäude mit Einhaltung der Fronthöhe und mit den sich ergebenden Dachverschnitten Probleme, die sich auch in den Baukosten niederschlagen.

Von den bereits beschriebenen vierreihigen Bautypen unterscheidet sich dieser nur durch die Gebäudelänge und die Melkstandsituierung. Das bautechnische System ist identisch. Die fehlende Freßplatzlänge wird durch eingeschränkte Freßplätze ausgeglichen, deren Verhältnis je nach Gruppe schwankt. Die Gruppen sind auch im Liegebereich getrennt gehalten und die laktierenden Gruppen werden nacheinander gemolken, um ein Vermischen zu vermeiden. Sowohl beim Warteraum als auch beim Ausgang zum Freßbereich werden die Abtrennungen dann verstellt.

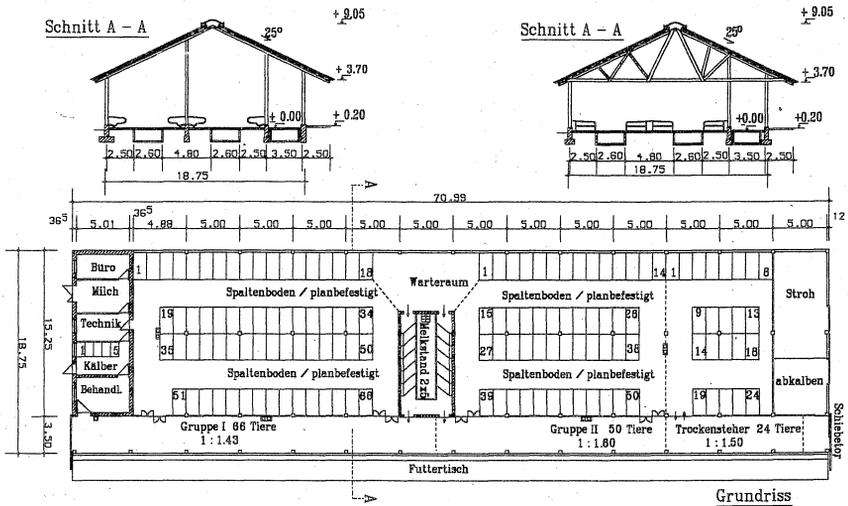


Abb. 8: Vierreihiger Liegeboxenlaufstall für 140 Kühe mit Gruppenfütterung ohne Jungvieh

### 2.2.4 Vierreihiger Liegeboxenlaufstall für 140 Kühe mit mittig angeordnetem AMS und Gruppenfütterung

Bei der letzten Variante in der Vergleichsserie sind im Unterschied zum vorher beschriebenen Gebäudetyp zwei Melkroboter und die technischen Nebenräume in der Gebäudemitte platziert (Abb. 9). Auch hier werden die laktierenden Kühe in zwei Gruppen getrennt. Der Weg zum Freßplatz führt generell über den Melkroboter, hinter dem auch eine Ableitung in eine Separationsbox möglich ist. Diese Art von Tierführung braucht nur Einwegtore, gesteuerte Einlaßtore sind überflüssig.

Die räumliche Trennung der Tiere in unterschiedliche Gruppen wird von den Ethologen nicht gerne gesehen. Beim Wechsel in die andere Gruppe - bei größeren Beständen geschieht dies laufend - kommt es immer wieder zu Rangauseinandersetzungen. Dies bringt Unruhe und Streß in die Gruppe.

Deshalb ist es besser, die Melktechnik im Stall so zu platzieren, daß sich die laktierenden Kühe im Liegebereich ohne Trennung bewegen können. Nach dem Verlassen des Melkroboters werden sie nach Gruppenzugehörigkeit zum richtigen Freßplatz oder in die Separationsbox gesteuert.

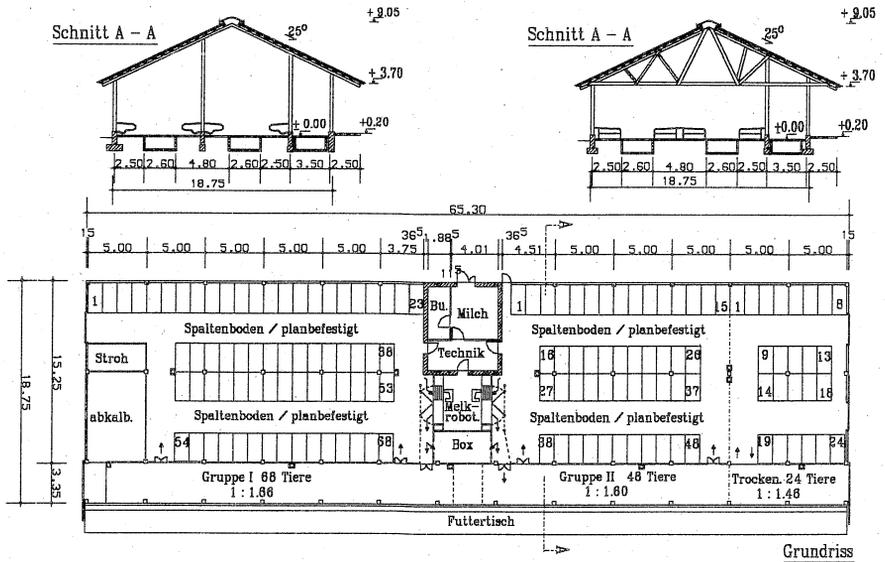


Abb. 9: Vierreihiger Liegeboxenlaufstall für 140 Kühe Gruppenfütterung und AMS

### 3. Vergleich der Gebäudetypen

Zum Vergleich der dargelegten Grundrisse wurden für jede Stallform die überbaute Fläche, der umbaute Raum und die Bauinvestitionen anhand von Einheitspreisen ermittelt. Die Einheitspreise auf Unternehmerbasis für die einzelnen Gewerke stammen aus Abrechnungen realisierter Stallgebäude. Erfasst ist die bauliche Investition ohne Dunglager, das vergleichsunabhängig nur rechnerischer Durchlaufposten wären. Um gegenüber der Tiefstreu- und Tretnistvariante keine "Schieflage" wegen abweichender Elemente zu bekommen, sind bei den Liegeboxenställen die Buchtenabtrennungen mit eingerechnet worden.

Abbildung 10 zeigt bei gleicher bautechnischer Ausführung die relative Vorzüglichkeit der Bauinvestitionen für die einzelnen Gebäudetypen, bezogen auf den Kuhplatz. Wie in der Einleitung bereits festgelegt, ist das mit massiver Umfassung erbaute Gebäude als die bisher übliche klassische Bauform auf 100 % gesetzt. In Relation dazu stehen die anderen im Vergleich.

Der Tiefstreu- und Tretniststall macht mit 59 % des Investitionsbedarfs des massiv gebauten Stalles einen gewaltigen Sprung nach unten. Hier kommt sehr deutlich der Wechsel der

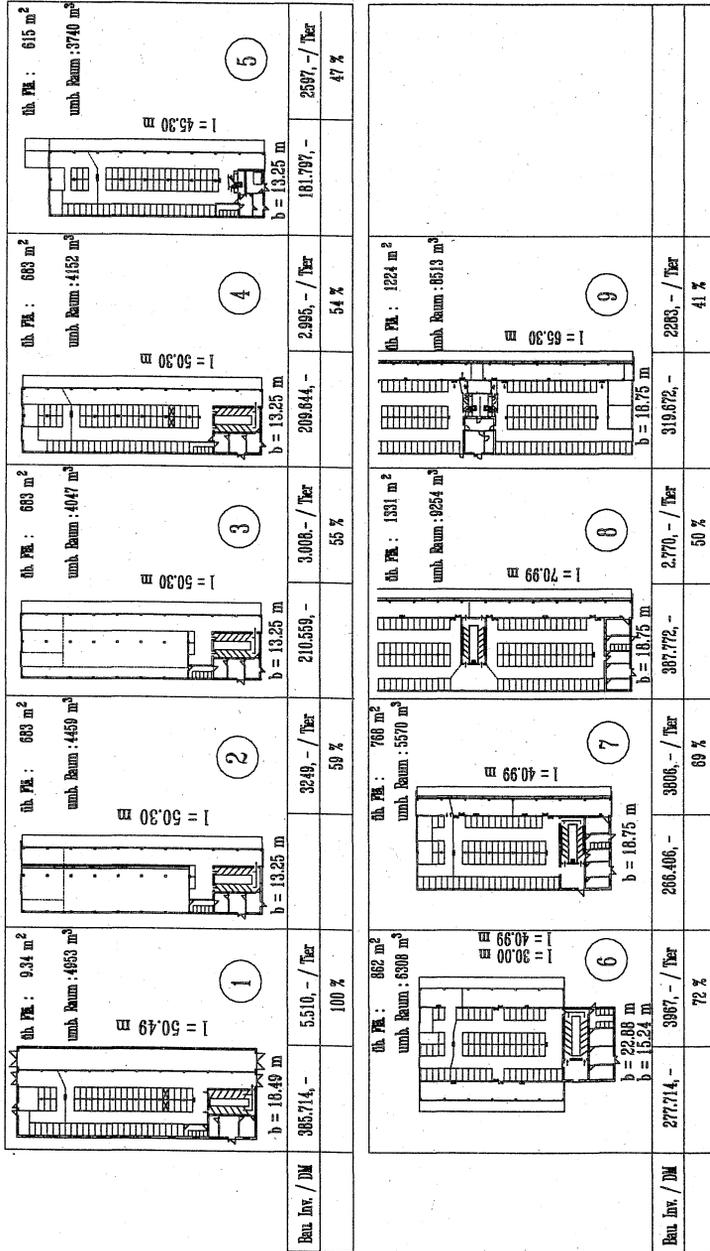


Abb. 10: Vergleich der Bauinvestition verschiedener Stallsysteme bei 70/140 Kühe

Bauweise zum einfachen, ungedämmten Holzbau zum Ausdruck. Noch preiswerter - mit 55 % - liegt der Tretmiststall. Aushub, seitliche Betonwände und Betonstufen für die Absenkung im Tiefstreuastall entfallen hier. Fast auf gleicher Höhe - bei 54 % - findet sich der Offenfrontstall mit Liegeboxen. Die überbaute Fläche ist für den Tiefstreu- und Tretmiststall identisch. Die Bodenplatte im Stall kann hier ohne Höhenversätze betoniert werden. In dieser Reihe ist der Liegeboxenlaufstall mit automatischem Melksystem bei 47 % die preiswerteste Baulösung. Der eingesparte Melkstand erlaubt es, das Gebäude für 70 Kühe um 5 m kürzer zu bauen. Dies macht sich natürlich bei der Investition deutlich bemerkbar. Allerdings steht jetzt nicht mehr für jede Kuh ein Freßplatz zur Verfügung. Bei notwendiger Grünfütterung im Sommer kann jedoch der Futtertisch mit Freßplatz verlängert werden. Eine Überdachung ist dazu nicht notwendig.

Beim Wechsel von der dreireihigen zur vierreihigen Aufstallung macht auch die Vergleichsfähigkeit einen "Sprung", zumal die vierreihigen Stallmodelle allseitig geschlossen sind und bei 2 Varianten 140 Kühe (2 x 70) gehalten werden. Aber es ist doch eine Aussage darüber abzuleiten, in welchem Stallsystem die 70 bzw. 140 Kühe am preiswertesten untergebracht sind. Der vierreihige Liegeboxenstall mit beidseitiger Außenfütterung verbraucht 72 % der Investitionen des Referenzstalles. Die beidseitige Außenfütterung bietet hier jedem Tier einen Freßplatz. Bei einseitiger Außenfütterung ist dies nicht der Fall. Dies bringt jedoch mit 69 % eine etwas geringere Investitionssumme.

Bei den Stallmodellen mit 140 Kühen ist der Melkstand bzw. das automatische Melksystem in der Stallmitte plaziert. Die Zugangswege zum Melken werden für die Kühe so kürzer gehalten. Die Melkstandvariante liegt beim Bauaufwand bei 50 % und die Robotervariante bei 41 %. Das um 5 m kürzere Stallgebäude und die kompakte Grundrißgestaltung finden ihren Niederschlag auch im reduzierten Bauaufwand.

#### **4. Schlußfolgerung**

Die unsichere Marktlage verlangt heute vom betriebswirtschaftlich denkenden Landwirt eine klare Analyse seiner betriebsspezifischen Situation. Dies ist Voraussetzung, um zu einer zukunftssträchtigen Entscheidung zu kommen. Daß das Prinzip der Kosteneinsparung höchste Priorität hat, braucht heute nicht mehr erwähnt zu werden. Gerade im Baubereich sind Fehlentscheidungen tragisch, da sie kurzfristig nicht zu korrigieren sind und langfristig über das Weiterbestehen des Betriebes entscheiden können. Viele bauwillige Landwirte sehen sich aus Kostengründen veranlaßt, zu unkonventionellen

und preiswerteren Baulösungen zu greifen, auch wenn ihnen der Sinn zunächst noch etwas Anderem stand. Der letzte Winter hat gezeigt, daß sich auch mit einfachen und preisgünstigen Stallbaulösungen schwierige Situationen meistern lassen. Voraussetzung ist jedoch, daß der "Arbeitsplatz Melkstand" stimmt. Verbesserungen oder Nachbesserungen in Teilbereichen wird es jedoch immer geben.



## **Eingestreut oder strohlos**

### **- Haltungsbedingungen, Arbeitsaufwand und Wirtschaftlichkeit**

Bernhard Haidn und Alois Kramer

#### **1. Einleitung**

Außenklimaställe für Milchvieh haben sich in den letzten Jahren vor allem wegen deutlich geringerer Baukosten durchgesetzt. Allerdings muß den Tieren ein weicher, zugfreier und trockener Liegeplatz zur Verfügung stehen. Stroh eignet sich als Unterlage hervorragend. Es kann hohe Flüssigkeitsmengen aufnehmen und bietet einen guten und preiswerten Wärmeschutz. Eingestreuete Haltungssysteme gelten als tiergerecht, strohlose als arbeitswirtschaftlich günstiger. Teure bauliche Maßnahmen (Wärmedämmung, Liegematten) müssen fehlendes Stroh ersetzen, um die Ansprüche der Tiere zu erfüllen. Andererseits verursacht die Stroh-Dung-Kette erhebliche Kosten. Zudem ist gerade in Grünlandregionen (Schwerpunkt der bayerischen Milchviehhaltung) meist kein oder nur wenig Stroh verfügbar. Deshalb hat sich hier der Liegeboxenlaufstall eindeutig durchgesetzt. An Ackerbaustandorten sind in geringerer Zahl auch Tiefstreu- und Tretmistställe mit Festmisterzeugung zu finden.

Folgende Aspekte müssen bei der Entscheidung für ein Haltungssystem berücksichtigt werden:

- ▶ Tierverhalten in eingestreuten und strohlosen Haltungssystemen,
- ▶ thermoneutrale Zone und Wärmeströme am Liegeplatz,
- ▶ Tiersauberkeit und Milchhygiene,
- ▶ Arbeitszeitbedarf,
- ▶ Verfahrenskosten.

#### **2. Tierverhalten**

Über die Vorzüglichkeit verschieden gestalteter Liegeplätze wurden in der Vergangenheit viele Wahlversuche durchgeführt. Daraus kann abgeleitet werden, daß der Bodenbelag trittsicher, verformbar, wärmedämmend, haut- und gliedmaßenschonend sein muß und, daß die Freiräume für das Aufstehen und Abliegen äußerst wichtig sind. Die Gesamtheit dieser Bedingungen wird von gut eingestreuten Tretmist- oder Tiefstreu-

matratzen am besten erfüllt. Hinsichtlich des von Rindern bevorzugten Bodenbelages wurden überwiegend Wahlversuche in Liegeboxenaufställen durchgeführt. Neuere Ergebnisse aus dem Haus Düsse (PELZER, MÜSCH, LEUCHTENBERG 1997) bestätigen den Anspruch der Rinder nach einer weichen Unterlage. Mit über 12 Stunden/Tag lagen die Kühe am längsten auf ca. 50 mm dicken Matratzen (Pasture-Matratze mit Altgummifüllung), ca. 8 Stunden auf 20,5 mm dicken Gummimatten und nur 3,3 bzw. 0,3 Stunden auf einer 10 mm dicken Gummibahn bzw. einem wärmeisolierten Betonboden. Es empfiehlt sich alle Boxen dünn mit Häckselstroh, Stroh- oder Sägemehl einzustreuen.

Eingestreute Liegeboxen werden gegenüber solchen mit Gummimatten von Kühen bevorzugt. Dies zeigen langjährige Erfahrungen (JAKOB UND OERTLI 1992; ENGELHART UND BLUM 1997) und wissenschaftliche Untersuchungen (KOCH 1993; OERTLI, TROXLER, FRIEDLI 1995). Als wesentliches Kriterium wird eine signifikant geringere Gesamtliegezeit auf dem strohlosen Bodenbelag angegeben, die aus einer geringeren Anzahl Liegeperioden resultiert.

Liegematratzen werden von Kühen, wie oben dargestellt, besser angenommen als Matten. Deshalb wurde in einem Wahlversuch die Akzeptanz von weichen mit Gummigranulat gefüllten Liegematratzen (MOUFLEX; Hersteller Francesco Brevetti, Cremona) untersucht. Dabei wurde folgendermaßen vorgegangen: In einem Stall mit 100 eingestreuten Tiefboxen, der zu 90 % belegt war, wurde das Tierverhalten (Erkunden, Stehen, Liegen, Abliegen, Aufstehen, Beschäftigung mit der Boxeneinrichtung) an 6 Liegeboxen aufgezeichnet und jeweils 24 Stunden folgender Phasen ausgewertet: Phase 0 = vor Einbau der Matratze; Phase 1 = erster Tag nach Einbau; Phase 2 = 14 Tage nach Einbau; Phase 3 = 8 Wochen nach Einbau (Matratze + Einstreu). Die Auswertung des Tierverhaltens brachte das in Abb. 1 dargestellte Ergebnis.

Die Gesamtliegezeit je Box verringert sich im Vergleich zur Variante mit Stroh (762 min/Box und Tag) ganz erheblich. Während der Eingewöhnungsphase, kurz nach dem Einbau der Matratze, liegen die Kühe nur noch 18 min je Box und Tag. In den folgenden 14 Tagen steigt die Belegdauer zwar an, sie erreicht in Phase 1 aber nur etwa 8 % des Wertes der Phase 0. Erst nach weiteren 6 Wochen Gewöhnungszeit und zusätzlicher Einstreu werden mit 302 min je Box und Tag 40 % des Ausgangswertes erreicht. Hinsichtlich der durchschnittlichen Dauer der Liegevorgänge ergaben die Wahlversuche, daß sie in Phase 1 signifikant kürzer und in Phase 3 signifikant länger war als in Phase 0.

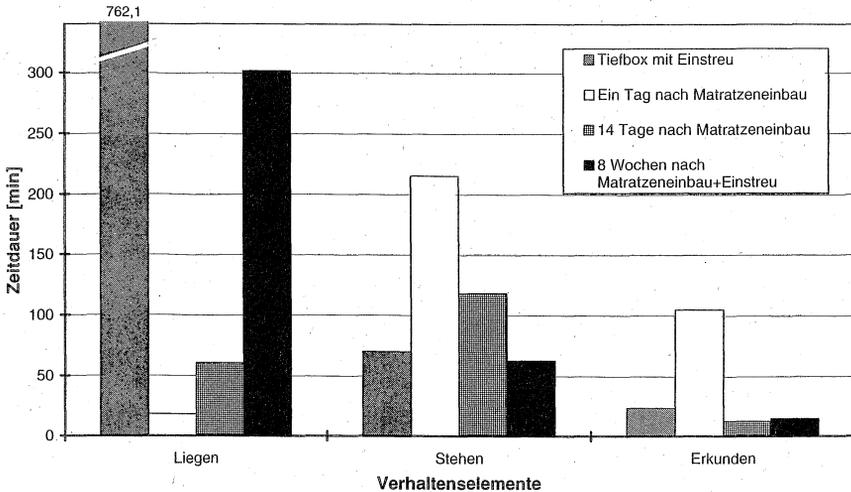


Abb. 1: Gesamtzeit verschiedener Verhaltenselemente in Liegeboxen mit Einstreu und mit Liegematratzen

Aus den Ergebnissen läßt sich ableiten, daß Kühe eingestreute Liegeboxen gegenüber solchen mit Liegematratzen bevorzugt aufsuchen. Die signifikant längere Liegephase in den Boxen mit Matratzen und etwas Einstreu deutet darauf hin, daß sich die Tiere beim Liegen wohlfühlen und den Liegevorgang nicht vorzeitig abbrechen.

Für **Tretmistställe** liegen Erfahrungen vor, daß Kühe im Sommer bei Hitze die Mistmatratze meiden und weniger liegen. Insbesondere in geschlossenen Ställen legen sich manche Tiere in nasse und verschmutzte Bereiche der Liegefläche und des Laufganges, um den kühlenden Effekt der Feuchtigkeit auszunutzen. In dieser Zeit kommt es zu erhöhter Tierverschmutzung. Wichtig sind in diesem Zusammenhang die Wärmeströme bei unterschiedlichen Bodenbelägen und deren Auswirkungen für das Tier.

### 3. Thermoneutrale Zone und Wärmeströme am Liegeplatz

Die thermischen Ansprüche der Rinder sind von vielen Autoren untersucht und definiert worden (Zusammenfassung bei LEWIS 1985). Es wurden Begriffe wie "Komfortzone", "Zone der thermischen Indifferenz"; "Thermoneutralzone" und "biologisch optimale Temperatur" definiert. Diese Begriffe beschreiben entweder einen Temperaturbereich, in dem ein Tier sein thermisches Gleichgewicht mit einem Minimum an

thermoregulatorischen Maßnahmen beibehalten kann, oder sie legen den Temperaturbereich fest, in dem die Milchleistung laktierender Kühe nicht beeinträchtigt wird. NICHELMANN (1986) legt den Begriff der "Thermisch neutralen Temperatur" fest. Sie gibt die Umgebungstemperatur an, bei der die Körperkerntemperatur eines warmblütigen (homiothermen) Tieres nur unter Ablauf des Basalumsatzes konstant gehalten werden kann (Basalumsatz =  $295 \text{ J/kg} \times \text{LM}^{0,75} \text{ kg/Tier und Tag}$ ). Der Temperaturbereich in der Nähe der thermisch neutralen Temperatur, in dem die Umgebungstemperatur die Wärmeproduktion nur unwesentlich beeinflusst, wird auch als thermisch neutrale Zone bezeichnet. Es gibt Regulationsmechanismen gegen einen Abfall und gegen einen Anstieg der Körperkerntemperatur, wobei beides mit einer zusätzlichen Stoffwechselbelastung und einem Energieaufwand verbunden ist (Thermostreß).

Die thermisch neutrale Zone liegt für europäische Rinderrassen etwa zwischen  $-1 \text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , wobei unterschiedliche Angaben über optimale Temperaturen durch Einflüsse wie Alter, Rasse, Individuum, Leistungshöhe und Laktationsstadium bedingt sein können (LEWIS 1985). Nach BURMEISTER (1988) ruft eine Temperaturerhöhung von  $28 \text{ }^{\circ}\text{C}$  auf  $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  eine stärkere Leistungsdepression hervor als eine Temperaturerhöhung von  $18 \text{ }^{\circ}\text{C}$  auf  $28 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ab einer Umgebungstemperatur von  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ist eine maximale Erweiterung der Hautblutgefäße (kutane Vasodilatation) erreicht (WHITTOU 1962). Eine weitere Wärmeabgabe erfolgt bei höheren Temperaturen hauptsächlich über den Prozeß der Wasserdampfabgabe durch Atmung und Schweiß (Evaporation). Ab dieser Temperatur bedeutet für die liegende Kuh zusätzliche Wärmezufuhr aus der Liegematratze Thermostreß. Die Tiere haben unterschiedliche Möglichkeiten darauf zu reagieren:

1. Verhaltensbedingte Thermoregulation. (z. B. Aufsuchen eines Liegeplatzes mit höherer Wärmeableitung). Den Untersuchungen zufolge ist ein Liegeplatz mit höherer Wärmeableitung auch gleichzeitig feuchter (Suhle) und im Normalfalle stärker verschmutzt (der höhere Feuchtegehalt rührt von einer größeren Exkrementmenge je Einheit Einstreu her). Dies kann auch einen Teil der erhöhten Tierverschmutzung in den Sommermonaten erklären. Sind diese verhaltensbedingten Thermoregulationsmechanismen nicht ausreichend, wird zusätzlich die physiologische Thermoregulation beansprucht.
2. Physiologische Thermoregulation: Die Wärmeabgabe bei höheren Umgebungstemperaturen läuft zunehmend über den Prozeß der Evaporation. Dieser Wärmeabgabemechanismus ist sehr energieaufwendig, denn bei Temperaturen, bei denen er zur Kühlung notwendig ist, sinkt nicht nur die Futteraufnahme, sondern es steigt auch der Energieaufwand je produzierter Einheit Milch (BUR-

MEISTER 1988). Unter Thermostreß wird nicht nur die absolute Milchmenge beeinflusst, sondern auch die Milchinhaltsstoffe (NICHELMANN 1986).

### Stall-/Außentemperatur

Um die in Außenklimaställen herrschenden Temperaturen besser den Wärmeansprüchen von Rindern zuordnen zu können, wurden in neun Praxisbetrieben (3 Tiefstreu­ställe, 3 Tretmist­ställe und 3 Liegeboxen­ställe) über einen Zeitraum von zwei Jahren die Außen- und Stalltemperaturen aufgezeichnet. Die Spanne der Extremwerte ist für die Außentemperatur wesentlich größer als für die Innentemperatur (Pufferwirkung auch von Außenklimaställen). Die mittleren Stalltemperaturen schwanken in Sommermonaten zwischen 18 °C und 28 °C mit einem Mittelwert von ca. 22 °C (HAIDN et al. 1997). Im Winter liegen die mittleren Stalltemperaturen um 3 bis 4 K über den mittleren Außentemperaturen. Die minimalen Stalltemperaturen waren mit Werten um - 5 bis - 8 °C noch deutlich über den tiefsten Außentemperaturen. Sie liegen allerdings auch unter dem kritischen Bereich von 0 bis - 1 °C, der in der Literatur angegeben wird. Unterhalb dieser Temperatur ist ein zusätzlicher Energieaufwand für die Wärme­produktion notwendig.

### Wärmeströme im Liegebereich:

Der Temperaturhaushalt der Rinder ist nicht nur den Einflüssen der Umgebungstemperatur ausgesetzt, sondern auch den Energieströmen zur und von der Liegefläche. Bei Liegezeiten von 9 bis 12 Stunden pro Tier und Tag (KOCH 1990) und einer Kontaktfläche von ca. 1,8 m<sup>2</sup> ist auch die Wärme­konduktion zu beachten.

Mit einem portablen Kalorimeter wurde die Wärmeabgabe eines liegenden Rindes zur Liegefläche nachempfunden. Es wurden unterschiedliche Liegematratzen (verschiedene Stalltypen, unterschiedliche Einstreumengen) untersucht. An den untersuchten Positionen wurden Bohrkernproben von der Liegematratze gezogen und deren Trokensubstanzgehalt (TS) und Lagerdichte bestimmt (Tab.1).

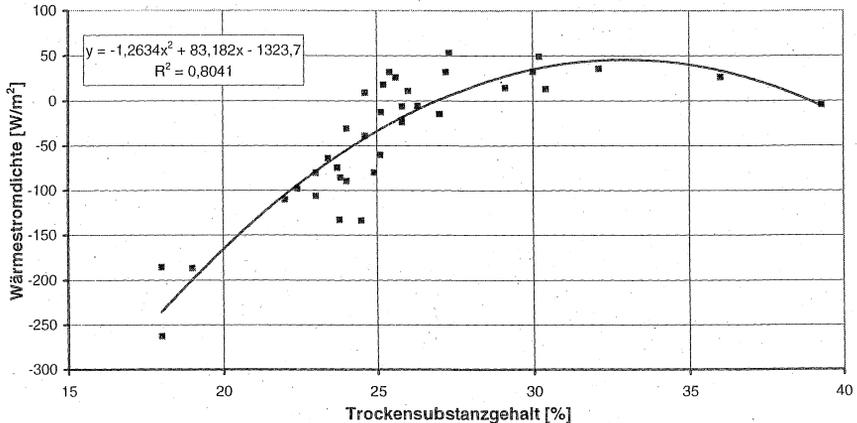
In den Messungen wurden Wärmeströme von - 260 W/m<sup>2</sup> bis + 50 W/m<sup>2</sup> zwischen Liegefläche und Meßgrät festgestellt. Ein negatives Vorzeichen steht für Wärmeströme von der Versuchsanlage zur Liegematratze hin, ein positives Vorzeichen für eine Wärmerücklieferung der Matratze. Im Vergleich zu einstreulosen Gummimatten (LASSON 1976) wiesen die eingestreuten Liegeflächen im Durchschnitt geringere Wärmeabflüsse auf. Eingestreute Liegeboxen liegen immer im schwach negativen Bereich (- 110 bis - 10 W/m<sup>2</sup>). Tiefstreu­stall- und Tretmist­stallmatratzen streuen sehr stark im Wärmeabfluß (-250 bis + 50 W/m<sup>2</sup> und -130 bis + 20 W/m<sup>2</sup>), wobei beide Matratzentypen Wärme an das Tier rückliefern können.

Tab. 1: Wärmeströme verschiedener Bodenbeläge, gemessen mit einem portablen Kalorimeter (Vorlauftemperatur 39 °C)

Stallsystem		Wärmestrom [W/m <sup>2</sup> ]	TS [%]	Tiefe [cm]
eingestreute Liegeboxen	Mittelwert	-62,4	46,7	7,0
	Standardab.	34,0	17,4	2,4
	Maximum	-12,9	78,6	10,0
	Minimum	-114,3	32,0	2,5
Tiefstreumatratze	Mittelwert	-50,5	25,8	25,2
	Standardab.	83,4	4,7	11,5
	Maximum	53,1	39,3	62,0
	Minimum	-262,9	18,0	1,0
Tretmistmatratze	Mittelwert	-29,0	25,5	20,4
	Standardab.	52,8	2,2	7,5
	Maximum	17,7	30,4	30,0
	Minimum	-132,7	23,0	11,0
Beton	Mittelwert	-301,2		
	Standardab.	49,3		
	Maximum	-212,9		
	Minimum	-369,0		
Beton mit Stallmatte nach Lasson* (1976)	Mittelwert	-126,3		
	Standardab.	23,9		
	Maximum	-140,0		
	Minimum	-90,0		

\* Meßdauer 90 Minuten, 30° C Vorlauftemperatur

Ein Vergleich mit den Trockensubstanzgehalten der Bohrproben zeigt, daß ein Zusammenhang zwischen Wärmestromdichte (Q) und TS-Gehalt besteht. Je mehr eingestreut wird, desto geringer ist der Wärmeabfluß (Abb. 2). Oberhalb 26 % TS-Gehalt der Matratze kommt es zu einer Wärmerücklieferung. Die unterschiedlichen Wärmeströme sind auf die unterschiedliche Wärmeproduktion (mikrobielle Tätigkeit) und Wärmeleitfähigkeit zurückzuführen. Diese Faktoren werden durch den Wassergehalt und den davon abhängigen Sauerstoffgehalt in der Matratze beeinflusst.



Positive Ströme ( $Q_w$ ) führen von der Liegematratze zum Kalorimeter hin, negative Ströme fließen vom Kalorimeter zur Liegematratze. (Vorlauftemperatur des Kalorimeters  $T_k = 39^\circ \text{C}$ )

Abb. 2: Zusammenhang zwischen dem Trockensubstanzgehalt von Liegematratzen und der Wärmestromdichte, gemessen mit einem portablen Kalorimeter

### Schlußfolgerung

Die Wärmebilanz der Rinder wird nicht nur von der Umgebungstemperatur beeinflusst, sondern auch vom Wärmeaustausch mit der Liegefläche. Die Lufttemperaturen liegen im Außenklimastall sowohl im Winter als auch im Sommer in einem Bereich, in dem nur geringer Thermostreß zu erwarten ist. Es soll jedoch keine zusätzliche Beeinträchtigung durch die Liegefläche erfolgen.

Nicht isolierte und nicht eingestreute Liegeboxen mit Gummimatten sind aufgrund des hohen Wärmeabflusses für Offenställe (im Winter) nicht zu empfehlen. Eingestreute Liegeboxen weisen nur einen mittleren Wärmeabfluß auf. Es ist keine starke Veränderung der durch die Lufttemperatur vorgegebenen thermischen Situation des Rindes zu erwarten. Während Extremtemperaturen (sowohl Sommer als auch Winter) erzeugt die eingestreute Liegeboxenmatratze keinen zusätzlichen Thermostreß.

Matratzen im Tiefstreustall bringen ab einem Trockensubstanzgehalt von ca. 26 % eine Wärmerücklieferung. Im Winterquartal wird durch die Wärmezufuhr die Thermoregulation des Rindes erleichtert. An heißen Sommertagen jedoch wird der Hitzestreß durch Wärmezufuhr verstärkt, und es kann zu erheblichen Leistungseinbußen kommen. Wird dem durch geringere Einstreumengen entgegen gesteuert, erhöht sich die Tierverschmutzung (vgl. Punkt 4). Ein Tiefstreustall ist nur mit möglichst ganztägigem Weideaustrieb im Sommer zu empfehlen.

Eine Tretmiststall-Matratze bietet vergleichbare Verhältnisse wie der Tiefstreustall. Allerdings läßt sich die Liegematratze durch den kontinuierlichen Mistfluß, vor allem im Sommer (Haidn 1997), dünner halten. Eine dünnere Matratze bringt geringere Wärmerücklieferung als der Tretmiststall. Deshalb ist dieses System in Kombination mit einer gut durchlüfteten Offenfront-Gebäudehülle für die Ganzjahresstallhaltung verwendbar.

#### **4. Tiersauberkeit und Milchhygiene**

In einer Praxisuntersuchung wurden je zwei Betriebe mit Liegeboxenlaufställen, Tretmist- und Tiefstreuställen untersucht. Zwei Jahre lang wurden unter anderem die Einstreumengen und die Tiersauberkeit bzw. die Verschmutzung aller Tiere in regelmäßigen Zeitabständen bestimmt.

Zur Beurteilung der Tiersauberkeit wurde der Bewertungsschlüssel nach der Methode von FAYE und BARNOUIN (1987) überarbeitet. Fünf Bereiche des Tierkörpers werden bewertet: Euter, Ano-Genitalbereich, Bauch, Keule und Fuß. Der Verschmutzungsgrad ist die flächenhafte Ausdehnung der verschmutzten Körperoberfläche eines Beurteilungsbereiches im Verhältnis zur Fläche des gesamten Beurteilungsbereiches. Die Tierverschmutzung ist der Mittelwert aus allen fünf Körperpartien. Von geschulten Beurteilern wird mit dieser Methode eine Wiederholbarkeit von  $W = 0,87$  erreicht.

In den 6 Betrieben wurden insgesamt etwa 8.000 Einzeltierbeurteilungen durchgeführt. Trotz der geringsten Einstreumenge (0,3 und 0,8 kg/Kuh und Tag) waren die Kühe im Liegeboxenlaufstall mit einer durchschnittlichen Verschmutzung von ca. 11% am saubersten (Abb. 3). Durch die Steuerung der Tiere über die Boxenabtrennungen halten sich die Kühe in diesem Stallsystem bereits bei geringen Einstreumengen sauber. Diese Mengen werden auch benötigt, um die geforderte Plastizität der Liegefläche sicherzustellen. Ist diese nicht gegeben, oder sind Fehler bei der Boxenabtrennung vorhanden, werden die Liegeflächen von den Kühen nicht angenommen und/oder verschmutzt. Vermehrtes Liegen in den Laufgängen ist die Folge. Eine optimale Boxengestaltung trägt deshalb mehr zur Tiersauberkeit bei, als die Anhebung der Einstreumenge.

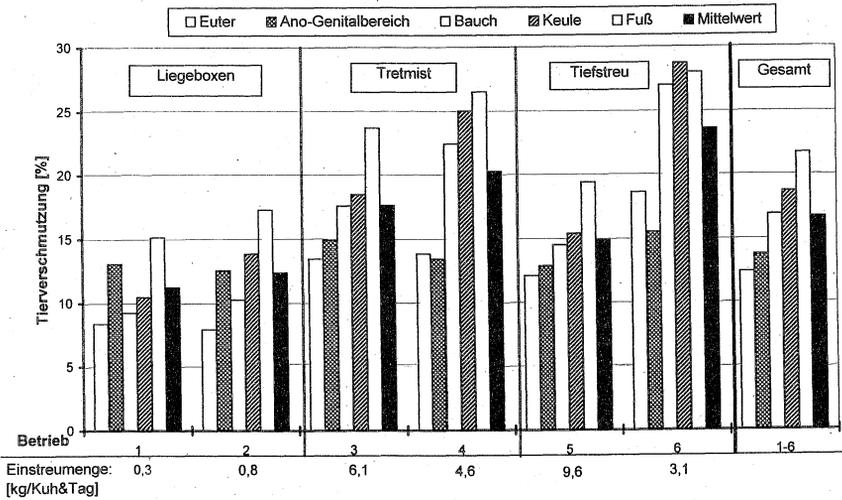


Abb. 3: Tierverschmutzung in den verschiedenen Stallsystemen

Die Verschmutzung der Kühe im Tretmist- und Tiefstreustall ist größer als im Liegeboxenlaufstall. Systembedingt kann im Tretmiststall mit geringeren Einstreumengen (5,4 bzw. 6,4 kg/Kuh und Tag) eine noch bessere Tiersauberkeit (18,7 bzw. 19,2 %) erreicht werden. Betreibt man Tiefstreuställe mit sehr geringen Einstreumengen (3,1 kg/Kuh und Tag), nimmt die Verschmutzung der Kühe (24 %) stark zu. Auch die Euterregion ist stärker verschmutzt (18,6 %) als beim Durchschnitt der übrigen Betriebe (11,1 %). Dadurch wird der Arbeitsaufwand für die Euterreinigung erhöht. Ebenso zeigt der zeitliche Verlauf der mittleren monatlichen Milchzellzahl der untersuchten Praxisbetriebe und der mittleren Tierverschmutzung gleiche Tendenzen.

Aus diesen Ergebnissen wird ein Zusammenhang zwischen Tierverschmutzung und Milchhygiene offensichtlich. Es ist bekannt, daß eine experimentelle Erhöhung der pathogenen Keime auf der Zitzenoberfläche zu vermehrten Mastitiden führen kann (RENDOS et al 1975). Ebenso besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Keimgehalt von Einstreumaterial und der Kontamination der Zitzenoberfläche (RENDOS et al 1975).

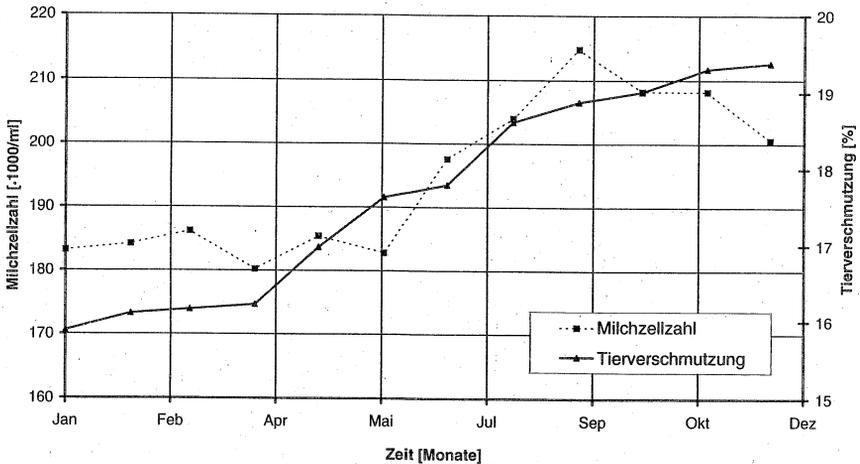


Abb. 4: Milchzellzahl und Tiersauberkeit im Jahresverlauf

In dem dargestellten Feldversuch zur Tiersauberkeit sind viele betriebsindividuelle Einflüsse enthalten. Um diese ausschalten zu können, wurde in einem weiteren Versuch der genaue Zusammenhang zwischen Einstreumenge und Tierverschmutzung am Moor- und Versuchsgut der LMU München in Badersfeld/Oberschleißheim untersucht. In einem Offenfrontstall mit Tiefstreu waren 45 Versuchstiere in neun Gruppen, mit 4-7 Tieren pro Abteil, aufgestellt. Fünf Gruppen wurden als Kontrolle konstant eingestreut. Bei den übrigen vier Versuchsgruppen wurde mit jedem Durchgang (Dauer = 3 Wochen) die Einstreumenge variiert. Die Beurteilung der Tierverschmutzung wurde zweimal wöchentlich durchgeführt. Für diese Auswertung wurden die gemittelten Beurteilungsergebnisse der jeweils letzten Versuchswoche herangezogen. Nur diese Werte wurden verwendet, damit der Anpassungsvorgang an die jeweilige Einstreumenge weitgehend abgeschlossen und der Einfluß der vorangegangenen Einstreuphase verringert ist. Fremdeinflüsse (z.B. Futterumstellung, Stallklima) wurden mittels der Kontrollgruppe bereinigt. Die Ergebnisse (Abb. 5) bestätigen den in den Feldversuchen ermittelten Zusammenhang zwischen Einstreumenge und Tierverschmutzung (Abb. 3).

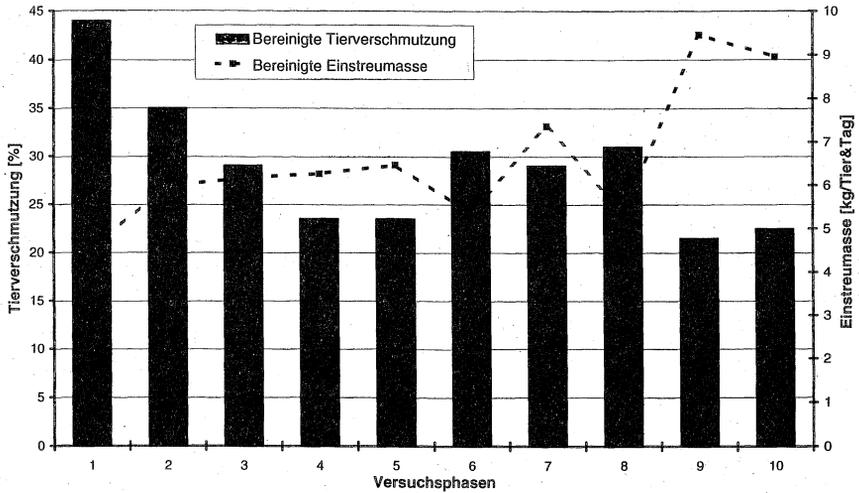


Abb. 5: Einfluß unterschiedlicher Einstreumengen auf die Tierverschmutzung

### 5. Arbeitszeitbedarf

Der Einsatz von Stroh und die Erzeugung von Festmist erfordern einen höheren Arbeitszeitbedarf als die Flüssigmistkette. Wird ein durchschnittlicher Arbeitszeitbedarf sowie Einstreu- und Mistanfall unterstellt, so sind für Tretmist- und Tieflaufstall je nach Mechanisierungsstufe etwa 3-5 AKh/GV und Jahr mehr anzusetzen als für einen Liegeboxenlaufstall mit weniger Einstreu (Tab. 2). Durch völligen Verzicht auf Stroh im Liegeboxenlaufstall läßt sich der Arbeitszeitbedarf nochmals um etwa 1 AKh/Kuh und Jahr verringern.

Tab. 2: Arbeitszeitbedarf für die Stroh-Dung-Kette im Liegeboxen-, Tretmist- und Tiefstreustall

Arbeitsvorgang	Annahmen	Arbeitszeitbedarf AKh/Kuh und Jahr
<b>Stallsystem 1: Boxenlaufstall (0,75 kg Einstreu je Kuh u. Tag)</b>		<b>3,37</b>
Ernte mit Quaderballen	0,3 AKh/t	0,08
Stroh häckseln	1,3 AKh/t	0,36
Einstreuen von Hand	0,4 AKh/Kuh und Jahr	0,40
Boxenpflege	0,7 AKh/Kuh und Jahr	0,70
Gülle ausbringen	10 AKh/100 m <sup>3</sup>	1,83
<b>Stallsystem 2: Tretmiststall (5 kg Einstreu pro Kuh und Tag)</b>		<b>6,77</b>
Ernte mit Rundballen	0,5 AKh/t	0,91
Einstreuen mit stationärem Auflöser	2,0 AKh/Kuh und Jahr	2,00
Entmisten mit Flachschieber	1,3 AKh/Kuh und Jahr	1,30
Mist ausbringen	35 kg/Kuh und Tag 20 AKh/100 t	2,56
<b>Stallsystem 3: Tieflaufstall (6 kg Einstreu je Kuh und Tag)</b>		<b>6,00</b>
Ernte mit Quaderballen	0,3 AKh/t	0,88
Einstreuen: mobil/Hand	1,5 AKh/Kuh und Jahr	1,50
Entmisten: Liegefläche (periodisch)	0,3 AKh/Kuh und Jahr	0,30
Lauffläche (täglich)	1,5 AKh/Kuh und Jahr	1,50
Mist ausbringen	25 kg/Kuh und Tag	1,83
Gülle ausbringen	10 kg/Kuh und Tag	0,79

## 6. Spezifische Verfahrenskosten

Eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit eingestreuter und strohloser Haltungssysteme muß die gesamte Stroh-Dung-Kette sowie baulich bedingte Unterschiede enthalten. Die für diese Kalkulation getroffenen Annahmen sind in einem DLG-Manuskript (HAIDN und SEUFERT 1996) zusammengestellt. Das Ergebnis der Berechnungen zeigt, daß der *spezifische Investitionsbedarf* beim Boxenlaufstall mit Spaltenboden am höchsten ist. Relativ zu diesem System erreicht der Boxenlaufstall mit planbefestigten Laufflächen und eingestreuten Tiefboxen 49-54 %, der Tiefstreustall eine vergleichbare Höhe, der

Tretmiststall aber nur 35-45 %. Die niedrigen Werte dieses Systems sind vor allem auf weniger Bodenaushub, das Fehlen von Stahlbetonwänden und auf den Verzicht von Liegeboxenabtrennungen zurückzuführen.

Aus dem errechneten spezifischen Investitionsbedarf und aus den jährlichen Kosten der Stroh-Dung-Kette leiten sich die *spezifischen Verfahrenskosten* für die untersuchten Stallsysteme ab (Tab. 2). Die Zusammenstellung zeigt folgende Reihung in der jährlichen Kostenbelastung: Am günstigsten ist der Boxenlaufstall mit planbefestigten Laufflächen und eingestreuten Boxen. Die Jahreskosten betragen 500 - 600 DM pro Kuh und Jahr. Etwa 50 bis 80 DM teurer ist die Variante mit Spaltenboden. Mit 170 bis 260 DM mehr als die beste Variante folgt der Tretmiststall und schließlich der Tiefstreustall mit einer um 270 bis 370 DM pro Kuh höheren Kostenbelastung. Mit zunehmender Bestandesgröße nehmen die Werte ab und der Unterschied zwischen den Systemen wird kleiner.

Mit etwa 50 % ist der Kostenanteil für die Strohbergung, die Lagerung, das Einstreuen und das Entmisten im Tretmist- und Tiefstreustall beachtlich hoch. Demgegenüber liegt er im eingestreuten Liegeboxenlaufstall nur etwa bei der Hälfte.

Besonders anschaulich wird der Systemvergleich, wenn die spezifischen Kosten der Stroh-Mist-Kette auf den erzeugten Liter Milch umgelegt werden. Mehrkosten von 1 Pf pro Liter Milch bedeuten, daß 50 bzw. 80 DM pro Kuh (je nach Milchleistung) höhere Jahreskosten anfallen. Für eine Milchleistung von 5.000 und 8.000 Liter ist dies in Abbildung 6 zu sehen. Alle Berechnungen wurden für jedes System mit 3 unterschiedlichen Einstreumengen durchgeführt. Diese Werte geben eine Spanne für den durchschnittlichen Jahresaufwand an. Beispielsweise kann sich die Einstreumenge für einen Tiefstreustall halbieren, wenn die Tiere nur das halbe Jahr im Stall sind (mit Ganztagsweide im Sommer).

Tab. 3: Vergleich der spezifischen Verfahrenskosten eingestreuter und strohloser Haltungformen für Milchvieh

<b>Annahmen:</b>				
ganzjährige Stallhaltung			Abschreibung Gebäude	20 Jahre
Strohbergung bis 500 dt	7,04 DM/dt		Abschreibung Technik	10 Jahre
bis 1500 dt	6,28 DM/dt		Zinsansatz	6 % v. 1/2 Neuwert
über 1500 dt	5,52 DM/dt		Wartung, Reparaturen (allgem.)	2 %
Materialwert Stroh	0 DM/dt		Wartung, Reparaturen (Entmistung)	5 %
	Laufflächen mit Festboden			Spaltenboden
	Einstreumenge (kg/Tier * Tag)			
	Tiefstreu 7,5 DM/Kuh * Jahr	Tretmist 4,5 DM/Kuh * Jahr	Liegeboxen 0,75 DM/Kuh * Jahr	DM/Kuh * Jahr
<b>40 Kühe</b>				
Strohbergung	172	103	19	
Strohlagerung	100	107	18	
Einstreuen	128	134	24	
Entmistung	85	86	81	22
Baugewerksunterschiede	196	146	174	323
Festmistlager		42		
Jauche-/Güllelager	54	18	108	108
Dung-/Gülleausbringung	220	188	183	183
<b>Summe</b>	<b>955</b>	<b>824</b>	<b>607</b>	<b>636</b>
<b>80 Kühe</b>				
Strohbergung	151	103	19	
Strohlagerung	80	85	18	
Einstreuen	84	104	17	
Entmistung	80	62	75	14
Baugewerksunterschiede	174	126	168	344
Festmistlager		36		
Jauche-/Güllelager	54	18	90	90
Dung-/Gülleausbringung	186	172	146	146
<b>Summe</b>	<b>809</b>	<b>706</b>	<b>533</b>	<b>594</b>
<b>120 Kühe</b>				
Strohbergung	151	91	19	
Strohlagerung	80	64	18	
Einstreuen	63	91	16	
Entmistung	68	49	55	10
Baugewerksunterschiede	172	117	167	337
Festmistlager		36		
Jauche-/Güllelager	45	18	72	72
Dung-/Gülleausbringung	186	160	146	146
<b>Summe</b>	<b>765</b>	<b>626</b>	<b>493</b>	<b>565</b>

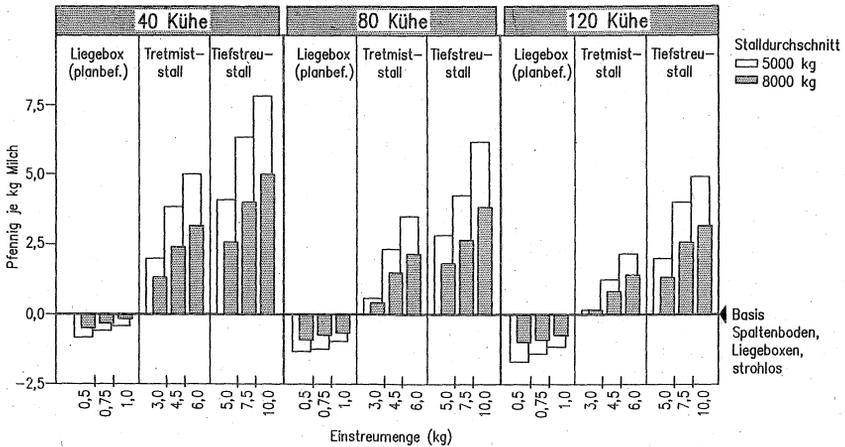


Abb. 6: Spezifische Belastung der Verfahrenskosten je Liter Milch bei eingestreuten und strohlosen Haltungssystemen für Milchvieh

Die günstige Stellung des Liegeboxenlaufstalls mit planbefestigten Laufflächen wird sehr deutlich. Der Vorteil gegenüber der Spaltenbodenvariante liegt je nach Einstreumenge und Bestandesgröße bei 0,3 bis 1,7 Pfennig. Der Tretmiststall schneidet gegenüber dem strohlosen System in Abhängigkeit von der Einstreumenge und der Kuhzahl zwischen 0,1 und 5 Pfennig pro kg Milch schlechter ab. Durchschnittliche Einstreumengen von 3 kg pro Kuh und Tag im Tretmiststall sind höchstens mit einem großzügigen Auslauf zu realisieren. Allerdings würden dann zusätzliche in der vorliegenden Kalkulation nicht enthaltene Kosten für dessen Erstellung und Pflege anfallen. Der Abstand zum Liegeboxenlaufstall mit planbefestigten Laufflächen liegt etwa bei 2 bis 5 Pfennig.

Im Tiefstreustall führt die hohe Einstreumenge zu einer Mehrbelastung von 2 bis 7 Pfennig gegenüber dem Spaltenboden bzw. nochmals 1 bis 2 Pfennig mehr als die günstigste Variante.

## 7. Schlußfolgerung

Eine wirtschaftliche Milchproduktion ist nur in preiswerten Stallgebäuden möglich. Außenklimaställe liegen deshalb mehr denn je im Trend. Eine generelle Empfehlung für ein eingestreutes oder strohloses Haltungssystem kann an dieser Stelle nicht ausgesprochen werden. Vielmehr ist eine optimale Verfahrenslösung nur unter betriebspezifischen Verhältnissen zu finden.

Eingestreute Haltungssysteme ermöglichen günstige Baukosten. Allerdings wird dieser Vorteil bei Systemen mit hohem Strohbedarf durch die Kosten der Stroh-Dung-Kette mehr als aufgehoben. Festmistssysteme wie der Tretmist- und Tiefstreustall sind deshalb nur an Standorten mit einem hohen Getreideanteil (vorhandenes Stroh) vertretbar bzw. auch dann, wenn die Nutzung oder der Verkauf des Festmistes Vorteile bringt.

Die Ansprüche der Tiere an den Liegeplatz werden in eingestreuten Liegeboxen besser erfüllt als in einstreulosen. Im Tretmist- und Tiefstreustall kann die Wärme aus der Mistmatratze im Sommer für die Tiere zur Belastung werden. Offenfrontställe bzw. Sommerweidegang sind deshalb wichtige Voraussetzung für eine verträgliche und saubere Haltung der Tiere.

## 8. Literatur

BURMEISTER, G.H.; ZIEGLER, H.; UND WENIGER, J.H.: Leistungen, Thermoregulation und Energiehaushalt von Kühen der Rasse Deutsche Schwarzbunte unter Wärmebelastung. Züchtungskunde (1990) S. 265-276

ENGELHART, TH ; BLUM, H. : Zwei Liegeboxenvarianten im Vergleich. Manuskript für eine Veröffentlichung (1997).

FAYE, B. und J. BARNOUIN, J.: Condition d'utilisation de differents types d'etables pour vaches alliantes! Observation N° 88051, Institut techniques de l'elevage bovin (1987).

HAIDN ET AL.: Vergleich kostengünstiger und tiergerechter Laufställe für Milchvieh mit Einstreu, Bayer. StMELF (1997) Gelbes Heft 57

HAIDN, B. und H. SEUFERT, H.: Kostenanalyse eingestreuter und strohloser Halteverfahren für Milchvieh. (1996) DLG Arbeitsunterlage

JAKOB, P.; OERTLI, B. (1992): Strohmatratze in den Liegeboxen. FAT-Bericht Nr. 416, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon

KOCH, L., H. IRPS (1985): Zum Einfluß von Bodenbeschaffenheit und Klima bei der Haltung von Jungrindern, Landtechnik 9. S. 408 - 411.

LASSON E.: Untersuchungen über die Anforderungen von Rindern an die Wärme- und Härteeigenschaften von Stand- und Liegeflächen. (1976) Dissertation, Institut f. Landtechnik, Freising/Weihenstephan.

LEWIS ISABELLE: Untersuchung zum Verhalten und zur Thermoregulation unter dem Einfluß einer Wärmebelastung an Kühen der Rasse Deutsche Schwarzbunte; (1985) Dissertation, Berlin.

NICHELMANN, MARTIN (1986): Temperatur und Leben, Aulis Verlag Köln.

OERTLI, B.; TROXLER, J.; FRIEDLI, K.: Der Einfluß einer Kunststoffmatte als Bodenbelag in den Liegeboxen auf das Liegeverhalten von Milchkühen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1994. Münster-Hiltrup, KTBL-Schrift 370, S. 118-127

PELZER, A. LEUCHTENBERG, H.: Kühe haben's gern bequem; (1997) Westfälisches Wochenblatt, F. 22, S. 39 -41.

RENDOS, J., R. EBERHART, E. KESLER: Microbial Populations of Teat Ends of Dairy Cows, and Bedding Materials, (1975) Journal of Dairy Science Vol. 58. No.10.

WHITTOW, G. C.:The significance of the extremities of the ox (bos taurus) in thermo regulation,(1962) J. of agric. Sci. 58



## **Außenklimaställe in der Bewährung**

Michael Karrer, Roland Nitsche und Werner Nürnberger

Die Haltung von Milchvieh in Außenklimaställen gewinnt in Bayern zunehmend an Bedeutung. Den Wünschen nach einer tiergerechteren Unterbringung der Milchkühe und nach kostengünstigeren Baulösungen stehen Bedenken gegenüber, daß der Außenklimastall zu Einschränkungen in der Arbeitsplatzqualität für den Menschen führt und die Funktionsfähigkeit eines solchen Stalles während der Wintermonate stark eingeschränkt ist. Auch wird von den Landwirten befürchtet, daß es zu gesundheitlichen Folgen für das Tier oder zumindest zu Leistungseinbrüchen im Winter kommen könnte.

Befragungen, Erhebungen und Messungen auf den Betrieben durch die Bayer. Landesanstalt für Tierzucht in Grub in Zusammenarbeit mit den Ämtern für Landwirtschaft und Ernährung sollten dazu beitragen, unberechtigte Bedenken auszuräumen, tatsächliche Schwachpunkte aufzuzeigen und Lösungsansätze anzubieten.

### **Tiergesundheit**

Während der überwiegenden Zeit des Jahres bestechen gut durchlüftete Außenklimaställe mit der hervorragenden Stallluft. Die Landwirte bestätigen die gesundheitsfördernde Wirkung dieser Haltung für die Tiere. Ein Windschutz im Winter vermeidet, daß sich Tiere in die Liegeboxen zurückziehen, zudem steigt dadurch auch die Arbeitsplatzqualität für den Landwirt deutlich. Durch variable Seitenwände kann der Einfall von Sonnenlicht im Winter auf Futter und Tiere gewährleistet werden.

Während der Wintermonate 1996/97 konnten in Bayern Außentemperaturen nahe  $-20\text{ °C}$  gemessen werden, örtlich sogar darunter (Abb. 1). Im geschlossenen Außenklimastall liegt die Temperatur je nach Bauausführung bis zu ca.  $5\text{ °C}$  über der Außentemperatur, im Offenfrontstall ist der Temperaturunterschied geringer. Bei 130 befragten Betrieben wurde von den Landwirten im allgemeinen kein nachteiliger Einfluß auf die Tiergesundheit festgestellt. Drei Betriebe berichteten von leichten Verletzungen im Klauenbereich bei Einzeltieren. Nur ein Betrieb sprach allgemein von Klauenproblemen, ausgelöst aufgrund von Unebenheiten durch gefrorenen Rinderkot. Die Verletzungsgefahr durch Ausrutschen wurde geringer als sonst eingestuft, da die Tiere langsamer und vorsichtiger gingen.

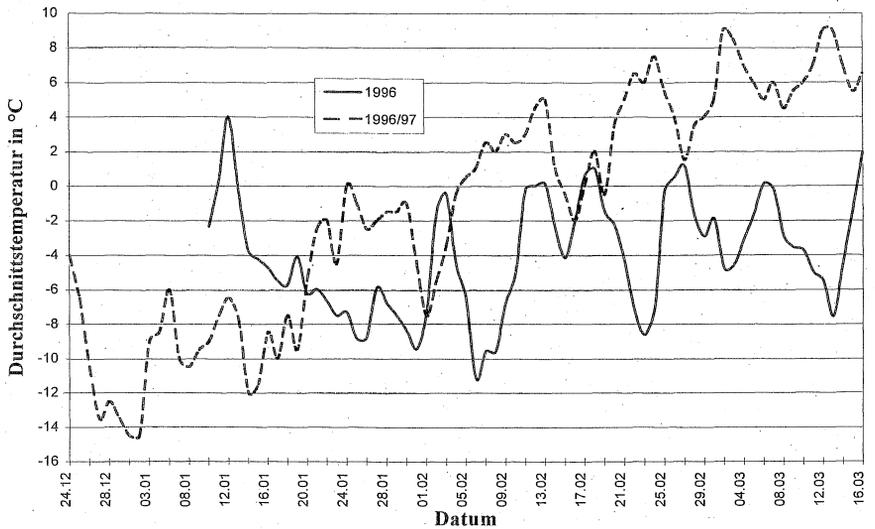


Abb. 1: Außentemperatur in der Region der Untersuchungsbetriebe

Um generell das Verletzungsrisiko zu minimieren, sollten die Tiere nicht mit frisch ausgeschnittenen Klauen auf aufgefrorenen Flächen laufen müssen (ähnlich wie beim Weidegang). Der Aufbau von Rinderkot auf den Laufflächen kann, falls der Landwirt dies wünscht, verzögert bzw. eingeschränkt werden, wenn die Verkehrswege nicht zu breit angelegt werden (2,2 m zwischen den Liegeboxen sind ausreichend), der Stall bei extremen Minusgraden weitgehend geschlossen wird (Schiebetore etc.) und eine Unterbelegung des Stalles vermieden wird (überzählige Liegeboxen absperren).

Für den Betrieb ist eine ausreichende Querlüftung die wichtigste Voraussetzung für ein angenehmes Stallklima. Bei einhäusigen Stallungen ist dafür im Regelfall eine Traufenhöhe von mindestens vier Metern vorzusehen.

### Melktechnik

Ein geschlossener, wärmedämmter und beheizbarer Melkstand ist Voraussetzung für einen reibungslosen Ablauf beim Melken im Außenklimastall. Bei Gruppenmelkständen ist die Temperatursteuerung im Melkstand einfacher. Probleme bei starkem Frost durch eingefrorenes Restwasser waren meist "hausgemacht" und konnten i.d.R.

an einem Tag behoben werden (Entleeren gefährdeter Leitungen, zusätzliches Aufstellen einer kleinen Heizkanone, Einbau eines temperaturgesteuerten Frostwächters etc.). Betriebe, bei denen die Tiere den Melkstand über einen Laufhof betreten, fordern einen Windschutz im Eingangsbereich. Aufgefrorener Kot im Laufhof verzögert den Zutrieb.

Ein Spülen der Melkzeuge kurz vor Melkbeginn und eine ausreichend dimensionierte Melkstandheizung helfen die Arbeitsqualität zu Beginn des Melkens zu optimieren. Oft reicht nach einiger Zeit die Körperwärme der Tiere für eine ausreichende Raumtemperatur aus. Geeignete Mittel, die nach dem Melken auf die Zitze aufgetragen werden (z. B. Melkfett), verhindern, daß diese bei extrem kalten und trockenen Tagen spröde werden. Im Melkstand sollte auf eine ausreichende Entlüftungsmöglichkeit geachtet werden.

### **Milchleistung**

Zukünftig wird die Milchleistung der Kühe in Bayern auch in Abhängigkeit von der Aufstallung (Warmstall, Außenklimastall, bzw.) aufgelistet werden. Erste Stichproben wurden durch Mitarbeiter des Landeskuratoriums für Tierische Veredelung (LKV) bereits durchgeführt. Die Ergebnisse lagen leider zu Redaktionsschluß noch nicht vor.

Nach Aussagen der Landwirte wurde ein Rückgang der Milchleistung nicht generell beobachtet. Wenn, dann beschränkte er sich an den Tagen mit extremer Kälte auf max. etwa 1 kg pro Tier und Tag. Es erscheint dabei eher einen Zusammenhang mit dem Zustand der Laufflächen, der Wasser- und Futtermittellieferung vorhanden zu sein als mit der Lufttemperatur. Nach Aussagen einzelner Landwirte ist der Rückgang der Trockenmasseaufnahme an sehr warmen Tagen etwa doppelt so hoch wie an extrem kalten Tagen.

### **Wasserversorgung**

Bei der Wasserversorgung bei Außenklimaställen kann grob zwischen wärmege-dämmten Tränken und beheizten Tränken unterschieden werden (Tab. 1), wobei eine Tendenz zu beheizten Tränken zu erkennen ist. Während der extrem kalten Tage im Winter 96/97 gab es bei einigen Landwirten weniger Probleme bei den Tränken selbst als vielmehr bei den Zuleitungen zu den Tränken. Die Verlegung der Wasserleitungen in 80 cm Tiefe war bei einigen Betrieben nicht ausreichend. Für evtl. Reparaturarbeiten ist das Verlegen der Wasserleitung in einem Leerrohr sinnvoll.

Tab. 1: Tränken für Außenklimaställe

System	Bezeichnung	Einsatzhinweise
Ventiltränken	Schalentränken mit Zungen- bzw. Rohrventil	Frostsicherheit über Heizspirale, -platte oder -stab möglich; Montage an der Wand bzw. an Stall-einrichtungen oder auf 30er Beton- bzw. Steinzeuagrohr; einfache Reinigung
	Trog-Tränkebecken	großvolumiges Tränkebecken; Zusatzheizung möglich; leicht zu reinigen
Schwimmertränken	Schalen-Tränkebecken	Frostsicherheit über Heizspirale, -platte oder -stab möglich; leicht zu reinigen; Montage wie Ventiltrogtränke
	Drucklose Niveautränke (Trogtränke)	Prinzip der kommunizierenden Röhren; Wasseranschluß z.B. in Technikraum; Einbau eines Heizstabes leicht möglich; ungehinderte Wasseraufnahme mehrerer Tiere gleichzeitig möglich (bis 150 l Fassungsvermögen); Gefahr der stärkeren Verschmutzung durch Futterreste bzw. Kot (Abweisbügel, Sockel)
	Heizbare Doppel-tränke mit 80 l Wasserreservoir	Die Wassertemperatur ist je nach Außentemperatur zwischen 10 und 25 °C einstellbar (ergibt im Winter eine Wassertemperatur 12-15 °C)
	wärmegeädämmte Tränken: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balltränke</li> <li>• Klappen-tränke</li> <li>• Schalen-tränke</li> <li>•</li> </ul>	stromunabhängig; Mindesttierzahl pro Tränke notwendig (≥ 10 Tiere pro Tränkestelle); erschwerte Hygienekontrolle durch abgedeckte Behälter; Montage auf ausreichend großem Sockel notwendig (Verschmutzung); Zusatzheizung evtl. sinnvoll
Sonst.	beheizte Wassermwälzung	Ringleitung mit Heizgerät (evtl. über Wärmerückgewinnung aus der Milchkühlung) und Umwälzpumpe; das Heizgerät dient neben dem Frostschutz auch der Versorgung der Tiere mit angewärmtem Wasser

Probleme an den Tränken (angefrorener Ball, eingefrorene Schwimmer etc.) konnten schnell wieder behoben werden. Tränken an der Außenwand sind stärker frostgefährdet. Abtropfendes Wasser von den Tränken bzw. versprühtes Waschwasser aus dem Melkstand führt zu Eisflächen. Kleine Mengen von Streusalz können hier Abhilfe schaffen. Das Anbieten von angewärmtem Tränkewasser (Wärmerückgewinnung) findet bei den Außenklimaställen in letzter Zeit größere Verbreitung. Neben der Frostsicherheit soll das auf etwa 16 °C angewärmte Tränkewasser auch die Futteraufnahme fördern.

## **Fütterung**

Über den Futtermittelverzehr liegen aus den befragten Betrieben keine Meßdaten vor. Allgemein wurde jedoch von den Landwirten die Futteraufnahme bei sehr niedrigen Temperaturen als geringfügig höher eingeschätzt. Da die Antworten sehr unterschiedlich ausfielen, sind Einflüsse von der Beschaffenheit der Futtermittel und der Windverhältnisse zu berücksichtigen. Rinder empfinden höhere Windgeschwindigkeiten in Verbindung mit niedrigen Temperaturen als unangenehm und suchen deshalb dem Wind ausgesetzte Futtertische wahrscheinlich weniger häufig auf. Dadurch ist auch eine Beeinträchtigung der Futteraufnahme zu erklären, so daß weniger die niedrigen Temperaturen als der windgeschützte Fraßbereich von Bedeutung sind.

Die Verfütterung von Silagen verursacht bei durchschnittlichen Trockenmassegehalten keine Probleme. Es sollte trotzdem darauf geachtet werden, daß die Tiere nicht heißhungrig auf gefrorenes Futter losgelassen werden. Ansonsten wird gefrorene Silage nach Aussagen einiger Landwirte weniger und langsamer gefressen bzw. in Form gefrorener Silagebrocken liegengelassen. Sinnvoll erscheint es daher, bei extremer Kälte auf trockenmassereichere Rationen, je nach Silagebeschaffenheit mit einem entsprechend höheren Heuanteil zu achten. In dieser Situation ist generell die Vorlage von Futtermischungen von Vorteil.

## **Entmistung**

Die Entmistung während extremer Frostphasen kann bei Außenklimaställen Probleme bereiten. Das jeweilige Ausmaß der Schwierigkeiten ist abhängig von den baulichen Gegebenheiten am Betrieb:

### Spaltenboden

Zwischen -8 °C und -15 °C (je nach Windschutz, Belegung etc.) beginnen die Spalten zuzufrieren. Bei geschlossenen Außenklimaställen bzw. bei Offenfrontställen, die ihre offene Seite zusätzlich mit einer Plane schützten, blieben stark frequentierte Bereiche der Laufflächen offen. Lediglich zwischen den Liegeboxen und an den Tränken baute sich der Kot bis max. etwa 25 cm auf. Zu einem Kotaufbau von über 40 cm kam es bei einem Betrieb, bei dem die kalte Luft ungebremst über den Spaltenboden streichen konnte. Zusätzlich war der Stall auch unterbelegt.

Im Treibmistkanal ist eine Kanaltiefe von 1.25 m bei durchschnittlichen Kanallängen ausreichend (kein Gefälle im Kanal, Staunashöhe max. 15 cm, siehe Abb. 2). Ist der Stall unterbelegt bzw. frisch bezogen und gelangen größere Mengen an Stroh aus den Liegeboxen in den Kanal, kann es im Einzelfall zu einem stärkeren Anwachsen des Kotes im Kanal kommen. Selbst bei einer Kanaltiefe von nur 70 cm besteht immer noch die Möglichkeit den Kanal zu spülen, wie Untersuchungen der BLT Grub im Winter 95/96 zeigten. Das Spülen könnte vereinfacht werden, würde generell bereits während des Bauens an den Stirnseiten der Kanäle ein Spülanschluß (Einlaß auf Höhe der Kanalsohle) vorgesehen werden.

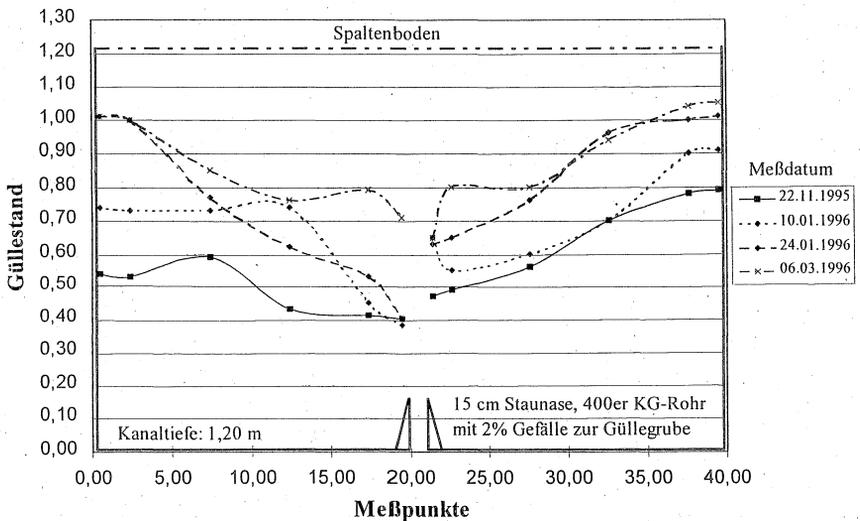


Abb. 2: Güllestandsmessungen im Treibmistkanal (Winter 1995/96; Jungvieh)

Größere Unebenheiten auf der Lauffläche wurden zum Teil mit einem Pickel entfernt. Bei Lufttemperaturen über  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  begannen die Spalten wieder aufzutauen. Aufgetaute flüssige Bestandteile konnten dann sofort durch die Spalten abfließen.

#### Planbefestigte Flächen mit Schieberanlage

Schieberanlagen kommen ab etwa  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  zum Stehen. Liegen die Gänge windgeschützt und kommen die Schieber etwa alle zwei Stunden zum Einsatz, laufen sie auch noch bei tieferen Temperaturen. Kommt es zu einem mehrtägigen Stillstand des Schiebers, muß mit dem Schlepper mobil entmistet werden. Der abgeschobene gefrorene Kot sollte dabei nicht in den Querkanal gelangen, sondern entweder direkt in eine Güllegrube gefördert oder auf einer Mistplatte zwischengelagert werden. Ausgenommen sind die Betriebe, die ihren Querkanal während des Koteinwurfes mit Gülle spülen können. Nach den Erfahrungen des letzten Winters sollte eine Spüleleitung im Querkanal für Betriebe mit Schieberanlagen generell empfohlen werden.

#### Laufhöfe

Einsetzender Eisregen ließ die Laufflächen bei manchen Betrieben glatt werden. Sand und Sägespäne brachten hier Abhilfe. An neuralgischen Punkten wie dem Ein- bzw. Austrieb am Melkstand wurden kleine Mengen Streusalz gestreut.

#### **Baukosten**

Beim Neubau eines Außenklimastalles für 50 Kühe kann in der Regel davon ausgegangen werden, daß der Landwirt mind. 100 000.- DM im Vergleich zu einem Warmstall einsparen kann. Angesichts sinkender Erzeugerpreise und steigender Kontingentspreise ein wichtiges Argument für die Außenklimaställe. Eine neue detaillierte Baukostenerhebung, die bayernweit durch die Betreuer-gesellschaften mit identischer Gliederung erhoben wird, soll helfen, preiswerte Konstruktionen zu erkennen und zu dokumentieren. Erkenntnisse daraus werden der Officialberatung an den Ämtern für Landwirtschaft und Ernährung für die Bauberatung zur Verfügung gestellt.

#### **Akzeptanz durch die Landwirte**

Landwirte, die sich derzeit für einen Außenklimastall entscheiden, sind von diesem System überzeugt. Nach Bezug des Stalles ändert sich die Einstellung zum System nicht (Abb. 3). Etwas anders sieht es bei den Altenteilern aus. Hier ist eine größere Skepsis vor dem Bau zu beobachten, die teilweise nach Bezug des Stalles revidiert wird. Den

Bedenken einiger Tierärzte, Operationen bei Temperaturen von deutlich unter 0 °C durchführen zu müssen, könnte durch einfachst eingehauste Abkalbebuchten entgegengewirkt werden, die bei Bedarf auch einmal geheizt werden könnten.

### Akzeptanz von Außenklimaställen in der Milchviehhaltung

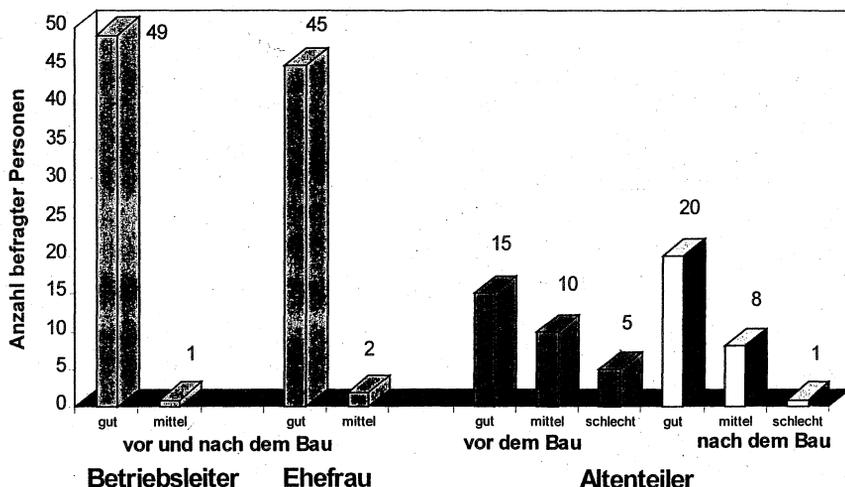


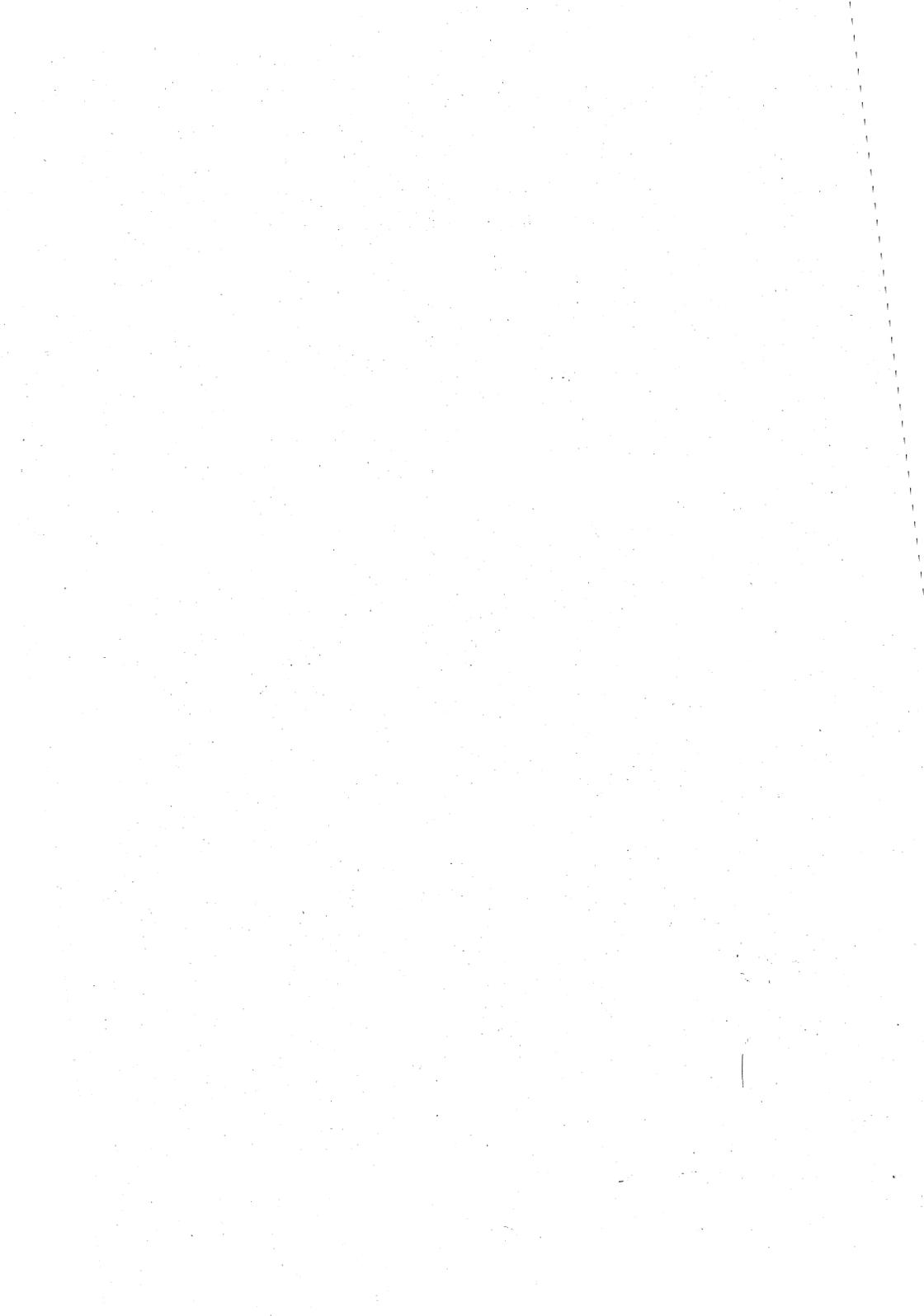
Abb. 3: Befragung von 50 Familien mit Außenklimaställen in Bayern 1996/97

### Zusammenfassung

Über das ganze Jahr bietet der richtig konzipierte Außenklimastall den Kühen eine artgerechte Umwelt und dem Betreuer der Tiere über den weitaus größten Teil des Jahres beste Arbeitsbedingungen. Eine Einschränkung der Arbeitsqualität im Winter kann durch bauliche Details minimiert werden. Extreme Winter erfordern beim Außenklimastall einen kurzfristig erhöhten Arbeitsaufwand, doch haben dann auch die Betreiber von Warmställen (offener Melkstand, keine frostsicheren Leitungen etc.) mit Problemen zu kämpfen.

Kursierende Horrormeldungen über katastrophale Zustände in den Betrieben, die ihre Milchkühe in einem Außenklimastall halten, erwiesen sich bis jetzt in allen Fällen als falsch bzw. maßlos übertrieben. Die große Mehrheit aller Betriebe meisterte die außergewöhnliche Kälte im Winter 1996/97 mit einem begrenzt höheren Zeitaufwand. Nach

Befragung von über 130 Betrieben konnte kein Betrieb ermittelt werden, der ein Rind durch die extreme Kälte verloren bzw. extreme Leistungseinbrüche durch die Kälte beobachtet hätte. Größere Probleme waren meist auf vermeidbare Fehler seitens des Landwirtes zurückzuführen. Fehler in der baulichen Ausführung wurden deutlicher sichtbar. Negative Einflüsse auf das Rind durch diese Haltungsform konnten nicht festgestellt werden.



# **Elektronische Tierkennzeichnung mit Bolustranspondern**

Georg Wendl, Michael Klindtworth u. Klaudia Klindtworth

## **1. Einleitung**

Die konventionelle Kennzeichnung von Rindern mit visuellen Ohrmarken stand in jüngster Vergangenheit mehrfach in der öffentlichen Kritik. Als Schwachstellen werden vor allem das Verlustrisiko, aber auch die Möglichkeit zur Manipulation angesehen. Der Rindfleischmarkt fordert im Rahmen der Herkunftssicherung eine durchgängige und dauerhafte Tierkennzeichnung vom Kalb bis zum Schlachthof, da die gesicherte Herkunft von Schlachtieren inzwischen zu einem wichtigen Qualitätskriterium geworden ist. Eine lebenslange fälschungssichere Rinderkennzeichnung ist aber auch für andere Bereiche wie z.B. Zucht, Leistungs-, Seuchen- und Prämienkontrolle dringend notwendig. Die derzeit eingesetzte visuelle Ohrmarke in Verbindung mit einem Begleitpapier erfüllt die Anforderungen nur zum Teil und ist außerdem mit einem hohen Dokumentationsaufwand verbunden. Der Einsatz elektronischer Tierkennzeichnungssysteme kann hierbei erhebliche Vorteile bringen.

## **2. System und Varianten der elektronischen Tierkennzeichnung**

Kernstück der elektronischen Tieridentifikation ist der Transponder. Er ist ein passiver, batterieloser Sender, der bei Eintritt in ein elektromagnetisches Feld, das von einer Lesestation (mobil oder stationär) ausgestrahlt wird, einen Code absendet, den wiederum die Lesestation empfängt und in eine Nummer umwandelt (Abb. 1). Mit den 1996 verabschiedeten ISO-Normen (ISO 11784 und ISO 11785) ist inzwischen eine weltweite Vereinheitlichung erreicht, die eine Kompatibilität der unterschiedlichen Hersteller gewährleistet und außerdem weltweit eine einmalige Tiernummer garantiert. Die erwähnten Standards sind nicht nur für landwirtschaftliche Nutztiere wie Rinder, Schweine, Pferde usw., sondern auch für Heim- und Zootiere gültig [5, 6].

Elektronische Transponder bestehen aus einem Mikrochip mit einer nicht mehr änderbaren eindeutigen Nummer und einer Antenne. Die technische Weiterentwicklung hat zu verkleinerten Transpondern geführt, die nicht mehr nur am Hals- oder Fußband getragen werden müssen, sondern den Tieren auch in Form von Ohrmarken, Injektaten oder Pansen-Boli appliziert werden können. Während der Transponder im Hals-

band oder in der elektronischen Ohrmarke in Kunststoff verpackt ist, wird der injizierbare Transponder von einer biokompatiblen Glashülle umgeben. Die Länge der Injektate variiert von 12 bis 32 mm, der Durchmesser von 2,2 bis 3,8 mm. Die Applikation erfolgt mit einem Injektionsgerät je nach Tierart subkutan oder intramuskulär. Der Bolus ist ein zylindrischer Körper aus Keramik oder Glas, in dem der Transponder untergebracht ist (Länge ca. 60 - 100 mm, Durchmesser ca. 20 mm). Er wird oral über eine Schlundsonde appliziert und verbleibt im Netzmagen-/Pansentrukt des Wiederkäuers - eine bekannte und bewährte Applikationsmethode, die auch für Langzeitmedikamente oder Käfigmagnete verwendet wird.

Vorteil der neuen Transpondervarianten ist die übergreifende Nutzung für die innerbetriebliche Prozeßtechnik (Krafftutterabrufautomat, Leistungserfassung, Tierüberwachung, usw.) und für die außerbetrieblichen Bereiche (Tierzucht, Leistungskontrolle, Seuchenbekämpfung, Vermarktung und Prämienkontrolle).

Elektronische Ohrmarken werden wie konventionelle Ohrmarken extern am Ohr angebracht. Empirische Untersuchungen und die Praxis zeigen aber immer wieder, daß extern angebrachte Ohrmarken in Abhängigkeit von Typ, Größe und Tierart bis zu 15 % Verluste aufweisen können [3, 14]. Im Gegensatz dazu haben der injizierbare Transponder und der Pansenbolus eindeutige Vorteile, da beide Varianten im Tierkörper untergebracht sind.

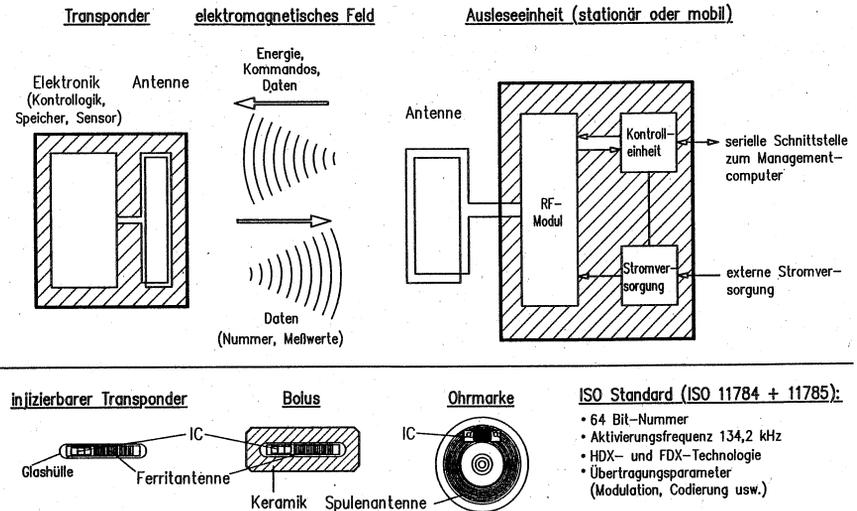


Abb. 1: Schematischer Aufbau und Systemparameter der elektronischen Tierkennzeichnung

Aufgrund der langjährigen Untersuchungen mit injizierbaren Transpondern an der Landtechnik Weihenstephan [7, 8, 11, 12, 13] läßt sich zusammenfassend festhalten, daß mit injizierten Transpondern eine tierverträgliche, fälschungssichere und lebenslange Tierkennzeichnung von Rindern möglich ist. Eine gesicherte Entnahme des Transponders im Schlachthof, wie sie exemplarisch nachgewiesen wurde, muß jedoch gewährleistet sein. Ein Einsatz des injizierten Transponders in der breiten Praxis kann dann erfolgen, wenn in jedem Fall eine gesicherte Transponderentnahme garantiert ist.

### **3. Einsatzuntersuchungen mit Bolustranspondern**

#### **3.1 Zielstellung**

Neben injizierbaren Transpondern werden in jüngster Zeit verstärkt auch Bolustransponder zur elektronischen Tierkennzeichnung diskutiert. Nach bisherigen Untersuchungen und Herstellerangaben wird eine Boluskennzeichnung erst ab dem 3. Lebensmonat empfohlen [1, 10]. Unter den Vorgaben der Viehverkehrsverordnung ist jedoch eine frühere Kennzeichnung erforderlich. In den eigenen Untersuchungen steht deshalb neben der Höhe der Verlustrate vor allem das mögliche Applikationsalter und die Nutzung in der Prozeßtechnik im Vordergrund.

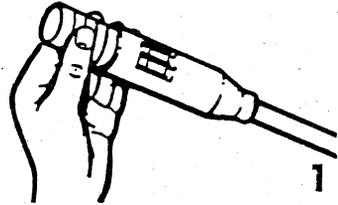
#### **3.2 Material und Methodik**

Erste praktische Erfahrungen mit Pansenboli konnten in der Bullenmast, Kälberaufzucht und Milchviehhaltung bei ganzjähriger Stallhaltung gesammelt werden. Als Boli wurden Produkte der Firma Gesimpex<sup>1</sup> eingesetzt, bei denen ein üblicher TIRIS-Glastransponder mit einer Länge von 32 mm in einem Keramikzylinder integriert ist. Der Bolus selbst hat eine Außenlänge von 67 mm und einen Durchmesser von 21 mm. Die Verabreichung des Bolus erfolgt oral mit einer Schlundsonde in der gleichen Weise, wie Medikamentenboli appliziert werden (Abb. 2). Insgesamt erfolgte bei 185 Tieren unterschiedlichen Alters eine Kennzeichnung (Tab. 1). Die Nutzung des Bolustransponders in der Prozeßtechnik wurde an einem Kälbertränkeautomat untersucht, der so umgerüstet wurde, daß mit 2 Antennen eine parallele Auslesung der elektronischen Ohrmarke (Hersteller Allflex, System TIRIS) und des Pansenbolus möglich ist und die Besuchsdaten im Tränkestand registriert werden können. Erste Erfahrungen zur Entnahme von Boli im Schlachthof konnten bei 14 Mastbullen gewonnen werden.

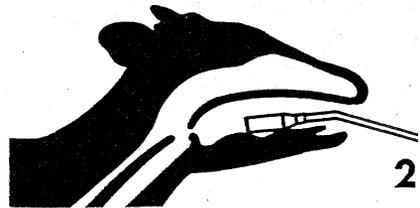
---

<sup>1</sup> Wir danken an dieser Stelle auch der Universidad Autónoma de Barcelona für die Bereitstellung der Boli.

1. Bolus vollständig bis zum Anschlag einführen.



2. Applikator gerade von vorne in das Maul des Tieres einführen.



3. Sobald der Applikator am Zungenende plaziert ist und der Schluckreflex einsetzt, den Abzug langsam drücken und der Bolus wird freigegeben. Falls Widerstände zu spüren sind, die Applikator-Position neu bestimmen, bis der Bolus leicht freigegeben werden kann (siehe Produktinformation).



Quelle: Hoechst, 1995

Abb. 2: Vorgehensweise bei der Applikation von Pansenboli beim Rind

Tab. 1: Boluseinsatz in der Rinderhaltung

Produktions- schwerpunkt	Tiere	Anzahl	Fragestellung
Bullenmast	Fresser (200 kg LG)	66	Applikationsalter, Verlustrate, Arbeitszeit für Applikation und Entnahme
Kälber- aufzucht	weibliche Kälber	45	Applikationsalter, Verlustrate
	männliche Kälber	36	Applikationsalter, Verlustrate, Nutzung in der Prozeßtechnik (Tränkeautomat)
Milchvieh- haltung	Milchkühe	38	Verlustrate, Arbeitszeit für Ap- plikation
<b>Summe</b>		<b>185</b>	

### 3.3 Ergebnisse

#### 3.3.1 Applikation von Bolustranspondern

Im Vergleich zur Injektion eines Transponders ist die Verabreichung eines Bolustransponders einfacher und kann nach bisherigen Erfahrungen von jeder Person, die im Umgang mit Tieren vertraut ist, nach kurzer Einweisung durchgeführt werden.

Die Kennzeichnung mit einem Bolus war in den meisten Fällen nach einmaliger Applikation erfolgreich. Nur in Einzelfällen mußte der Vorgang wiederholt werden. Selbst bei sehr jungen Tieren in der ersten Lebenswoche konnte die Applikation ohne größere Schwierigkeiten durchgeführt werden (Tab. 2). Nur bei einem von 31 Kälbern war die Applikation zunächst nicht möglich, konnte jedoch in der 8. Lebenswoche erfolgreich durchgeführt werden. Hier war die Größe des Kalbes bzw. des Kehlkopfes wahrscheinlich der Grund für den Fehlversuch. Ist ein Kalb noch sehr klein (< 40 kg Geburtsgewicht), sollte der Bolus erst später verabreicht werden. Nach bisherigen Erfahrungen ist weniger das Alter, sondern vielmehr die Größe des Kälbes ausschlaggebend für eine erfolgreiche Applikation des Bolus.

Bei Kälbern und Fressern konnte die Applikation von einer Person durchgeführt werden, bei Kühen ist zur Fixierung des Kopfes eine zweite Person notwendig. Auffälligkeiten nach Abschlucken des Bolus wurden nicht beobachtet.

Tab. 2: Alter der Kälber bei Applikation des Bolustransponders und Verluste

Tiere	Applikationsalter	Anzahl	Bemerkungen	Verluste
weibliche Kälber	1. Lebenswoche	31	erfolgreich	2*
	2. Lebenswoche	11		0
	3. Lebenswoche	2		0
	2 Monate	1	vorher keine Applikation möglich	0
männliche Kälber	1 Monat	11	erfolgreich	0
	älter als 1 Monat	25		0
Fresser	5 - 6 Monate	66		
Kühe		38	erfolgreich	0
<b>insgesamt</b>		<b>185</b>		<b>2</b>

\* 1 Bolus ein Tag nach Applikation, 1 Bolus 5 Wochen nach Applikation verloren

Der erforderliche Zeitaufwand für die Kennzeichnung mit Bolustranspondern ist im Vergleich zur Injektion von Transpondern bei verschiedenen Injektionsorten in Abbildung 3 dargestellt. Bei Fressern, die im Freßgitter fixiert sind, werden pro Tier für

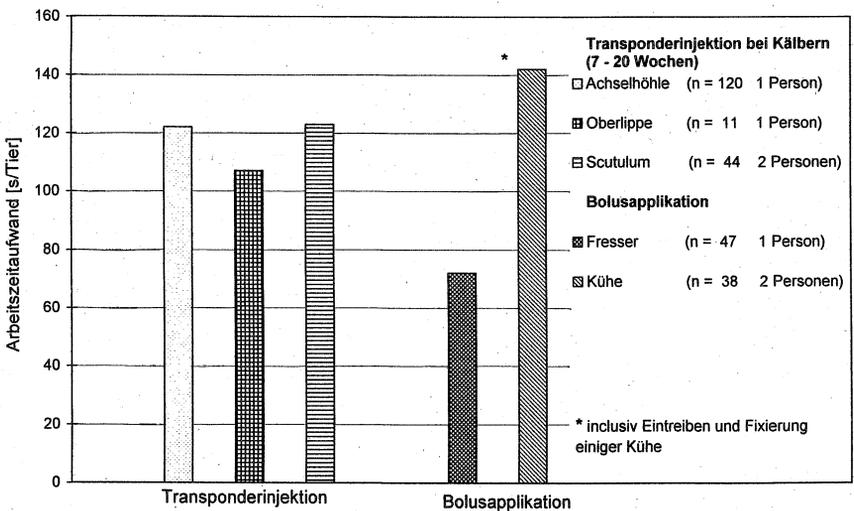


Abb. 3: Vergleich des Zeitaufwandes für die Kennzeichnung von Rindern mit Injektaten und Bolustranspondern (Mittelwerte, Tiere im Freßgitter fixiert)

den gesamten Vorgang inkl. Vorbereitung und Auslesen des Transponders nach erfolgreicher Verabreichung etwa 1 min benötigt. Die Injektion eines Transponders erfordert dagegen fast die doppelte Arbeitszeit. Der eigentliche Vorgang der Bolusapplikation (Maul öffnen, Applikator in Schlund einführen, auslösen und warten bis der Bolus vom Tier abgeschluckt wurde) hat nach Zeitmessungen bei 88 Tieren nur knapp 20 s in Anspruch genommen.

Zur Überprüfung der Boluslage im Tier wurden bei 3 Kälbern, die im Alter von 1 Tag, 10 Tagen und 3 Wochen nach der Geburt gekennzeichnet wurden, Röntgenaufnahmen gemacht. Die Röntgenbilder einen Monat nach Applikation belegen, daß der Bolus im Netzmagen oder Pansen lag. Diese Lage konnte ebenfalls für 14 Mastbullen ein Jahr nach Applikation bei der Entnahme im Schlachthof bestätigt werden.

### **3.3.2 Verlustrate**

Die in regelmäßigen Abständen durchgeführte Überprüfung der Boli während der Verweildauer im Tier zeigte, daß nur in 2 Fällen (1 %) der Bolus nicht im Vormagentrakt verblieb und verloren ging (vgl. Tab. 2). Die bisherigen Verluste traten nur bei den Kälbern auf, die in der ersten Lebenswoche gekennzeichnet wurden, bei einem Kalb einen Tag und beim anderen Kalb 5 Wochen nach der Kennzeichnung. Bei allen anderen Rindern wurden bisher keine Verluste beobachtet. Allerdings ist die bisherige Verweilzeit im Tier noch nicht sehr hoch, da momentan nur 124 der gekennzeichneten Tiere den Bolus länger als 100 Tage tragen.

### **4.3.3 Einsatz in der Prozeßtechnik**

Eine Nutzung des Bolus in der Prozeßtechnik setzt eine hohe Identifizierungssicherheit voraus. Nach bisherigen Untersuchungen mit dem umgerüsteten Tränkeautomaten zeigte die Bolusidentifizierung vergleichbare Ergebnisse wie die elektronische Ohrmarke (Abb. 4). Die Zahl der Besuche und die Aufenthaltszeit im Tränkestand, beide Parameter gleichzeitig über den Bolus und die Ohrmarke registriert, ist bei den untersuchten 23 Kälbern nahezu gleich. Die Anzahl der Identifizierungen des Bolus ist bei einigen Kälbern z.T. geringfügig niedriger, ein Einfluß auf den Milchabruf wurde jedoch nicht beobachtet. Die Abrufquote, d.h. das Verhältnis der zugeteilten Milchmenge zur abgerufenen Milchmenge, lag im normalen Bereich. Aufgrund dieser bisherigen Erfahrungen und der täglichen Zunahmen der Kälber ist von keiner Beeinträchtigung der Futteraufnahme auszugehen.

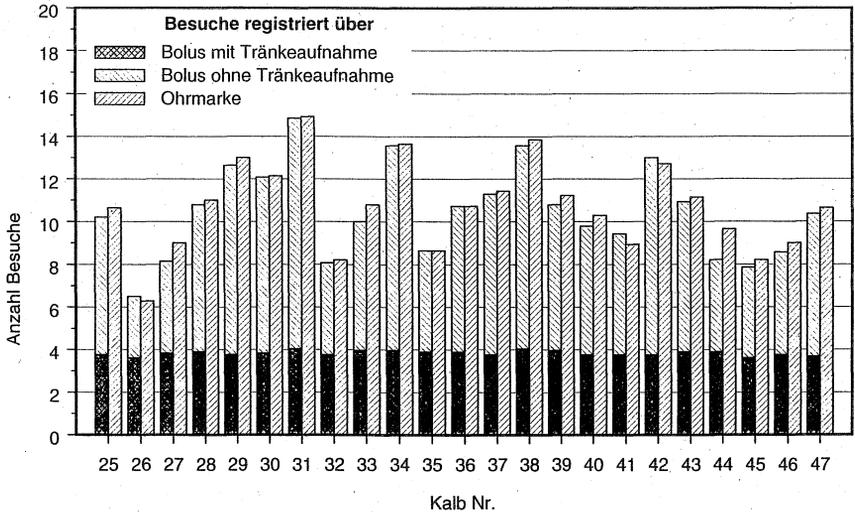


Abb. 4: Anzahl Besuche im Tränkeautomat (Vergleich Identifizierung durch Ohrmarke und Bolus, 1.6. - 14.6.97, 23 Bullenkälber, Betrieb Westerschondorf)

Für die statische Identifizierung mit Bolustranspondern in Futterstationen (z. B. Kälbertränkeautomat, Kraftfutterstation) muß die Antenne seitlich im Bereich des linken Vorderfußes installiert werden. Eine seitliche Abschirmung ist in diesen Fällen z.T. notwendig. Auch bei der dynamischen Identifizierung im Durchgang (z. B. Melkstandeingang, Triebweg) ist nach ersten Ergebnissen eine sehr hohe Erkennungssicherheit gegeben.

### 3.3.4 Entnahme von Bolustranspondern

Erste Erfahrungen zur Entnahme von Bolustranspondern konnten bei der Schlachtung von 14 Mastbullen in einem kommerziellen Schlachthof gewonnen werden. Die Entnahme erfolgte durch das Schlachthofpersonal zu Beginn der Verarbeitung des Magen-/Darmtraktes. Die Entnahmezeiten für Bolustransponder und injizierte Transponder bei verschiedenen Injektionsorten sind Abbildung 5 zu entnehmen. Danach liegt der Zeitaufwand für die Entnahme im Mittel unter 15 s, bei Injektaten, die unter dem Scutulum injiziert wurden, waren knapp 20 s nötig. Bei den beiden anderen Injektionsorten mußte erheblich mehr Zeit für die Transponderentnahme aufgewendet

werden. Somit scheint die Wiedergewinnung des Bolus im Schlachthof einfacher und problemloser zu sein als die Entnahme eines Injektates. Die Größe des Bolus ist hierbei ein entscheidender Vorteil, da er leicht fühlbar ist. Zusätzlich kann auch bei unsicherer Entnahme ausgeschlossen werden, daß sich der Bolustransponder in verzehrfähigem Fleisch befindet oder zu Nahrungsmitteln verarbeitet wird. Eine Integration der Bolusentnahme in die übliche Schlachtkette dürfte somit ohne größere Probleme möglich sein.

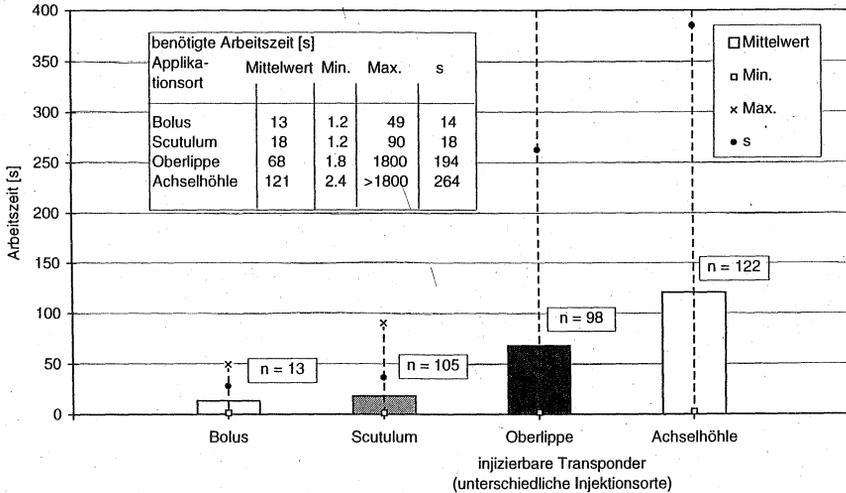


Abb. 5: Arbeitszeitaufwand zur Entnahme von Injektaten und Bolustranspondern

#### 4. Vergleichende Bewertung

Wesentliche Merkmale zur Beurteilung der unterschiedlichen Kennzeichnungsvarianten bei Rindern sind in Tabelle 3 dargestellt. Visuelle Ohrmarken sind zwar äußerst preiswert, erlauben aber keine automatische Auslesung. Zudem sind sie mit einem Verlustrisiko behaftet und nicht fälschungssicher. Aus dem Grund der Fälschungssicherheit scheidet auch Halsbandtransponder, die leicht anzubringen sind, für ein lebenslanges Identifikationsverfahren aus. Elektronische Ohrmarken sind ebenfalls mit einem Verlustrisiko behaftet und nicht so fälschungssicher wie Transponder, die im Tierkörper untergebracht sind. Injizierbare Transponder sind für alle Tierarten geeignet, die Applikation und Entnahme im Schlachthof ist aber aufwendiger als beim Bolus. Sollten sich die bisherigen Verlustraten und die positiven Erfahrungen bei der Bolusverabreichung bereits in den ersten Lebenswochen sowie bei der Verwendung in der

Prozeßtechnik bestätigen, so stellt der Bolus gegenüber dem Injektat und der elektronischen Ohrmarke eine zukunftsträchtige Alternative dar.

Tab. 3: Vergleich unterschiedlicher Formen der Tierkennzeichnung

Merkmal	Ohrmarke (Barcode)	Halsband (RFID)	Ohrmarke (RFID)	Injektat (RFID)	Bolus (RFID)
Fälschungssicherheit	+/-	-	+/-	+	+
geringes Verlustrisiko	-	-	-	+	+
Eignung für alle Tierarten	+/-	-	+/-	+	- <sup>1)</sup>
Einfache Anbringung am Tier	+	+	+	+/-	+
zusätzliche visuelle Nummer nicht notwendig	+/-	+/-	+/-	-	-
Entnahme im Schlachthof	+	+	+	+/-	+
automatische Identifikation	-	+	+	+	+
ISO-Kompatibilität (Nummer und Technik)	- <sup>1)</sup>	+/- <sup>2)</sup>	+	+	+
Möglichkeit zur Kombination mit Sensoren	-	-	-	+	+/-
Eignung für innerbetriebl. Prozeßtechnik	-	+	+	+	+
außerbetriebl. Anwendung	+	-	+	+	+
Preis pro Stück (ca. DM)	<b>bis 1,00</b>	<b>70 - 100</b>	<b>10 - 30<sup>3)</sup></b>	<b>10 - 30<sup>3)</sup></b>	<b>10 - 30<sup>3)</sup></b>
Erklärungen:					
+ positiv zu bewerten		- negativ zu bewerten			
<sup>1)</sup> nur für Wiederkäuer		<sup>2)</sup> z. T. noch nicht ISO-kompatibel			
<sup>3)</sup> Zielpreis 3 - 5 DM					

## 6. Zusammenfassung

Elektronische Transponder in Form von Ohrmarken, injizierbaren Transpondern oder Bolustranspondern sind geeignet, die Schwächen des derzeitigen Kennzeichnungssystems mit visuellen Ohrmarken zu beheben. Dabei ist eine fälschungssichere und dauerhafte Rinderkennzeichnung mit injizierten Transpondern oder Bolustranspondern eher möglich als mit extern angebrachten elektronischen Ohrmarken.

Die Injektion von injizierbaren Transpondern und deren Entnahme im Schlachthof erfordert eine sorgfältige und gewissenhafte Arbeitsweise. Im Vergleich dazu ist der

Bolus einfacher zu applizieren und im Schlachthof leichter zu entnehmen. Somit stellt der Bolus eine ernstzunehmende Alternative für die bisher etablierten Kennzeichnungsvarianten dar, obwohl bis jetzt nur wenig Praxiserfahrungen vorliegen. Um jedoch die Vorzüglichkeit der Varianten weiter untersuchen zu können, sind Feldversuche mit größeren Tierzahlen notwendig. In diesem Zusammenhang bietet es sich zukünftig an, die visuelle Ohrmarke mit dem elektronischen Transponder zu kombinieren, um die vom Gesetzgeber geforderte Doppelkennzeichnung von Rindern zu realisieren.

### **Danksagung**

Den beteiligten Versuchsgütern (Achselchwang, Dürnast, Hirschau) und Schlachthöfen (Crailsheim, Grub, Pfarrkirchen) sowie den Forschungsgeldgebern (Bay. StMELF, CMA, DFG, EU) sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

### **7. Literatur**

- [1] Australian Meat and Livestock Corporation(1995): Integration of automated cattle identification with industry management practices. In: Supplementary report to interim report AMLC.010, März 1995
- [2] BEHLERT, O. (1990): Erfahrungen mit dem elektronischen Identifikationssystem EURO I.D. im Kölner Zoo. In: Agrarinformatik Band 20, Beiträge zur Tagung EDV-Anwendung in der Herden- und Gesundheitskontrolle, Oktober 1990 in Bonn. Hrsg.: Petersen, B. und Welz, M.; Verlag Eugen Ulmer Stuttgart; S. 46 -50
- [3] EHLICH, M.; NITSCHKE, G. und B. KERN (1995): Erfahrungsbericht: Praktische Erprobung verschiedener Ohrmarken-Fabrikate für die obligatorische Kennzeichnung von Schweinen. Hrsg.: Lehr- u. Versuchsanstalt für Tierzucht und Tierhaltung Ruhlsdorf/Groß Kreutz e.V.; Juni 1995, S. 3-7
- [4] GABEL, A.A.; WEISBRODE, S.E. und R.C. KNOWLES (1987): An electronic identification system for horses. In: Modern veterinary practice 68 (1987), Heft 11-12, S. 544-547.
- [5] ISO 11 784: International Organisation for Standardization (ISO): ISO 11 784 Radiofrequency identification of animals - Code structure. Genf, 1996
- [6] ISO 11 785: International Organisation for Standardization (ISO): ISO 11 785 Radiofrequency identification of animals - Technical concept. Genf, 1996

- [7] KERN, Chr.; KLINDWORTH, M.; WENDL, G. und H. PIRKELMANN (1995): Injizierbare Transponder in der Rinderhaltung. In: Bau und Technik in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur Internationalen Tagung vom 14. und 15. März 1995 in Potsdam. Hrsg.: Institut für Agrartechnik Bornim e.V. S. 123 - 130
- [8] KLINDTWORTH, M. und G. WENDL (1997): Die elektronische Kennzeichnung von Rindern mit Injektaten - Ein Vergleich verschiedener Injektionsorte unter Berücksichtigung verfahrenstechnischer Aspekte. In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 3. Internationalen Tagung am 11. und 12. März 1997 in Kiel. Hrsg.: Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. S. 307 - 315
- [9] LAMBOOY, E. (1990): Das Injizieren eines Transponders in den Tierkörper zur Identifikation. In: Beiträge zur Tagung EDV-Anwendung in der Herden- und Gesundheitskontrolle, Oktober 1990 in Bonn; Agrarinformatik Band 20; Hrsg.: Petersen, B. und Welz, M.; S. 18-22
- [10] MADEIROS, C.A. (1992): Possible complication with rumen boluses. In: Veterinary Record, 1992, 131 : 12, S. 271 - 272
- [11] PIRKELMANN, H. und Ch. KERN (1994): Einsatzerfahrungen mit injizierten Transpondern in der Rinderhaltung. In: Injektate zur elektronischen Tieridentifizierung. KTBL/LAV-Fachgespräch am 15./16. März, Fulda, KTBL-Arbeitspapier 205, S. 36 - 49
- [12] WENDL, G.; PIRKELMANN, H. und F. WENDLING (1990): Einsatz von injizierbaren Transpondern zur Tieridentifizierung in der Prozeßsteuerung bei Kälbern. In: Agrarinformatik Band 20 Beiträge zur Tagung EDV-Anwendung in der Herden- und Gesundheitskontrolle, Oktober 1990 in Bonn. Hrsg.: Petersen, B. und Welz, M.; Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. 1990, S. 23-29
- [13] WENDL, G. und M. KLINDTWORTH (1996): Elektronische Tierkennzeichnung, Injektate zur Herkunfts- und Qualitätssicherung von Rindfleisch. In: Landtechnik 51 (1996), Heft 4, S. 226-227
- [14] ZIERER, E. (1993): Rinder dauerhaft kennzeichnen. In: Der Tierzüchter 1993, Heft 1, S. 28-31

## **Ein geschlossener Tränkestand zur Verringerung des gegenseitigen Besaugens in der Kälberaufzucht mit rechnergesteuerten Tränkeautomaten**

Georg Wendl, Sonja Schuch und Franz Wendling

### **1. Einleitung und Problemstellung**

In vielen Milchviehbetrieben hat sich die Kälberaufzucht in Form der Gruppenhaltung mit rechnergesteuerten Tränkeabruftautomaten durchgesetzt. Dieses Aufzuchtverfahren ermöglicht

- eine artgerechte und naturnahe Haltungsform (Gruppenhaltung statt Einzelhaltung),
- eine individuelle Versorgung mit Milch und Kraftfutter,
- eine Registrierung der Verzehrsmengen und
- eine rechnergestützte Tierüberwachung.

Zusätzlich bringt dieses Aufzuchtverfahren für den Landwirt erhebliche arbeitswirtschaftliche Vorteile und stellt somit heute die artgerechteste Form der mutterlosen Kälberaufzucht bei niedrigem Arbeitszeitbedarf dar [2]. Bei gemischt geschlechtlichen Gruppen, wie sie in der Milchviehhaltung üblich sind, klagen allerdings Landwirte vermehrt über gegenseitiges Besaugen von Kälbern. Nach einer eigenen Umfrage, die 1997 bei etwa 50 Betrieben durchgeführt wurde, tritt bei nur 20 % der befragten Betriebe kein gegenseitiges Besaugen auf; über die Hälfte der Betriebe hat angegeben, daß zwischen 10 und 40 % der Kälber an Besaugaktionen beteiligt sind. Als Folgeerscheinungen dieser Verhaltensanomalie, die zu wirtschaftlichen Einbußen bis hin zur Zuchtuntauglichkeit führen kann, sind zu nennen:

- Verletzungen im Genitalbereich und Euteransatz,
- Infektionen und Entzündungen,
- Durchfall, Verdauungsstörungen und Bezoarenbildung,
- Wachstumsstörungen (geringe tägliche Zunahmen),
- Harnsaufen und
- späteres gegenseitiges Milchaussaufen bei Kühen [1, 5, 7].

Als wesentlicher Grund für gegenseitiges Besaugen wird ein Defizit an Saugtätigkeit angeführt, was häufig auch mit einem Verdrängen aus dem Tränkestand einher geht [3, 4, 6].

Um gegenseitiges Besaugen bei der Kälberaufzucht mit Tränkeautomaten zu unterbinden, wurde u.a. auch versucht, durch eine Verringerung des Querschnittes des Saugschlauches eine längere Saugzeit und dadurch eine Reduzierung des gegenseitigen Besaugens zu erreichen. Ein eindeutiger Rückgang war jedoch nicht festzustellen [6].

Ziel der Bemühungen an der Landtechnik Weißenstephan war es,

- einen Tränkestand zu entwickeln, der während des Trinkvorganges eines Kalbes verschlossen ist, so daß einerseits das trinkende Kalb von anderen Kälbern nicht verdrängt und andererseits auch nicht besaugt werden kann, sowie
- dessen Auswirkungen auf das gegenseitige Besaugen zu untersuchen.

Der zu entwickelnde Tränkestand sollte zudem einfach und kostengünstig sein und keine zusätzlichen Steuerungsvorrichtungen benötigen.

## **2. Beschreibung des Tränkestandes mit Einsperrung**

Der entwickelte Tränkestand ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Kernstück des Tränkestandes ist eine gebogene, waagrecht pendelnd gelagerte Wippe, die entweder die linke oder die rechte Seitenwand bildet. Betritt ein Kalb den Tränkestand, so wird durch die Vorwärtsbewegung des Kalbes die Pendelwand zur Seite gedrückt und verschließt durch ihre besondere Form den Eingang. Dadurch kann das saugende Kalb von anderen Kälbern nicht verdrängt und auch nicht von hinten oder von der Seite besaugt werden. Das Kalb kann so lange im Tränkestand verweilen, bis es von sich aus den Tränkestand entweder über das Ausgangstor oder rückwärts über den Eingang wieder verläßt.

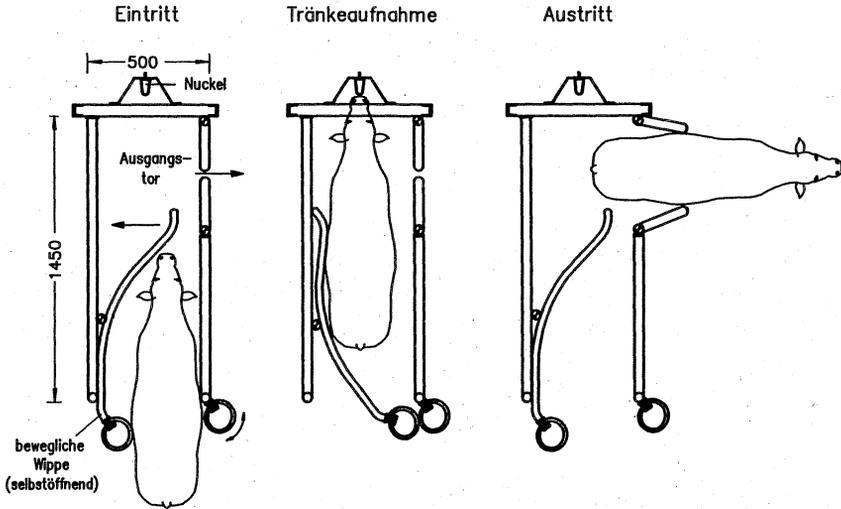


Abb. 1: Schema eines verschließbaren Standes für Kälbertränkeautomaten

### 3. Material und Methode

Um die Auswirkungen der neuen Standform zu untersuchen, wurde diese in mehreren praktischen Milchviehbetrieben eingebaut. Speziell in 2 Betrieben wurde das Tierverhalten vor und nach der Umrüstung mit einer Videoanlage aufgezeichnet und ausgewertet. Über die Ergebnisse aus einem Betrieb wird nachfolgend detaillierter berichtet.

Der Betrieb verfügt über 32 Milchkühe der Rasse Fleckvieh. Pro Jahr werden durchschnittlich 38 Kälber aufgezogen, die nach der Geburt zuerst in einer Einzelbox gehalten werden. Mit dem 21. Lebenstag werden sie in die Gruppe am Kälbertränkeautomaten integriert und bleiben dort 8 Wochen. Die Kälbergruppe wird in einer Tiefstreibucht mit einer Größe von 31,5 m<sup>2</sup> im gleichen Stall wie das Milchvieh gehalten. Im Schnitt besteht die Gruppe aus etwa 7 - 9 Kälbern. Einem Kalb stehen somit ca. 4 m<sup>2</sup> zur Verfügung. Der Tränkeautomat selbst steht auf dem Futtergang in der Mitte vor der Kälberbucht und besitzt eine Saugstelle, welche sich in 70 cm Höhe über einer planbefestigten Fläche in der Kälberbucht befindet. Die Steuerung des Tränkeprogrammes erfolgt über einen Prozeßrechner, wie er in der Milchviehhaltung für die rechnergesteuerte Kraftfuttermittelversorgung und die automatische Milchmengenmessung üblich ist. In 4 Intervallen wird den Kälbern eine Tränke mit 125 g Milchaustauscher pro

1 l Wasser angeboten. Die weiblichen Kälber bekommen eine Tränkemenge von maximal 8 l, die männlichen eine von maximal 10 l. Vom 21. bis zum 24. Lebenstag wird die tägliche Tränkemenge auf die Maximalmenge gesteigert, ab dem 56. Lebenstag wird sie auf die Endmenge von 4 l reduziert. Zusätzlich zur Tränke erhalten die Kälber Wasser, Kraffutter und Heu. Die allgemeinen Haltungsbedingungen (Stallklima, Stroheinstreu, Flächenangebot, etc.) können als sehr gut bezeichnet werden.

In der ersten Versuchsperiode wurde das Verhalten der Kälber im Istzustand mit dem herkömmlichen, auf dem Markt befindlichen Tränkestand (2 Seitenbegrenzungen mit einer Gesamtlänge von 100 cm) mit einer Videoanlage aufgezeichnet. Anschließend wurde der neue Tränkestand eingebaut und in der zweiten Versuchsperiode das Tierverhalten nach einer Eingewöhnungszeit von 5 Tagen ebenfalls aufgezeichnet. Zur Zeit der Videoaufzeichnungen befanden sich in der Beobachtungsbucht jeweils 9 Kälber, davon 6 weibliche und 3 männliche. Der Altersunterschied zwischen dem jüngsten und dem ältesten Kalb in der Gruppe betrug 4 Wochen. Ausgewertet wurde ein Zeitraum von 4 x 24 Stunden, wovon 48 Stunden vor und 48 Stunden nach dem Einbau des neuen Tränkestandes entfielen. Die Auswertung des Tierverhaltens in beiden Standformen umfaßte die Anzahl der gegenseitigen Besaugaktionen, die Zeitdauer der Besaugungen und die Standbelegung bzw. Standauslastung.

#### **4. Ergebnisse und Diskussion**

##### **4.1 Häufigkeit und Dauer der gegenseitigen Besaugaktionen**

Die Anzahl der gegenseitigen Besaugaktionen pro Tag in Abhängigkeit vom Ort des Besaugens jeweils vor und nach Einbau des neuen Tränkestandes zeigt Abbildung 2. Beim offenen Tränkestand wurden pro Tag durchschnittlich 46 gegenseitige Besaugungen gezählt. Nur 2 von den 9 Kälbern hatten sich weder aktiv noch passiv an den Besaugaktionen beteiligt. 85 % der Besaugungen fanden an dem Tier statt, das sich gerade im Stand aufgehalten hat. Untersuchungen von SAMBRAUS [1984] bei Eimertränke ohne Fixierung der Kälber ergaben ebenfalls, daß sich über 90 % der Besaughandlungen im Tränkestand am momentan milchsaugenden Kalb ereigneten.

Beim neu entwickelten Stand konnten die Tiere im Stand nicht besaugt werden. Die Anzahl der Besaugungen außerhalb des Tränkestandes war gering und lag etwa auf gleichem Niveau wie beim herkömmlichen Stand. Insgesamt konnte mit der neuen Standform die Anzahl der gegenseitigen Besaugaktionen um etwa 90 % reduziert werden.

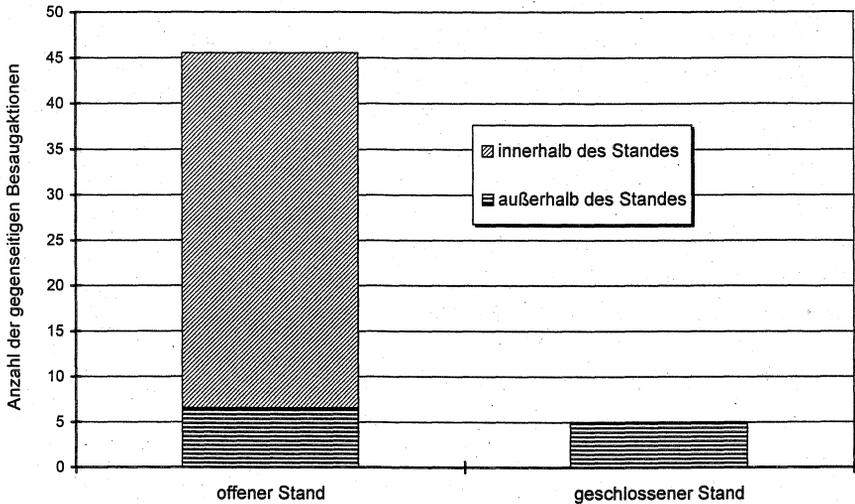


Abb. 2: Anzahl der gegenseitigen Besaugaktionen pro Tag in beiden Standformen (9 Kälber, jeweils 2 Beobachtungstage)

Auch bei der Zeitdauer des gegenseitigen Besaugens wurde ein großer Unterschied zwischen beiden Ständen festgestellt (Abb. 3). Im ursprünglichen Stand bei einer

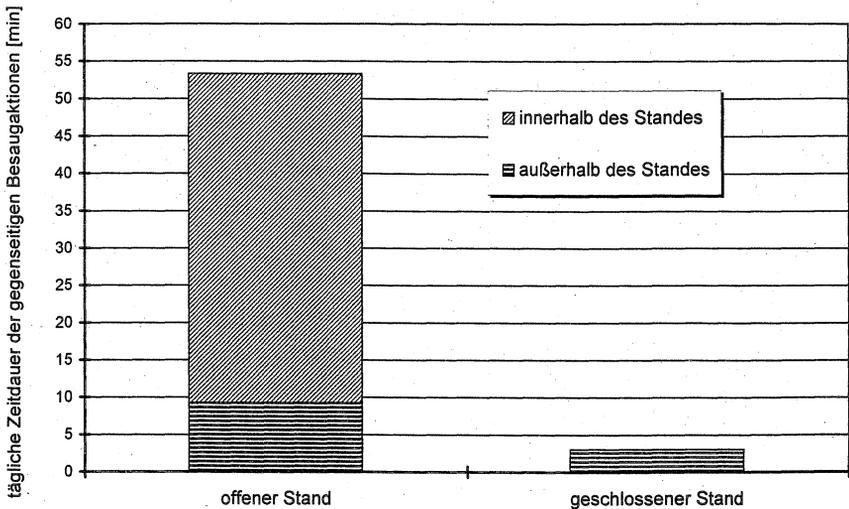


Abb. 3: Tägliche Zeitdauer der gegenseitigen Besaugaktionen in beiden Standformen (9 Kälber, jeweils 2 Beobachtungstage)

Gruppengröße von 9 Tieren besaugten sich die Kälber täglich über 50 min gegenseitig. In dem anderen Praxisbetrieb mit 11 Kälbern in der Gruppenbucht wurden sogar aufsummierte Besaugzeiten von ca. 4 Std. beobachtet. Dagegen lag die gesamte tägliche Dauer des gegenseitigen Besaugens im geschlossenen Tränkestand nur noch bei 3 min. Dies entspricht einer Reduzierung der täglichen Besaugdauer um 95%. Ein kurzfristiges gegenseitiges Besaugen wurde im geschlossenen Tränkestand lediglich bei 2 Kälbern beobachtet. Auch die durchschnittliche Besaugdauer pro Besaugaktion konnte mit der geschlossenen Standform reduziert werden. Während sie bei der offenen Standform über 1 min betrug, besaugten sich die Kälber in der geschlossenen Standform nur noch knapp 0,5 min lang.

#### 4.2 Durchschnittliche Häufigkeit und Zeitdauer der Standbelegung

Eine wichtige Fragestellung besteht darin, ob sich durch die Standform die Häufigkeit des Standbesuches und die Zeitdauer des einzelnen Besuches verändert. In Abbildung 4 ist die tägliche Anzahl der Tränkebesuche aufgetragen, wobei unterschieden wurde, ob ein Tränkeanrecht gegeben war oder nicht.

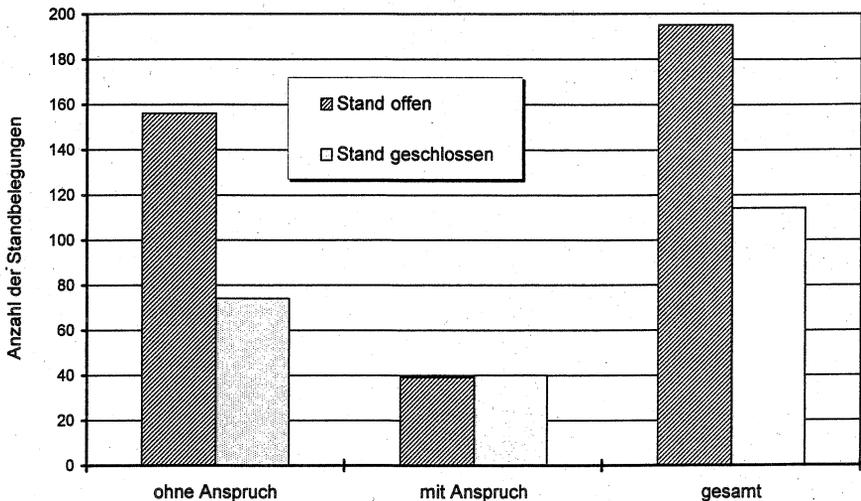


Abb. 4: Anzahl der Besuche in beiden Tränkeständen (9 Kälber, jeweils 2 Beobachtungstage)

Die Anzahl der Standbesuche mit Tränkeanrecht unterschied sich zwischen dem konventionellen und geschlossenen Tränkestand nicht. Innerhalb von ca. 40 Besuchen wurde von den 9 Kälbern die vorgegebene Milchmenge abgerufen (4,4 Besuche pro

Kalb und Tag). Die Standform hatte also offensichtlich keinen Einfluß auf den Milchabruf. Die Anzahl der Standbesuche ohne Anrecht war jedoch sehr unterschiedlich. Im konventionellen Tränkestand wurden etwa doppelt so viele Besuche registriert (ca. 160) wie in der neuen Standform (ca. 80). Dadurch bedingt liegt die Anzahl aller Stationsbesuche im konventionellen Stand um ca. 40 % höher als im geschlossenen Stand.

Neben der Anzahl der Stationsbesuche ist auch die Dauer des einzelnen Besuches von großer Bedeutung. Abbildung 5 gibt die durchschnittliche Zeitdauer eines Standbesuches ohne und mit Tränkeanspruch in beiden Standformen wieder. Sehr deutlich wird daraus, daß die Kälber im geschlossenen Stand wesentlich länger verweilen als im offenen Stand. Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer aller Besuche ist beim ursprünglichen Stand um mehr als die Hälfte geringer als beim neuen Stand. So dauerten beim konventionellen Stand die Besuche ohne Anspruch durchschnittlich 1,5 min, beim neuen Stand etwa 3 min. Lag ein Tränkeanspruch vor, so betrug im konventionellen Stand die durchschnittliche Aufenthaltsdauer nur etwa 6 min, während die Kälber den neuen Stand 12 min belegten.

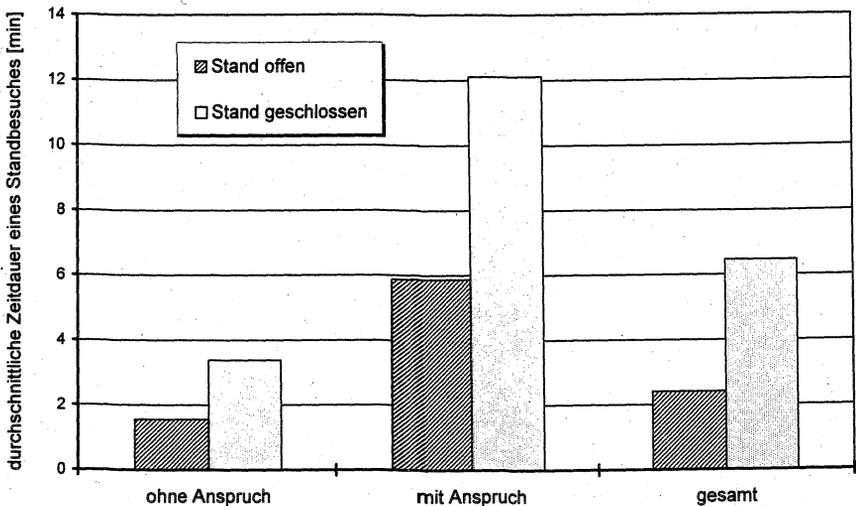


Abb. 5: Zeitdauer der Besuche in beiden Tränkeständen (9 Kälber, jeweils 2 Beobachtungstage)

Nach Literaturangaben [3] beträgt bei natürlicher Aufzucht von Kälbern die Dauer der Milchaufnahme und des Saugreflexes etwa 10 Minuten. Diese Zeitdauer entspricht der Aufenthaltsdauer von Kälbern im geschlossenen Stand, wenn eine Milchaufnahme

erfolgte. Daraus läßt sich schließen, daß die Kälber im geschlossenen Stand ihr Saugbedürfnis wesentlich besser befriedigen können und dies zu geringerem gegenseitigem Besaugen außerhalb des Tränkestandes führt.

#### 4.3 Auslastung des Tränkestandes

Da sich mit der geschlossenen Standform sowohl die Anzahl der Stationsbesuche als auch die Aufenthaltsdauer pro Besuch stark verändert hat, sind deshalb Auswirkungen auf die Standbelegung zu erwarten. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse für die tägliche Belegdauer und die Besuchshäufigkeit für beide Tränkestandvarianten. Der geschlossene Stand war durch Besuche mit und ohne Milchaufnahme pro Tag für ca. 12 Stunden besetzt. Im Gegensatz dazu betrug die Belegdauer im offenen Stand nur ca. 8 Stunden. Somit wurde der geschlossene Stand pro Tag um ca. 56 % länger durch die Kälber belegt. Die Häufigkeit der Standbesuche ist zwar im geschlossenen Stand um 40 % geringer, dafür lag die mittlere Belegdauer etwa um 165 % höher.

Tabelle 1: Anzahl Besuche und tägliche Belegdauer pro Tier

Parameter	Standform		Veränderung [%]
	offen	geschlossen	
Belegdauer/Tag [hh:mm]	7:47	12:09	+ 56,2
Ø Belegdauer/Besuch [mm:ss]	2:26	6:27	+ 165,4
Anzahl Besuche	195	114	- 41,5

Als Konsequenz läßt sich daraus ableiten, daß im Gegensatz zur offenen Standform bei der geschlossenen die Zahl der zu versorgenden Kälber pro Tränkestand niedriger sein muß. Werden jedoch einem Tränkeautomaten mehr Tränkestände zugeordnet, so kann eine bessere Auslastung der teureren Technik "Tränkeautomat" erfolgen. Gleichzeitig wird jedem Kalb eine ungestörte Milchaufnahme und genügend Zeit zur Befriedigung des Saugtriebes ermöglicht.

#### 5. Zusammenfassung

Das gegenseitige Besaugen bei der mutterlosen Kälberaufzucht in gemischt geschlechtlichen Gruppen mit rechnergesteuerten Tränkeabruftautomaten stellt ein nicht zu vernachlässigendes Problem dar. Deshalb wurde ein neuer Tränkestand entwickelt, bei dem die Kälber während des Saugvorganges weder von hinten besaugt,

noch aus der Station verdrängt werden können. Erste Ergebnisse aus Videobeobachtungen in Praxisbetrieben zeigen, daß die Anzahl und die Dauer des gegenseitigen Besaugens mit der geschlossenen Standform erheblich verringert werden kann. Die Aufenthaltsdauer der Kälber im neu entwickelten Tränkestand ist zwar länger, jedoch verringerte sich die Häufigkeit der Besuche ohne Tränkeanrecht.

Durch die geschlossene Form des Standes wird den Kälbern ein ungestörtes Saugen im Tränkestand ermöglicht. Sie können einerseits solange saugen, wie sie möchten, andererseits können sie in dieser Zeit nicht besaugt werden. Insgesamt ließ sich das gegenseitige Besaugen durch den neuen Tränkestand zwar nicht vollkommen verhindern, die Zeitdauer der Besaugaktionen konnte aber auf etwa 5 % des Ausgangswertes reduziert werden. Beobachtungen in anderen Praxisbetrieben, die inzwischen auch über die geschlossene Standform verfügen, zeigen in die gleiche Richtung.

Die bisher erzielten Ergebnisse können dahingehend interpretiert werden, daß das Kalb durch die längere Saugzeit im geschlossenen Tränkestand seinen Saugtrieb eher befriedigen kann, so daß nach Verlassen des Standes ein geringeres Verlangen nach Saugen auftritt. In weiteren Untersuchungen wird z. Z. geprüft, ob die bisherigen Ergebnisse bei unterschiedlichen Bedingungen bestätigt werden können.

Das Ausmaß des gegenseitigen Besaugens wird sicherlich von mehreren Faktoren beeinflusst. Dazu zählen das Tränkeprogramm, die Haltungsbedingungen, das Reizangebot und auch die genetische Veranlagung. Die dargelegten Ergebnisse zeigen allerdings, daß auch durch eine besondere Form der Tränkestation der Umfang des gegenseitigen Besaugens in einem erheblichen Umfang eingeschränkt werden kann.

## 6. Literatur

- [1] GRAF, B.; VERHAGEN, N.; SAMBRAUS, H.: Reduzierung des Ersatzsaugens bei künstlich aufgezogenen Kälbern durch Fixierung nach dem Tränken oder Verlängerung der Saugzeit. - In: Züchtungskunde 61 (1989), Nr. 5, S. 384-400
- [2] PIRKELMANN, H.: Wenn Kollege Computer die Kälber füttert. - In: Der Tierzüchter 12 (1995), S. 22-25
- [3] SAMBRAUS, H.-H.: Gegenseitiges Besaugen von Kälbern bei künstlicher Aufzucht. - In: Berl. Münch. Tierärztliche Wochenschrift 97 (1984), S. 119-123
- [4] SCHEUERMANN, E.: Ursachen und Verhütung des gegenseitigen Besaugens bei Kälbern. - In: Tierärztliche Praxis 2 (1974), S. 384-389
- [5] SÜSS, M.: Den "Saugakt" rasch unterbrechen - richtige Aufzucht verhindert das gegenseitige Besaugen am sichersten. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 8 (1982), S. 26-28
- [6] WEBER, R.: Untersuchung über das gegenseitige Besaugen von Kälbern am computergesteuerten Tränkeautomaten. Bericht über die Verhaltensbeobachtungen im Winter 1993/94. Interner Institutsbericht der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon, Schweiz, Juni 1994
- [7] ZEEB, K.: Wie Sie gegenseitiges Besaugen verhindern. - In: Der Tierzüchter 9 (1994), S. 24-26

## **Technik, Arbeitsorganisation und bauliche Lösungen für das automatische Melken**

Hans Schön, Georg Wendl, Leonhard Rittel und Heinrich Pirkelmann

### **1. Einleitung**

Die Milchviehhaltung ist Rückgrat einer bäuerlich geprägten Landwirtschaft. 40 % der gesamten Einnahmen kommen aus diesem Betriebszweig, 80 % der kleineren Betriebe halten Kühe. Die derzeitigen Haltungssysteme weisen - trotz Laufstall und Melkstand - noch eine Reihe gravierender Mängel auf:

- der Mensch ist im Bereich der Milchviehhaltung - anders als bei den meisten anderen landwirtschaftlichen Arbeiten - nach wie vor zweimal täglich an die Stallarbeitszeiten gebunden. Gerade für den Familienbetrieb ohne Vertretungsmöglichkeit sind das in Zukunft kaum mehr tragbare Arbeitsbedingungen.
- der Mensch bestimmt durch das zweimalige Melken und Füttern (historisch vor und nach den Feldarbeiten) den Produktionsablauf. Dies entspricht nicht dem physiologischen Regelmechanismus des Tieres mit 3 bis 5 Melkungen und etwa 7 Freißperioden.
- die zwingende Notwendigkeit, regelmäßig manuell mit dem Tier zu arbeiten, (Melken) zwingt dazu, Ställe oder Teile der Ställe den Umgebungsansprüchen des Menschen anzupassen; dies führte zu wärmegeprägten Ställen mit höheren Bau- und Kapitalaufwendungen.

Für eine zukunftsorientierte Weiterentwicklung der Milchviehhaltung zeichnen sich zwei Lösungsansätze ab (Abb. 1). Durch rechnergestützte Systeme der Tiererkennung, der Fütterung, der Herdenüberwachung und des automatischen Melkens ist eine volle Ausschöpfung des genetischen Leistungspotentials jedes Einzeltieres in der Herde bei gleichzeitiger Steuerung des Produktionsablaufes durch das Tier selbst möglich. Dies ermöglicht es, daß das Stallgebäude auf die tatsächlichen Ansprüche des Tieres ausgelegt werden kann. Bei Rindern genügt ein einfacher Witterungsschutz, wenn für ein weiches, trockenes und zugfreies Lager gesorgt wird. Damit ist ein neuer Ansatz zur Entwicklung sozial verträglicher, tiergerechterer und kostengünstiger Stallsysteme

1. Ansatz:

volle Ausschöpfung des genetischen Leistungspotentials durch

2. Ansatz:

Reduzierung des Stallgebäudes auf die Ansprüche des Tieres

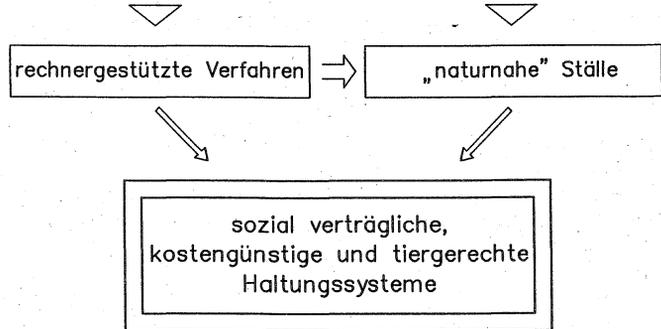


Abb. 1: Lösungsansätze für die Weiterentwicklung von Haltungssystemen für die Milchviehhaltung

möglich. Während für die Tiererkennung und die rechnergestützte Fütterung praxisreife Systeme mit einem hohen technischen Entwicklungsstand weit verbreitet sind, fehlten bisher praxistaugliche automatische Melksysteme. Erste erfolgreiche Versuche zur Automatisierung des Melkens erfolgten u.a. von ROSSING und IPEMA 1985 (Holland) und ARTMANN, SCHILLINGMANN und SCHÖN 1989 (Abb. 2).

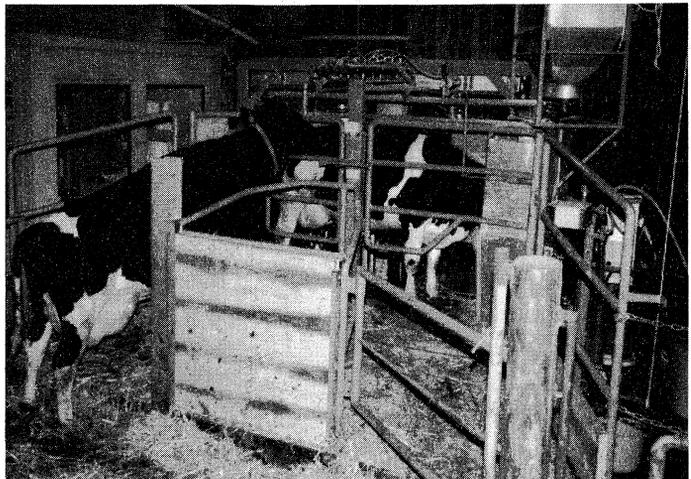


Abb. 2: Völkenerodener Versuchsanlage für das automatische Melken (ARTMANN, SCHILLINGMANN und SCHÖN 1989)

Einige dieser Funktionsmodelle wurden Grundlage für die Weiterentwicklung zu marktgängigen Systemen. Derzeit sind über 100 automatische Melksysteme installiert, vor allem in den Niederlanden. Nur wenige Betriebe kamen mit dieser hochentwickelten Technik nicht zurecht und haben ihre Anlagen wieder ausgebaut. Bereits kurzfristig zeichnet sich also eine technische Revolution in unseren Kuhställen ab, die weitreichende Konsequenzen auf die Arbeitsorganisation, das Bauwesen und die Struktur der Milchviehhaltung auch in Bayern haben wird.

## 2. Technik und Funktion automatischer Melksysteme

Bei dieser fälschlicherweise als Roboter bezeichneten Technik wird das Reinigen der Zitzen und das Ansetzen der Melkzeuge durch einen Handhabungsautomaten vorgenommen, während der übrige Melkablauf hochmechanisierten Melkständen entspricht. Die Baugruppen automatischer Melksysteme sind am Beispiel des Systems "Lely" in Abbildung 3 dargestellt.

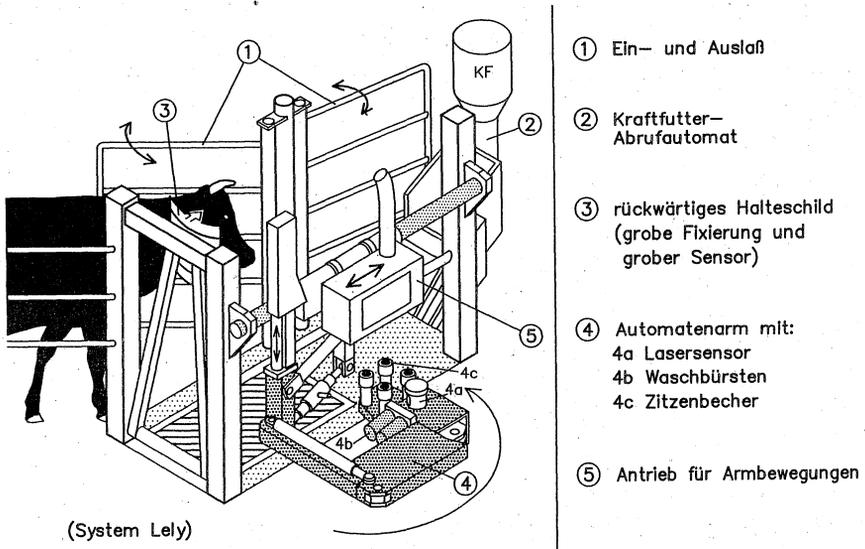


Abb. 3: Funktion eines automatischen Melksystems (System Lely)

### Melkboxen

Die derzeit auf dem Markt angebotenen Systeme haben Tandembuchten mit Einzel-tier-Ein- und Auslaß. In den Melkboxen erfolgt eine rechnergesteuerte Anpassung an die Tiergröße und damit eine grobe Fixierung des Tieres. Durch einen erhöhten Stand

der Vorderbeine und/oder Spreizhilfen bei den Hinterbeinen soll der Zugang zum Euter verbessert werden. Die Melkboxen sind bei den derzeit angebotenen Systemen mit einem Kraffutterautomaten zur tierindividuellen Fütterung ausgestattet.

### **Roboterarm (Handhabungsautomat) mit Melkzeug**

Der Roboterarm ist mit Zweiraum-Melkbechern ausgestattet, wobei jedes Viertel getrennt gemolken wird. Zusätzlich kann der Handhabungsautomat mit Einrichtungen zur Zitzenreinigung gekoppelt sein. Zentrales technisches Problem ist die Lokalisierung der Zitzen: Bei den derzeit bekannten AMS erfolgt die Zitzenfindung in drei Schritten (ARTMANN 1997):

1. Der Bewegungsraum der Kuh wird in der Melkbox eingeengt, um damit die Lage des Euters in etwa vorhersagen zu können.
2. Mittels tastenden oder kontaktlos messenden Sensoren wird die Grobposition bestimmt. Durch ständige Überprüfung der Grobposition kann das Handhabungssystem langsamen Bewegungen der Kuh folgen.
3. Zur Feinpositionierung der Zitzen werden bei den beiden marktgängigen AMS folgende Systeme eingesetzt:
  - Beim System Prolion vermessen zwei Ultraschallsensoren die vordere rechte Zitze und ein weiterer umlaufender Ultraschall-Sensor die weiteren Zitzenabstände.
  - Lely nutzt ein schwenkendes Lasermesssystem, um im ersten Schritt die vorderen Zitzen und im zweiten Schritt die hinteren Zitzen zu lokalisieren.

Die Zitzenpositionen werden gespeichert, um für den nächsten Ansetzvorgang eine Ausgangsposition zu haben.

### **Sensoren zur Qualitäts- und Tierüberwachung**

Bei automatischen Melksystemen reicht ein Melkzeug für bis zu 60 laktierende Kühe. Für das einzelne Melkzeug kann deshalb ein hoher Aufwand an elektronischen Subsystemen zur Qualitäts- und Tierüberwachung erfolgen. Ausgewählte Sensoren und Überwachungsprogramme sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tab. 1: Beispiele für Sensoren und Überwachungsprogramme bei AMS

<b>Aufgabe</b>	<b>Lösung</b>
Eingewöhnung von Färsen und Kühen	Trainingsprogramm ohne Ansetzen der Zitzen
Euter- und Zitzenreinigung	Waschbürsten; Rollenreiniger; Waschsystem im Melkzeug integriert; optische Sensoren zur Kontrolle erwünscht
Abmelken und Prüfen des Vorgemelkes	Abscheider; elektr. Leitfähigkeit für jedes Viertel; weitere Sensoren wünschenswert
Melktechnik	Viertelgemelksmaschine mit getrennter Endabschaltung. Milchflußgesteuerter Milchentzug mit Vor-, Haupt- und Nachmelkphase wünschenswert
Tierüberwachung	Milchmenge, Melkdauer und elektrische Leitfähigkeit je Viertel; Milchttemperatur; KF-Aufnahme; Aktivität
Tierverhalten	Melkfrequenz, Melkdauer, Aufsuchen der Melkbucht ohne Melken

Durch die Managementhilfen ist eine intensive Tier- und Milchqualitätsüberwachung sowie eine Früherkennung von Krankheiten auch in größeren Herden möglich. Managementprogramme verknüpfen diese und andere Daten und ermöglichen eine exakte Herdenführung und Kostenkontrolle.

### 3. Bauformen automatischer Melksysteme

Automatische Melksysteme sind in verschiedenen Bauformen möglich (Abb. 4). Die Bauform hat Einfluß auf den Umtrieb der Kühe und damit auch auf den Stallgrundriß. Drei Varianten sind zu unterscheiden:

- AMS integriert in Melkställe mit festen Melkzeiten und kontrolliertem Zu- und Abtrieb der Kühe; sinnvoll sind solche Lösungen in großen Karussellmelkställen mit hohen stündlichen Durchsätzen sowie Schichtbetrieb. Dieses System wird derzeit auf dem Markt nicht angeboten.

- Kompaktanlagen mit einer Melkbox, einem Roboter und einem eigenständigen Melkaggregat; die Anlage wird dezentral für eine Gruppe von bis zu 60 laktierenden Kühen im Stall aufgestellt. Die Kühe werden durch die Kraftfuttergabe in der Melkbox angelockt. Eine Selektion über besondere Selektionsbuchten erfolgt in der Regel nicht, ist aber möglich. Die derzeit in Bayern eingesetzten vier Anlagen arbeiten nach diesem System (Lely).
- Mehrboxenanlagen mit einem verfahrbaren Roboterarm, der bis zu 4 Melkboxen in einer Reihe bedienen kann. Dadurch wird eine zentrale Anordnung im Stall mit vor- und nachgeschalteten Selektionseinrichtungen notwendig. Von diesem System (Prolion) sind derzeit 4 Anlagen in größeren norddeutschen Milchviehbetrieben installiert.

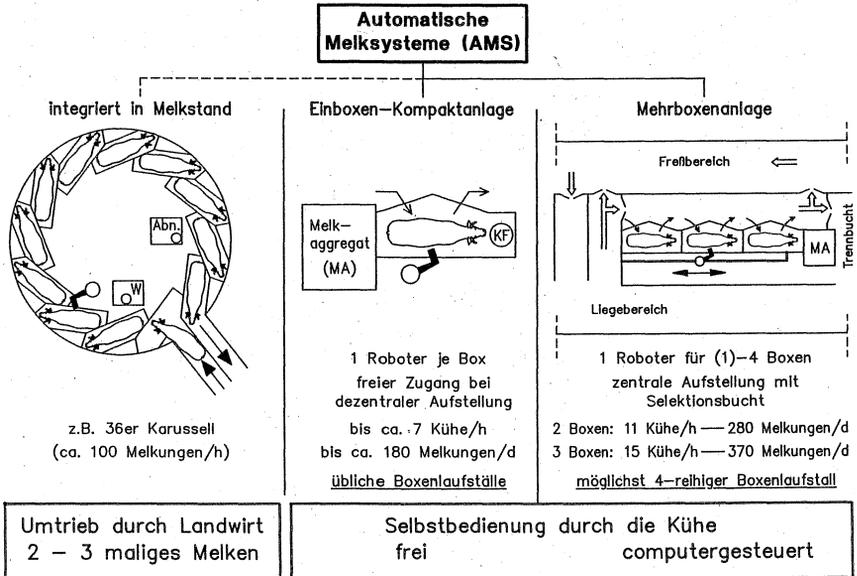


Abb. 4: Bauformen automatischer Melksysteme

#### 4. Kuhumtrieb

Der Kuhumtrieb hat wesentlichen Einfluß auf Arbeitsorganisation und Stallform. Folgende Strategien sind denkbar:

- feste Melkzeiten mit Umtrieb durch den Landwirt
- selbständiges Aufsuchen der Kühe, wobei freier oder computerkontrollierter Umtrieb möglich ist.

Bei **festen Melkzeiten** werden die hochlaktierenden Kühe dreimal, die übrigen Kühe zweimal in einen Vorwarebereich getrieben. Der Landwirt kontrolliert den Kuhumtrieb, kann dabei aber noch andere Stallarbeiten durchführen. Nach holländischen Erfahrungen bleiben einige Betriebe, insbesondere Weidebetriebe bei dieser Arbeitsorganisation, obwohl sich bei kleineren Anlagen wegen der geringen stündlichen Durchsatzleistung die Melkzeit gegenüber konventionellen Melkständen ausdehnt und deshalb höchstens 30 % der Arbeitszeit eingespart werden (SONCK 1996).

Anzustreben ist das selbständige Aufsuchen des Melkroboters durch die Kühe (voluntary milking), so daß das AMS bis zu 23 h in Betrieb ist. Dafür sind zwei Strategien üblich:

- **freier Kuhumtrieb**, wobei die Tiere durch die Kraftfuttergabe im Melkstand angelockt werden. Eine dezentrale Aufstellung (kurze Wege) wird dazu empfohlen. Tiere ohne Melkung werden zum zügigen Verlassen der Melkbucht angeregt.
- **computergesteuerter Kuhumtrieb** mit Vor- und Nachselektionsbuchten. Empfohlen wird dies vor allem bei Mehrbuchtenanlagen. Die Kühe können den Freßbereich nur über eine Selektionsbucht erreichen. Eine vorgeschaltete Selektionsbucht leitet die Tiere, die nicht mehr oder noch nicht gemolken werden sollen, am AMS vorbei direkt in den Freßbereich.  
In der Praxis wird häufig der freie Kuhumtrieb ergänzt durch das zweimal tägliche Nachtreiben einzelner Kühe, die den Melkroboter nicht selbständig aufsuchen; dadurch können bis zu 60 % der Arbeitszeit gegenüber dem konventionellen Melken eingespart werden (SONCK 1996, ARTMANN 1997).

Unabhängig von der derzeitigen Praxis wäre bei allen Systemen die Zuordnung von automatisierten Selektionstoren und -buchten möglich. Die Vorselektion und Ausschleusung nicht zu melkender Tiere verhindert Leerzeiten in der Melkbox und wird sich vor allem bei einem hohen Tierbesatz positiv auswirken. Nachselektionsbuchten zur Absonderung von zu behandelnden Tieren sind in jedem Fall empfehlenswert.

## 5. Stallsystem für AMS

Das ganztägige Melken in Selbstbedienung durch die Kühe setzt voraus, daß die Kühe ihren eigenen Tagesrhythmus entwickeln und der Tierverkehr ruhig und gleichmäßig abläuft. Dies gelingt um so mehr, je weniger von außen in diesen Ablauf eingegriffen wird und die baulichen Voraussetzungen dafür geschaffen werden. Zu achten ist dabei insbesondere darauf, daß

- durch optimal gestaltete und gepflegte Liegeboxen die Euter sauber bleiben,
- durch griffige, planbefestigte Laufgänge oder einwandfreie Spaltenböden aus Flächenelementen Klauenschäden, die das regelmäßige Aufsuchen des AMS beeinträchtigen, gemindert werden,
- die Zuordnung vom Liege-, Melk- und Futterbereich möglichst kompakt ist und die Tiere vom Liegebereich über das AMS zum Fressen gehen. (Ein 4reihiger Boxenlaufstall ist dafür eine kostengünstige Lösung),
- die trockenstehenden Tiere von den laktierenden Kühen abgetrennt und spezielle Abkalbebuchten eingerichtet werden.

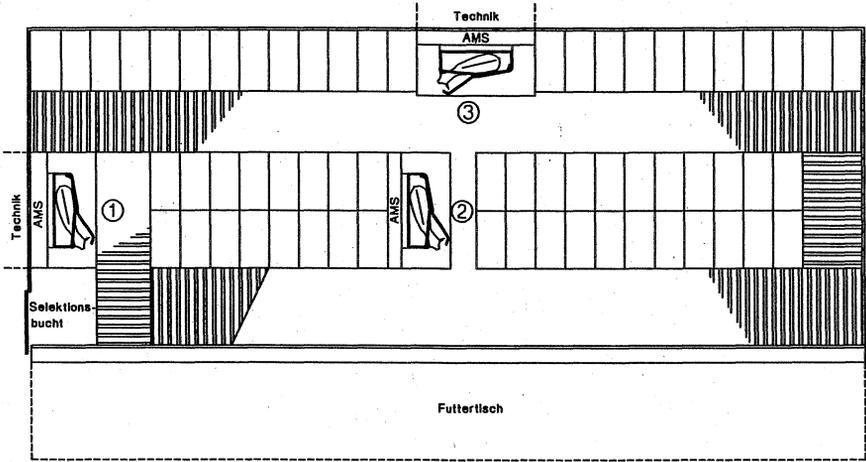
Wünschenswert ist eine Einteilung der Herde in zwei Leistungsgruppen beim Fressen.

Bei der Grundrißgestaltung ist zwischen der dezentralen Anordnung bei einer Einboxenanlage und der zentralen Anordnung einer Mehrbuchtenanlage zu unterscheiden.

### 5.1 Ställe für Einboxen-Kompaktanlagen

Kompaktanlagen erlauben - vor allem bei Einbauten in bestehende Ställe - eine flexible Anordnung des AMS innerhalb eines Laufstalles (Abb. 5).

Anzustreben ist allerdings die Installation der Einboxenanlage in Verbindung mit den Melknebenräumen an der Schnittstelle zwischen Warm- und Kaltbereich. Weiterhin sollte der spätere Einbau von Selektionseinrichtungen vorgesehen werden. In Abbildung 6 ist eine Beispielslösung für eine Herde von ca. 70 Kühen mit einer Einboxenanlage, in Abbildung 7 für eine größere Herde mit ca. 140 Kühen mit zwei Einboxenanlagen vorgesehen, wobei eine Herdenführung in zwei getrennten Gruppen möglich ist.



① - ③ mögliche Standorte für ein AMS im Laufstall

Abb. 5: Mögliche Platzierung von AMS in Boxenlaufställen (KARRER 1997)

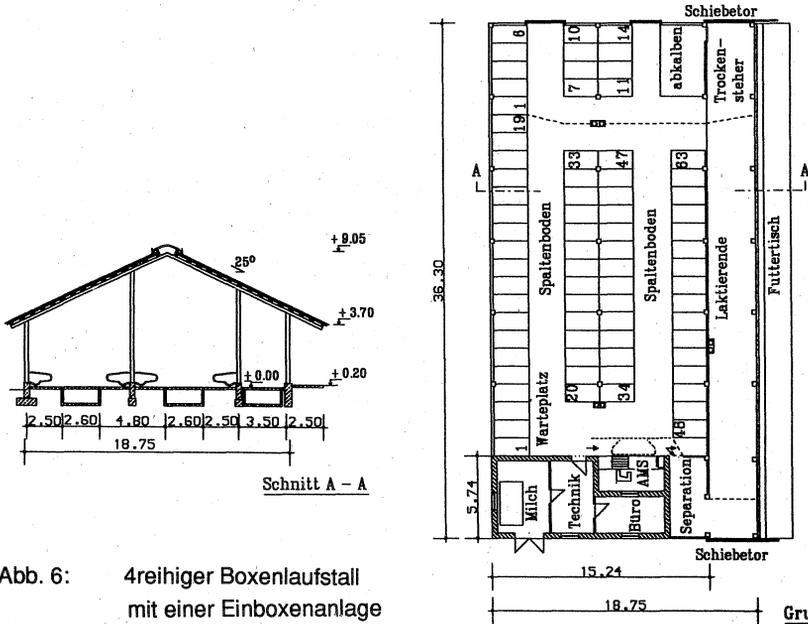


Abb. 6: 4reihiger Boxenlaufstall mit einer Einboxenanlage

Grundriss

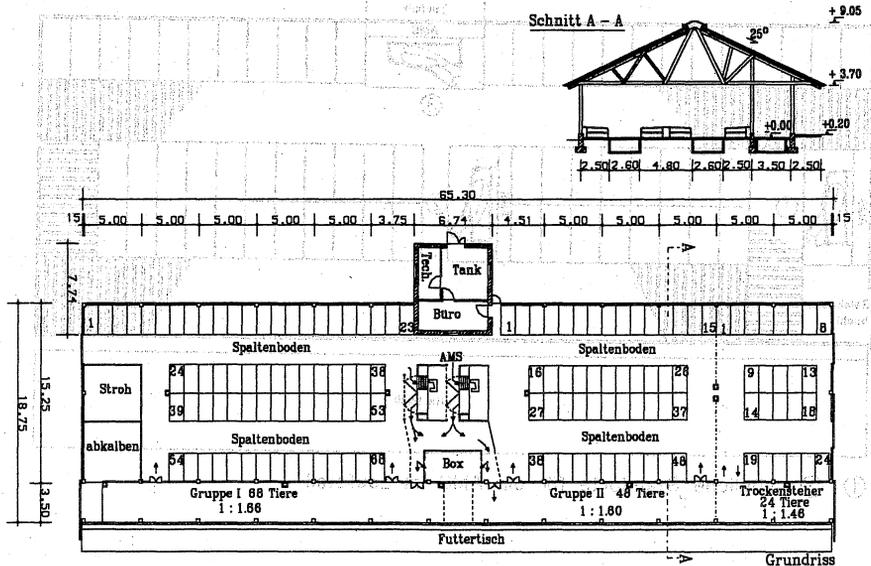


Abb. 7: 4reihiger Boxenlaufstall mit zwei Einboxenanlagen

## 5.2 Ställe für Mehrboxenanlagen

Mehrboxenanlagen mit einem verfahrbaren Ansetzautomaten für mehrere hintereinander liegende Boxen bedingen die zentrale Anordnung im Stall (Abb. 8). Technik- und Milchräume lassen sich damit gut anbinden. Andererseits führt die zentrale Positionierung zu längeren Wegen und einer größeren Tierkonzentration an einer Stelle. Um eine Entlastung zu schaffen, wird vor einem abgegrenzten Stauraum ein Selektionstor angebracht, das nur den zum Melken anstehenden Kühen Zutritt verschafft. Die anderen Tiere werden direkt dem Futterschiff zugeführt. Vom Stauraum gehen die zu melkenden Kühe in die freien Melkboxen. Am Melkstandausgang befindet sich wieder eine Selektionsschleuse mit drei Wahlmöglichkeiten. Gemolkene Kühe gehen zum Futterschiff, zu behandelnde in die Selektionsbucht. Sollte trotz mehrerer Versuche das Ansetzen ohne Erfolg verlaufen sein, so kann die noch zu melkende Kuh auch wieder in den Stauraum zurückgeschleust und der Melkbox zugeführt werden.

Die 4reihige Liegeboxenaufstallung ist auch hier von Vorteil. Die Möglichkeit der Gruppenfütterung erfordert einen zusätzlichen Rücktriebengang entlang der Liegeboxen

im Freßbereich. Dies bedingt einen mindestens 4 m breiten Laufgang am Futtertisch. In Abbildung 8 ist dafür ein Lösungsvorschlag (nach MEKO) dargestellt.

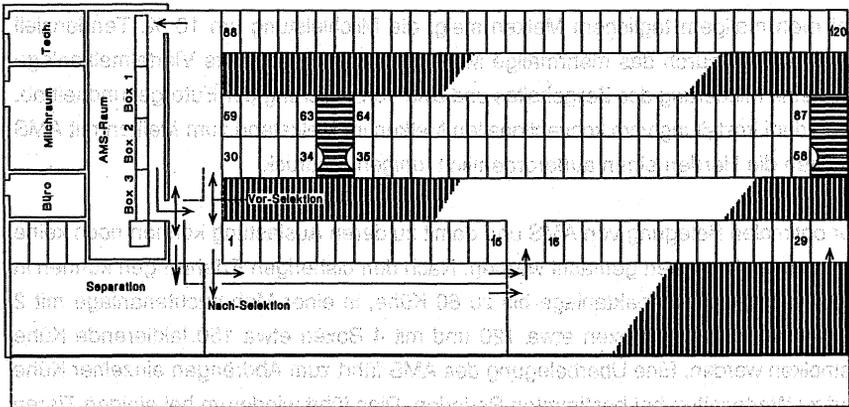


Abb. 8: 4reihiger Liegeboxenlaufstall mit AMS und Gruppeneinteilung am Futtertisch (Mehrboxenanlage)

## 6.2 Tierverhalten, Arbeitsleistung und Herdengröße

Nach Untersuchungen von IPEMA u.a. 1997, die in den ersten eigenen Untersuchungen bestätigt werden, betragen die Melkbesuche durchschnittlich 2,9 je Kuh und Tag bei allen Systemen; dazu kommen beim freien System im Durchschnitt 2,2 und beim computerkontrollierten System mit vorgeschalteter Selektionsbucht 0,2 Besuche ohne Melken. Das durchschnittliche Intervall zwischen den Melkzeiten betrug 8 Stunden, wobei eine Streuung von 6 bis 19 Stunden möglich ist, aber nur 1,5 % der Kühe bleiben mehr als 15 Stunden dem AMS fern mit der damit verbundenen rückläufigen Milchleistung. Etwa 10 % aller Kühe sind für den Melkroboter nicht geeignet. Die Eingewöhnungsphase erfordert einen verstärkten Arbeitseinsatz; ein ruhiger und sorgfältiger Umgang mit den Tieren ist für das spätere selbständige Aufsuchen der AMS entscheidend. Neu in die Herde genommene Kühe sollten einzeln oder in kleinen Gruppen an das AMS herangeführt werden. Besonders in den ersten Monaten sollte noch keine volle Auslastung der möglichen Melkkapazität erfolgen.

Tiere mit Klauenerkrankungen suchen automatische Melksysteme nur zögernd auf. Kühe mit tiefen Hängeeutern (Mindestabstand zwischen Boden und Zitzenspitze 33 cm), sehr engen oder abstehenden Zitzen sind nicht für das automatische Melken geeignet.

Die Auswirkungen automatischer Melksysteme auf Tiergesundheit und Milchqualität sind noch nicht ausreichend geklärt. Hier sind längerfristige Versuche erforderlich.

Bei mehrmaligem täglichem Melken steigt die Milchleistung um 10 %. Tendenziell zeichnet sich durch das mehrmalige Melken und die verbesserte Viertelmelkanlage auch eine Minderung des Zellgehaltes und eine Verbesserung der Eutergesundheit ab. Nach der Umstellung vom konventionellen Melken im Melkstand zum Melken mit AMS machen die Herden einen außerordentlich ruhigen Eindruck.

Zur optimalen Belegung von AMS und damit zu deren Auslastung können noch keine gesicherten Aussagen gemacht werden. Nach den bisherigen Erfahrungen können in einer Einboxen-Kompaktanlage bis zu 60 Kühe, in einer Mehrbuchtenanlage mit 2 Boxen ca. 85, mit 3 Boxen etwa 120 und mit 4 Boxen etwa 150 laktierende Kühe gemolken werden. Eine Überbelegung des AMS führt zum Abdrängen einzelner Kühe und zu Wartezeiten bei bestimmten Perioden. Dies führt wiederum bei einigen Tieren zu einer rückläufigen Melkfrequenz und damit zu Leistungseinbußen. Dies gilt insbesondere in den ersten Monaten nach Umstellung einer Herde.

Der Arbeitsaufwand für das Melken und die feste zeitliche Bindung wird bei der Stallhaltung entscheidend gemindert. Auf der anderen Seite muß der Landwirt 24 h für eventuelle Störungen erreichbar sein. Trotz erheblicher arbeitswirtschaftlicher Entlastung durch das AMS sollte das Arbeitsvolumen je Arbeitskraft (ca. 70 Kühe/AK) deshalb nicht wesentlich gesteigert werden, um die freiwerdende Zeit verstärkt für das Management und die Tierbeobachtung zu nutzen und um dem Landwirt mit Milchviehhaltung erstmals mit der übrigen Bevölkerung vergleichbare Arbeitsbedingungen zu schaffen.

Die arbeitswirtschaftlichen Vorteile sind bei mittleren Herdengrößen nur in "Selbstbedienung" durch die Kühe während der gesamten Tages- und Nachtzeit gegeben. Dies ist bei Stallhaltung und richtiger Baugestaltung möglich; bei der Weidehaltung werden durch den Zu- und Abtrieb und der beschränkten Durchsatzleistung einer Melkbox die arbeitswirtschaftlichen Vorteile eingeschränkt.

## **7. Folgerungen**

Automatische Melksysteme werden von den Kühen überraschend gut angenommen. Erforderlich ist allerdings die Bereitschaft der Betriebe, die Milchkühe konsequent und sorgfältig an das AMS heranzuführen und zu trainieren, Fütterung und Management

anzupassen und sich mit dem Computer auseinanderzusetzen. Eine Reihe melktechnischer und tierphysiologischer Fragen sind in Langzeitversuchen noch zu klären. Einer besonderen sorgfältigen Prüfung bedarf die Wirtschaftlichkeit des automatischen Melkens. Eine volle Auslastung der Anlage während des gesamten Jahres ist dafür eine zwingende Voraussetzung. Dies verstärkt den Trend zur ganzjährigen Stallhaltung und erfordert eine Anpassung der Herdengröße an die Melkkapazität. Letzteres wird den Strukturwandel in der Landwirtschaft erheblich beschleunigen, da für bäuerliche Familienbetriebe Herden von 70 bis 80 Kühen (ca. 500 000 l Milchquote) notwendig sind. Dies dürfte die Preise für Milchkontingente weiter erhöhen und die Finanzierung wachsender Betriebe erschweren. Es bleibt aber festzuhalten, daß automatische Melksysteme nach entsprechender Bewährung in der Praxis vielen Betrieben mit Milchviehhaltung - wenn auch bei veränderter Struktur - eine Zukunftsperspektive in sozialer Hinsicht bieten und die Wettbewerbsfähigkeit dieser mittelständischen Unternehmen gegenüber Großherden stärken. AMS sind darüber hinaus ein wichtiger Ansatz, um die Tiergerechtigkeit moderner Haltungssysteme weiter zu verbessern. Es ist deshalb kein Zufall, daß die Impulse für eine wesentliche landtechnische Innovation erstmals nicht von Großbetrieben, sondern von Regionen mit bäuerlich strukturierten Betrieben ausgehen.

## Literatur

SCHÖN, H. (Hrsg.): Robotereinsatz in der Landwirtschaft am Beispiel des Melkens. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, H. 9, Düsseldorf 1990

IPEMA, A.H. et al. (Hrsg.): Prospects for automatic milking. Wageningen: Pudoc Scientific Publishers, 1992

SCHILLINGMANN, O.: Untersuchungen zum Melken mit Robotern. Diss. TU Braunschweig 1992

ARTMANN, R.: Sensorsysteme für automatische Melksysteme (AMS). In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 3. internationalen Tagung 1997, Kiel, 11.-12. März 1997. Hrsg.: Institut für Landw. Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität. Kiel 1997, S. 261-267

SONCK, B.R.: Labor organisation on robotic milking dairy farms. PhD thesis. Wageningen 1996

**IPEMA, A.H., KETELAAR-DE LAUWERE, C.C., KONING DE, C.J.A.M., SMITS, A.C., SEFANOWSKA, J.:** Robotic milking of dairy cows. In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 3. internationalen Tagung 1997, Kiel, 11.-12. März 1997. Hrsg.: Institut für Landw. Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität. Kiel 1997, S. 290-297

**GERS-GRAPPERSHAUS, C.:** Melkroboter - rechnet sich diese neue Technik? top agrar 26 (1997), S. R6-R9

**ARTMANN, R.:** Mehrboxenanlage "System Prolion". In: Automatische Melksysteme. Hrsg.: H. Schön und H. Pirkelmann, KTBL/DLG-Arbeitspapier. 1997 (in Druck)

**WENDL, G., LIEBLER, J., SCHÖN, H., S. u. O. Sieber:** Einboxen-Kompaktanlage "Astronaut" der Firma LELY. In: Automatische Melksysteme. Hrsg.: H. Schön und H. Pirkelmann, KTBL/DLG-Arbeitspapier 1997 (in Druck)

## **Erste Erfahrungen mit dem automatischen Melksystem der Firma LELY auf einem Praxisbetrieb**

Georg Wendl, Joachim Liebler, Otto und Silke Sieber

### **1. Betriebesbeschreibung**

Der landwirtschaftliche Betrieb Sieber liegt im unterfränkischen Gäugebiet im Lkr. Kitzingen und bewirtschaftet eine Fläche von 120 ha, auf der intensiver Ackerbau (Getreide, Zuckerrüben) und Futterbau für die Milchviehhaltung (Silomais, Luzerne, Grünland) betrieben wird. Eine Milchviehherde mit 28 Fleckviehkühen (Herdendurchschnitt 6200 kg) wurde bisher in einem Anbindestall mit Kurzstand gehalten.

Der Betrieb stand vor der Entscheidung, entweder die Milchviehhaltung aufzugeben und ein außerlandwirtschaftliches Zusatzeinkommen zu erwirtschaften oder die Milchviehhaltung auszudehnen. Nach Besichtigungen von Betrieben mit automatischen Melksystemen in den Niederlanden fiel die Entscheidung zu Gunsten einer Beibehaltung der Milchviehhaltung in Verbindung mit einem Stallneubau und einem automatischen Melksystem (AMS) der Firma LELY.

### **2. Beschreibung des Milchviehstalles und des automatischen Melksystems**

Der Stall wurde als Außenklimastall mit 84 Liegeplätzen errichtet (Abb. 1). Auf der einen Seite des Futtertisches befinden sich für die laktierenden Kühe 59 Liegeboxen in 3reihiger Anordnung, auf der anderen Seite sind 25 Liegeboxen für Färsen und Trockensteher untergebracht. Die Laufgänge sind mit Spaltenboden versehen, die Liegeboxen als Hochboxe mit einer weichen Matratze ausgebildet. Der Liegebereich für die laktierenden Kühe im hinteren Bereich ist vom Freßbereich durch 2 Einwegtore abgetrennt, allerdings nicht die Liegeboxenreihe direkt hinter dem Futtertisch. Die Kühe betreten die Melkbox vom Spaltenbodenbereich zwischen der 2. und 3. Boxenreihe her und verlassen die Melkbox in Richtung Spaltenbodenbereich vor dem Futtertisch. Eine Separationsbucht nach dem Melken ist nicht vorhanden. Der Zugang zur Melkbox für den Landwirt und das Servicepersonal erfolgt über den Milch- und Technikraum, der in einem Anbau untergebracht ist. Im Vergleich zu einem vorher geplanten konventionellen 2x6 Fischgrätenmelkstand konnte der Neubau mit dem AMS um knapp 8 Meter verkürzt werden. Der Flächenbedarf für die Melkbox und den

Roboterraum beträgt ca. 16 m<sup>2</sup>. Die gesamten Baukosten inkl. dem automatischen Melksystem "Astronaut" von der Firma LELY betragen ca. 750.000 DM ohne Bewertung der Eigenleistung (ca. 9.000 DM je Tierplatz).

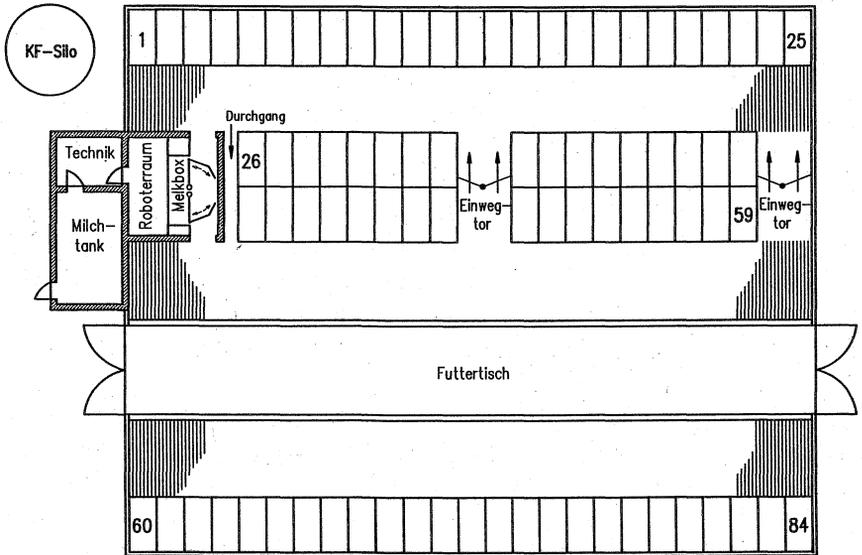


Abb. 1: Liegeboxenaufstall mit automatischem Melksystem

Die Milchviehherde wird ganzjährig im neuen Stall gehalten. Die Fütterung erfolgt mit ganzjähriger Silagefütterung über einen gezogenen Futtermischwagen. Die laktierenden Kühe erhalten eine aufgewertete Mischration bestehend aus Maissilage, Luzernegrassilage, Heu, Stroh und Kraftfutter, die für etwa 19 kg Milch ausreichend ist. Das restliche Kraftfutter wird beim Melken verabreicht.

Das automatische Melksystem der Firma LELY ist eine sogenannte Einzelboxen-Kompaktanlage, bei der jede Melkbox mit einem eigenen Robotersystem ausgerüstet ist. Jede Melkbox stellt eine autonome Einheit dar und ermöglicht somit eine zentrale oder dezentrale Aufstellung im Stall mit freiem Kuhumtrieb. Die Anlage besteht im wesentlichen aus folgenden Komponenten:

Melkbox mit Robotérm für

- Lasersystem zur Positionsbestimmung der Zitzen
- Zitzenreinigungssystem
- Melkzeug inkl. Einrichtungen zum Ansetzen und Abnehmen

- Kraftfutterdosieranlage mit elektronischer Kuherkennung
- Melkanlage (Vakuomaggregat, etc.)
- Prozeßsteuerungssystem mit Herdenmanagementsoftware.

### **3. Erfahrungen beim Umzug und Eingewöhnen der Herde**

Der neue Liegeboxenstall wurde Anfang März 1997 mit 20 zugekauften Holstein-Friesian-Färsen, 17 laktierenden Fleckviehkühen und 5 trächtigen Fleckvieh-Färsen aus dem Anbindestall bezogen, wobei die Färsen zunächst von den laktierenden Kühen abgetrennt waren.

Am Umzugstag wurden die Kühe morgens noch einmal im Anbindestall gemolken, abends bereits alle im AMS. Anschließend wurden bis zum 8. Tag die laktierenden Kühe dreimal am Tag, morgens um 5.00, mittags um 13.00 und abends um 21.00 Uhr, in die Melkbox getrieben, sofern die jeweilige Kuh nicht schon freiwillig im letzten Intervall zum Melken gekommen war. Kühe mit niedriger Milchleistung wurden ab dem dritten Tag nur noch jedes zweite Mal eingetrieben. Mit zunehmender Gewöhnung an das System suchten die Kühe mehr und mehr die Melkbox von alleine auf. Einige Kühe gingen bereits am 4. Tag selbständig zum Melken; nach 2 Wochen betrug die Quote der Kühe mit selbständigem Besuch im AMS etwa 80 %.

Der Zeitbedarf für das erste Melken ist relativ hoch, da jede Kuh von Hand in die Melkbox geführt werden muß und beim ersten Melken der Roboterarm manuell an das Euter anzufahren ist. Zur Zeit müssen morgens oder abends nur noch die Kühe, die entweder frisch gekalbt haben oder neu in die Herde aufgenommen werden oder irgendwelche Verletzungen (Klauen- oder Zitzenprobleme) haben, zum Melken geholt werden (ca. 1 - 2 Kühe pro Halbtage).

Obwohl sich die Kühe einerseits an den Laufstall und andererseits an das automatische Melken zu gewöhnen hatten, kann insgesamt festgehalten werden, daß der Umstellungsprozeß wider Erwarten ohne größere Probleme ablief. Es wurde sogar der Eindruck gewonnen, daß die Umstellung vom Anbindestall auf den Laufstall für die Kühe einen größeren Einschnitt bedeutete als das neue Melksystem. Allerdings ist davon auszugehen, daß in der ersten Woche eine fast ständige Anwesenheit im Stall erforderlich ist. Dieser Aufwand ist für den Erfolg des automatischen Melkens unverzichtbar.

Im bisherigen Verlauf mußten insgesamt 4 Kühe wegen Problemen mit dem AMS aus der Herde genommen werden; bei 2 Kühen war die Euterform (zu unterschiedliche Höhe der Euterviertel) bzw. der Zitzenstippen-Boden-Abstand (mindestens 33 cm erforderlich) nicht ausreichend, die beiden anderen Kühe wurden aufgrund ihres unruhigen Verhaltens ausgesondert.

Das Angewöhnungsprogramm für Färsen, das eine schrittweise und behutsame Heranführung des Tieres an das AMS ermöglicht, hat sich sehr gut bewährt und wird auch als notwendig erachtet.

#### 4. Ergebnisse zum Tier- und Melkverhalten

Die nachfolgenden Ergebnisse zum Tier- und Melkverhalten beziehen sich auf das erste Nutzungshalbjahr und sind als erste Ergebnisse zu bewerten. Bisher wurden mit dem AMS max. 40 Kühe pro Tag gemolken.

##### Melkvorgänge im Tagesablauf

Da für die laktierenden Kühe nur ein Melkzeug vorhanden ist, müssen die Kühe über den ganzen Tag verteilt gemolken werden. Abbildung 2 zeigt für durchschnittlich 37 gemolkene Kühe die tägliche Verteilung aller Melkvorgänge über einen Zeitraum von etwa 6 Wochen. Daraus wird sehr deutlich, daß über den ganzen Tag verteilt Melkungen stattfanden, wenngleich eine gewisse Häufung zu den üblichen Melkzeiten fest-

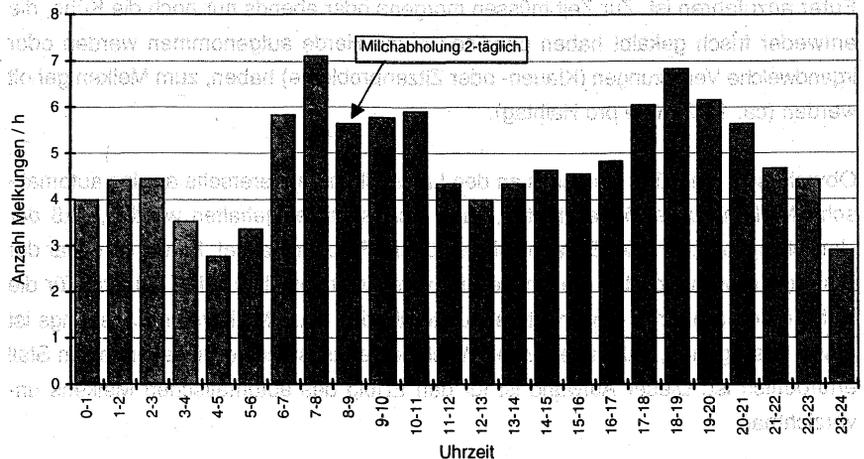


Abb. 2: Anzahl der Melkungen im Tagesablauf (Ø 37 gemolkene Kühe, 27.5. - 9.7.97, 4282 Melkungen)

zustellen ist. In den Morgen- und Abendstunden wurden mehr als 6 Melkungen pro Stunde, von 7.00 bis 8.00 Uhr und von 18.00 bis 19.00 Uhr sogar etwa 7 Melkungen pro Stunde durchgeführt. Da bei 2-täglicher Milchabholung zwischen 8.00 und 9.00 Uhr die Anlage für etwa 30 - 45 min nicht melkbereit ist, wird dadurch die Zahl der Melkungen gegenüber dem Zeitraum von 7.00 bis 8.00 Uhr reduziert. In den sehr frühen Morgenstunden und vor Mitternacht lag die durchschnittliche stündliche Melkfrequenz unter 4 Melkungen pro Stunde. In mehr als 80 % des Tages (20 von 24 Stunden) wurden jedoch durchschnittlich 4 und mehr Melkungen pro Stunde durchgeführt.

### Anzahl Besuche in der Melkbox

Die Besuche in der Melkbox sind in Besuche mit Melkung und ohne Melkung zu unterteilen. Ein Melkvorgang wird nur dann gestartet, wenn die erwartete Milchmenge einen vorgegebenen Schwellenwert überschritten hat. Im Mittel der Herde wurden die Kühe im Zeitraum Juni bis August 1997 pro Tag etwa 2,6-mal gemolken, die geringste Melkfrequenz lag bei 1,8 und die höchste bei 3,6 Melkungen pro Kuh und Tag. In Abbildung 3 sind für ausgewählte Kühe und eine 7-Tagesperiode die tägliche Melkfrequenz, die tägliche Milchleistung und die Besuche ohne Melken dargestellt. Kühe mit höherer Milchleistung werden täglich etwa dreimal und öfter (z.B. Kuh Nr. 9), Kühe mit niedriger Milchleistung nur etwa zweimal gemolken (z.B. Kuh Nr. 96). Bei nur

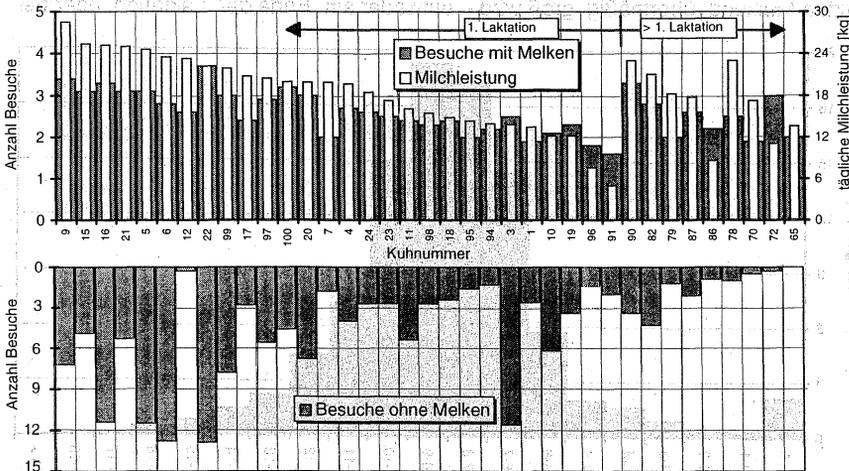


Abb. 3: Anzahl der Besuche mit und ohne Melkungen sowie Milchleistung (ausgewählte Kühe, Mittelwert aus 7 Tagen, Stand: 11.9.97)

2 Kühen mit einer Milchleistung unter 8 kg pro Tag lag die Melkfrequenz deutlich unter 2 Melkungen pro Tag. Ein Einfluß der Laktationszahl auf die Melkfrequenz war nicht festzustellen.

Die Anzahl der Besuche im AMS ohne Melkvorgang war von Kuh zu Kuh sehr unterschiedlich und schwankte zwischen 0 und über 10 Besuche pro Tag; im Durchschnitt besuchte jede Kuh die Melkbox zusätzlich zwischen 4- und 5-mal, ohne daß ein Melkvorgang erfolgte. Gerade erstlaktierende Kühe zeigten eine wesentlich höhere Besuchsfrequenz als ältere Kühe. Die Klauengesundheit und vor allem das Tierverhalten der jeweiligen Kuh spielen hierbei offensichtlich eine große Rolle.

### Höhe der Einzelgemelksmenge

Dadurch, daß die Kühe mehrmals am Tag gemolken werden, hochlaktierende Kühe mehr als dreimal pro Tag, ergeben sich gleichmäßigere Einzelgemelke. In Abbildung 4 ist die Häufigkeitsverteilung der Einzelgemelksmengen dargestellt, die innerhalb von etwa 3 Monaten ermolken wurden (10421 Melkungen). Über 65 % der Gemelksmengen lagen zwischen 6 und 10 kg; geringe Gemelksmengen unter 4 kg und große Gemelksmengen über 12 kg traten nur in knapp 10 % der Melkungen auf. Immer dann, wenn eine Kuh unregelmäßig zum Melken kommt und der Zeitabstand zur letzten Melkung übermäßig groß wird - entweder am Ende der Laktation oder bei

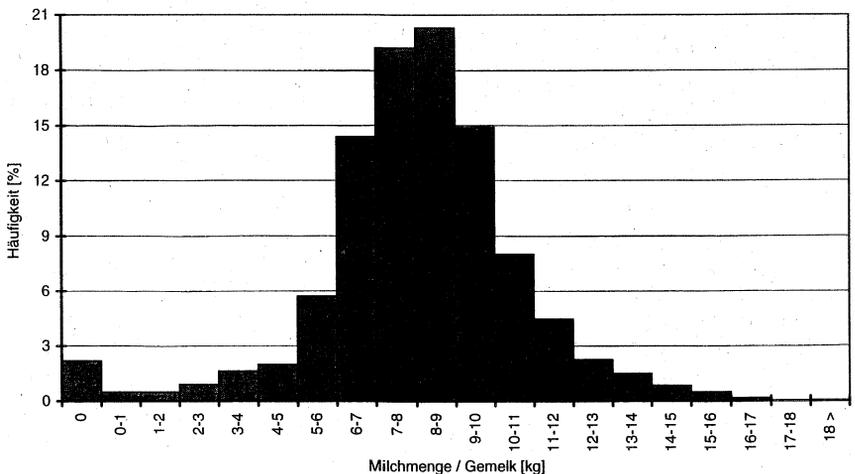


Abb. 4: Milchmenge je Melkvorgang (27.5. - 10.9.97, 10421 Melkungen)

geringer Milchleistung oder, wenn eine Kuh manuell geholt werden muß - treten höhere Gemelksmengen auf. Etwa 2,2 % aller Melkvorgänge (Milchmenge gleich Null) waren nicht erfolgreich, d. h., die jeweilige Kuh hätte gemolken werden sollen, aber der Ansetzvorgang glückte aus den verschiedensten Gründen nicht.

Die Zwischenmelkzeit (Zeitabstand zwischen 2 Melkungen) variierte tierindividuell beträchtlich und ist davon abhängig, wie regelmäßig eine Kuh zum Melken kommt. Kühe mit höherer Milchleistung weisen meist eine gleichmäßigere Zwischenmelkzeit und damit eine gleichmäßigere Gemelksmenge auf als Kühe mit niedrigerer Milchleistung. Als Beispiel für ein relativ gleichmäßiges Melkverhalten soll Kuh Nr. 9 gelten, deren Einzelgemelksmenge innerhalb von 14 Tagen in Abbildung 5 dargestellt ist. Etwa 75 % der Melkintervalle lagen bei dieser Kuh zwischen 5,5 und 6,5 Stunden, 80 % der Einzelgemelke zwischen 7 und 10 kg.

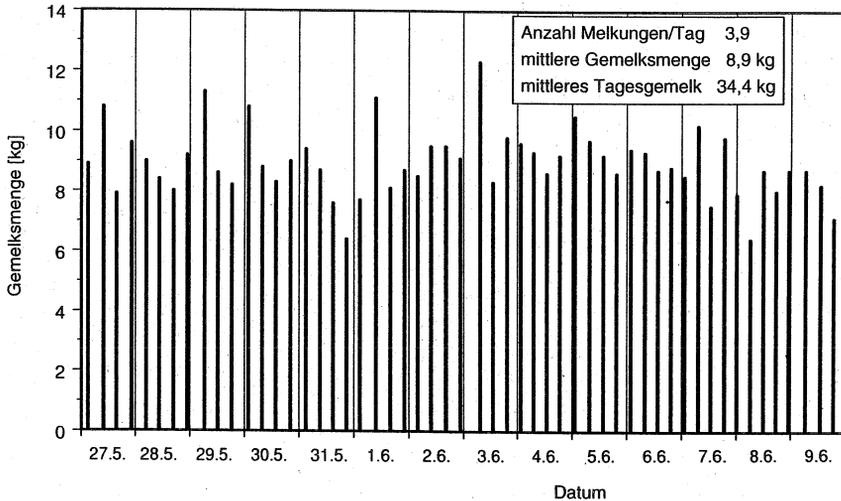


Abb. 5: Verteilung der Melkungen und Gemelksmenge von Kuh 9 (27.5. - 9.6.97, 54 Melkungen)

## 5. Auslastung und Betriebssicherheit des AMS

Die Auslastung eines AMS wird in erster Linie von der Zahl der zu melkenden Kühe und der Melkfrequenz, aber auch von der Höhe der Milchleistung, der Milchflußgeschwindigkeit und dem Tierverhalten während des Melkens beeinflusst. Bei durchschnittlich 37 zu melkenden Kühen wurden etwa 100 Melkungen pro Tag durchgeführt. Das automatische Melksystem hat bei dieser Kuhzahl pro Tag etwa 12 Stunden gemolken, so daß ein Melkvorgang etwa 7 Minuten dauerte. Für die Reinigung des Systems (Summe aller Reinigungsarbeiten inkl. Tankreinigung) war ca. 1 Stunde notwendig. Die Anlage war außerdem durch die Tierbesuche ohne Melkvorgang und durch das Angewöhnen von Färsen und trockenstehenden Kühen für etwa eine weitere Stunde belegt. Die meiste restliche Zeit (ca. 10 Stunden) wurde das automatische Melksystem nicht benutzt, dies bedeutet, daß theoretisch noch ca. 40 % freie Kapazitäten vorhanden waren. Dies darf aber nicht automatisch zu dem Schluß führen, daß die Herde um diesen prozentualen Anteil aufgestockt werden kann. Da die Tiere einem natürlichen Melkrhythmus folgen, ist die Auslastung in den Spitzenzeiten entscheidend. Ein zu langes Warten vor der Melkbox oder ein Abdrängen einzelner Kühe sollte vermieden werden, weil dadurch die Melkfrequenz und damit auch die Milchleistung sinkt.

Das AMS von LELY hat auch unter den Bedingungen des Betriebes Sieber (Umstellung von Anbindestall auf Laufstall, Fleckvieh- und HF-Kühe) seine Praxisreife bewiesen; weltweit sind derzeit 80 derartige Anlagen im Einsatz. In der knapp halbjährigen Versuchsperiode kam es bisher zu keinen nennenswerten technischen Störungen. Auch zwischen den beiden Rassen Fleckvieh und Holstein-Friesian konnte bisher kein prinzipieller Unterschied hinsichtlich des Tier- und Melkverhaltens festgestellt werden.

Einen ganz entscheidenden Einfluß auf die Betriebssicherheit der AMS übt das sichere Ansetzen des Melkzeuges aus. Als Maßstab für den Erfolg des automatischen Ansetzens wird das Verhältnis der nicht erfolgreichen Melkungen (Gemelksmenge gleich Null) zu allen Melkungen herangezogen. Als nicht erfolgreiche Melkung gilt, wenn eine Kuh bei einem Besuch der Melkbox gemolken werden sollte, aber das Melkzeug nicht angesetzt werden konnte. Bei einem derartigen Fehlversuch muß die Kuh die Melkbox verlassen und ein erneuter Versuch kann erst beim nächsten Aufsuchen der Melkbox gestartet werden. Für einen etwa dreimonatigen Zeitraum mit über 10.000 Melkungen wurde nach dieser Definition eine Erfolgsquote von 97,8 % erreicht. In Abbildung 6 ist eine Analyse der nicht erfolgreichen Melkungen dargestellt.

Demnach hatten 28 % der Kühe keine Fehlmelkung (linkes Kreisdiagramm), 38 % der Kühe 1 bis 5 Fehlversuche und nur 2 Kühe (4 % der Herde) hatten mehr als 15 Fehlmelkungen aufzuweisen. Diese 2 Kühe verursachten fast 27 % aller Fehlmelkungen (rechtes Kreisdiagramm). Etwa 40 % der Fehlmelkungen wurden durch 15 Kühe hervorgerufen, die innerhalb des dreimonatigen Zeitraums 1 bis 5 Fehlmelkungen aufwiesen. Insgesamt kann also die Ansetzquote als sehr gut bezeichnet werden. Fehlversuche treten bei manchen Kühen gerade am Anfang der Laktation bei Euterödemen auf.

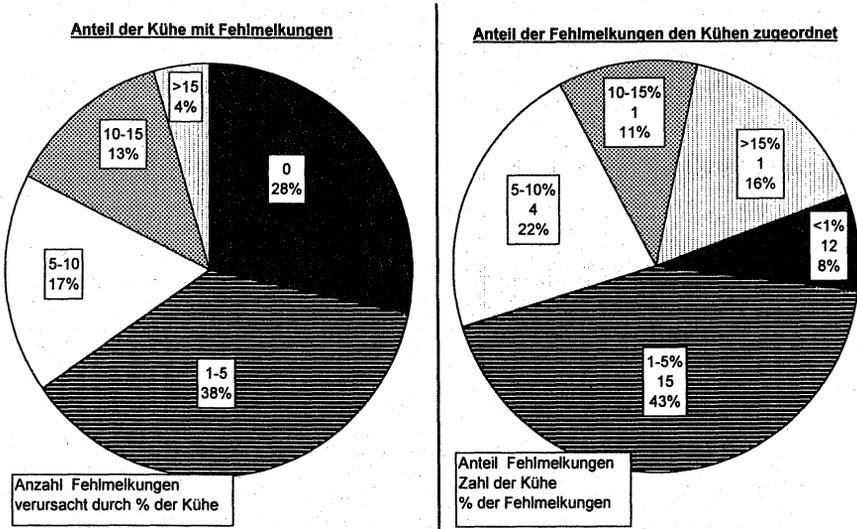


Abb. 6: Analyse der Fehlmelkungen (46 Kühe, 27.5. - 10.9.97, 10421 Melkungen, 228 Fehlmelkungen)

## 6. Zusammenfassung

Das automatische Melksystem hat sich unter den spezifischen Betriebsbedingungen als praxisreif erwiesen. Die Kühe haben sich relativ schnell an das neue Haltungssystem gewöhnt. Etwa 10 % der Kühe mußten wegen Problemen mit dem AMS ausgesondert werden. Die Kühe wurden über den ganzen Tag verteilt gemolken. In 20 von 24 Stunden pro Tag wurden 4 und mehr Melkungen pro Stunde durchgeführt. Die durchschnittliche Melkfrequenz lag bei 2,6 Melkungen pro Kuh und Tag. Die Anzahl der Besuche im AMS ohne Melkvorgang war tierindividuell sehr verschieden und schwankte zwischen 0 und über 10. Das Alter der Kuh, die Klauengesundheit und das Tierindividuum beeinflussen offensichtlich die Besuchsfrequenz. Mit 40 laktierenden

Kühen je Melkbox ist das AMS noch nicht voll ausgelastet. Die Eutergesundheit hat sich tendenziell verbessert. Gesicherte Aussagen über die Milchleistung und die Eutergesundheit sind erst nach einer längeren Versuchsperiode möglich.

Mit dem automatischen Melken entfällt für den Landwirt die Bindung an feste Melkzeiten. Die körperliche Arbeit sinkt, aber die Managementanforderungen steigen. Eine ganztägige Verfügbarkeit des AMS muß gewährleistet sein. Der Zwang, das AMS ständig betriebsbereit zu halten, gilt nicht nur für das Servicepersonal, sondern auch für den Landwirt. Hier sollte eine überbetriebliche Lösung für den Vertretungsfall gesucht werden. Die Eingewöhnungsphase erfordert einen verstärkten Arbeitseinsatz; ein ruhiger und sorgfältiger Umgang mit den Tieren ist für den späteren Erfolg entscheidend.

## **Erste Erfahrungen mit dem automatischen Melken am Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim der Tierärztlichen Fakultät München**

Martin Förster, Ulrike Neuhaus, Stefan Nüske und Günter Kragening

Das automatische Melken stellt eine Tier-Maschinen Interaktion dar, deren Intensität derzeit in der Tierproduktion unübertroffen ist. Die Systemfunktion ergibt sich erst, wenn die Interaktionskomponenten Tier und Maschine sehr gut aufeinander abgestimmt sind. Dies setzt spezifische Anforderungen an die beiden Interaktionskomponenten voraus. Grundsätzlich hat hier die vom Menschen konstruierte Interaktionskomponente Maschine die größere Bringschuld und muß damit vorrangig an die Bedürfnisse des Tieres und seines Wohlbefindens angepaßt werden. Andererseits gilt es, die Frage nach den Ansprüchen an den Interaktionspartner Tier zu stellen. Diese Ansprüche gelten vor allem dem Euter. Euterform und -gesundheit verdienen hierbei ein besonderes Interesse. Damit sind auch Melkbarkeit und Milchleistung betroffen. Über die Eutergesundheit hinaus ist das Gesamtwohlbefinden der Kühe ein wichtiger Gesichtspunkt. Die allgemeine Tiergesundheit, unter besonderer Berücksichtigung der Klauengesundheit, sowie des Tierverhaltens und damit auch der Herdenverband sind von weiterer ausschlaggebender Bedeutung. All dies mündet in die Frage nach der Tiergerechtigkeit des automatischen Melkens ein.

### **Installation des Melkroboters in Oberschleißheim**

#### Stallgrundriß

Anfang Juni dieses Jahres wurde in einem Laufstall mit 2 x 64 Kuhplätzen, beidseitig zum Futtertisch, das Einboxen-Kompaktmelksystem der Firma Lely eingebaut. In diesem Versuchsstall ist eine Seite des Futtertisches mit einer Grundfutterverwiegungsanlage ausgestattet. In das dazugehörige Stallabteil wurde das automatische Melksystem stirnseitig eingebaut, ohne jede weitere Grundrißveränderung (Abb. 1). Es wurden bisher zu den direkt am automatischen Melksystem befindlichen Zugangs- und Absperrreinrichtungen keinerlei weitere Steuerungselemente für den "Kuhverkehr" eingebaut.

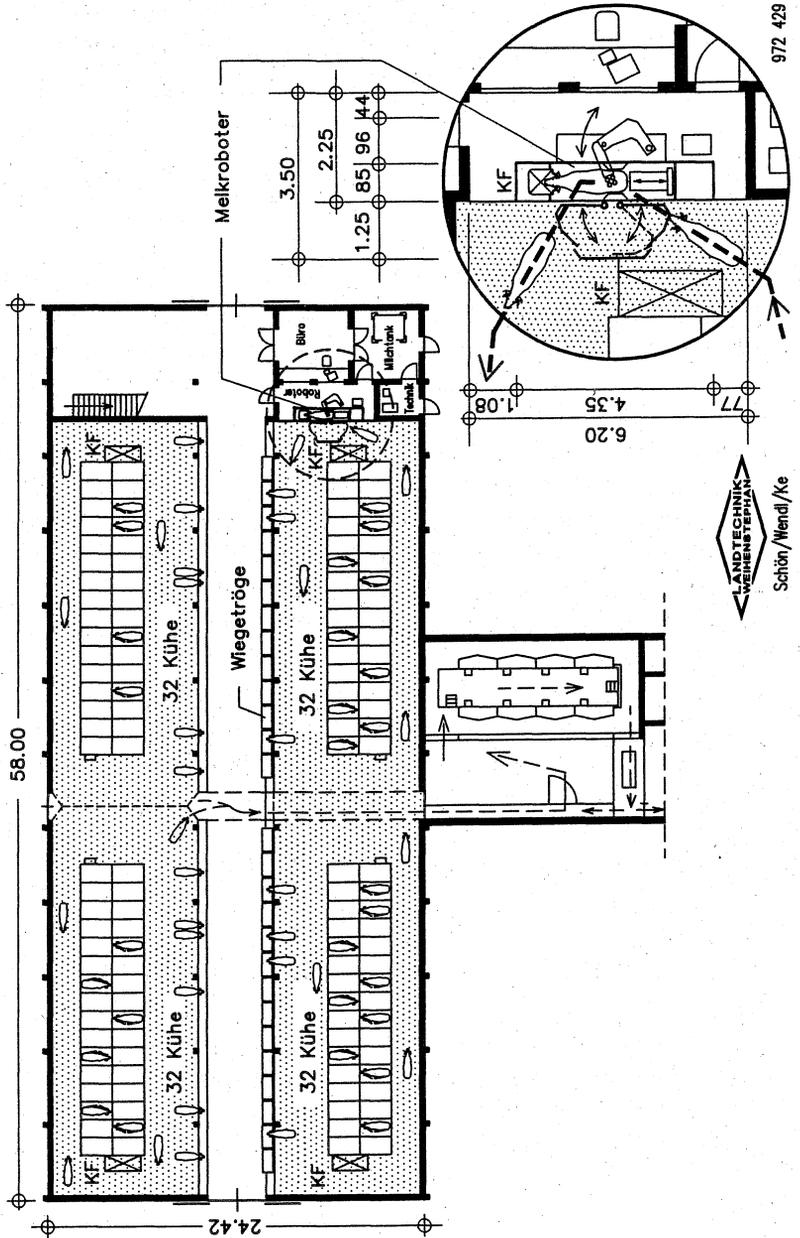


Abb. 1: Milchvieh-Laufstall, Oberschleißheim - Einbausituation des Melkroboters

## **Beschickung des automatischen Melksystems mit Tieren**

Anfang Juni wurde zunächst eine Gruppe von 32 Fleckvieh- und Deutschen Holstein Kühen zur Melkgruppe zusammengestellt. Mitte August wurde die Größe dieser Melkgruppe aufgestockt. Anfang Oktober bestand diese Melkgruppe aus 22 Kühen der Rasse Fleckvieh und 38 Kühen der Rasse Deutsche Holstein. Von der Gesamtgruppe stehen 22 Kühe in der ersten Laktation. Die übrigen Kühe haben bis zu 6 Laktationen. Die Jahresmilchleistungen der einzelnen Kühe betragen zwischen 5500 und 8500 kg/Jahr.

## **Auslastung des automatischen Melksystems**

Die Auslastung eines automatischen Melksystems wird vor allem durch seine Betriebsicherheit, die Besuchshäufigkeit der Kühe und die Dauer eines Melkvorganges bestimmt.

### **Betriebssicherheit**

Neben der allgemeinen technischen Betriebssicherheit ist die Sicherheit des automatischen Ansetzens der Melkbecher ganz entscheidend. Erwartungsgemäß zeigt sich, daß hierbei die Euterform ein entscheidendes Merkmal ist. Dabei stellt sich nach ersten Erfahrungen heraus, daß für das von uns betriebene automatische Melksystem keine grundsätzlich anderen Euterformen erforderlich sind. Allerdings gibt es extreme Euterformen, auch bisher als schlechte Euter bezeichnet, die das automatische Melken verhindern. Hängeeuter mit einem Sitzenspitzen-Bodenabstand unter 33 cm kann der Roboterarm unseres automatischen Melksystems nicht unterfahren und seine Lasersensorik kann dabei die Zitzen nicht zuverlässig orten. Schwierigkeiten bereiten dem Melkroboter ebenfalls dicht nebeneinanderstehende Zitzen und überlange Zitzen, die beim automatischen Überstülpen der Melkbecher leichter abknicken. Wegen dieser eindeutigen Euterängel mußten zwei Kühe mit 27 und 31 cm Sitzenspitzen-Bodenabstand und eine Kuh mit einer Doppelzitze aus der ersten Tiergruppe von 32 Tieren entfernt und durch andere ersetzt werden. Automatische Melksysteme erfordern keine neuen Euterformen, sondern sie schließen bedingungslos unnatürliche, extreme Euterformen aus. Sie unterstützen damit die Rückkehr zum naturnahen und tiergerechten Kasteneuter. Das für die Betriebssicherheit eines automatischen Melksystems entscheidende Merkmal ist die Anzahl der Abbrüche beim Ansetzen der Melkbecher. Das bedeutet in unserem Melksystem, wenn der Roboterarm beim 3. Versuch nicht alle Melkbecher ansetzen kann, wird der Melkversuch ganz abgebrochen und die Kuh aufgefordert, das automatische Melksystem zu verlassen. Sie kann natürlich jederzeit den Melkroboter erneut besuchen. Je höher die Anzahl

solcher Fehlversuche ist, desto geringer ist die Gesamtauslastung und damit seine Wirtschaftlichkeit. Unsere bisherigen Erfahrungen bewegen sich bei 3-4 % abgebrochener Melkversuche.

Ein entscheidendes Kennzeichen des automatischen Melkens ist der vom Tier selbst bestimmte Melkrhythmus. Als wichtiger Vorteil automatischer Melksysteme ist die mögliche Rückkehr zum mehrmaligen Melken pro Tag zu sehen. Die Besuchshäufigkeit der Kühe im automatischen Melksystem ist ebenfalls ein entscheidendes Merkmal für seine Auslastung. Über die Programmsteuerung automatischer Melksysteme wird die Anzahl der Zugangsberechtigungen einer Kuh pro Tag zum Melkroboter in Abhängigkeit von der jeweiligen Milchleistung vorgegeben. Dies schränkt die völlig freie Besuchswahl der Kühe im automatischen Melksystem tatsächlich ein. Bisher kann festgestellt werden, daß die Kühe zu den gewohnten morgendlichen und abendlichen Melkzeiten das automatische Melksystem bevorzugt und in den frühmorgendlichen Stunden zwischen 1 und 3 Uhr am wenigsten besuchen. Es bleibt abzuwarten, ob sich diese dichten, zeitlichen Überlagerungen des Melkgeschehens in einer Melkgruppe an den bisher gewohnten Melkzeiten orientieren und sich zunehmend entflechten oder ob dies von Natur aus stabile vorgegebene Rhythmen sind. Je größer die dem automatischen Melksystem zugeteilte Melkgruppe ist, desto günstiger würde sich eine zeitliche Verteilung der Melkbesuche auf die Auslastung des automatischen Melksystems auswirken (Abb. 2). In jedem Falle bedeutet aber eine höhere Belegung eines automa-

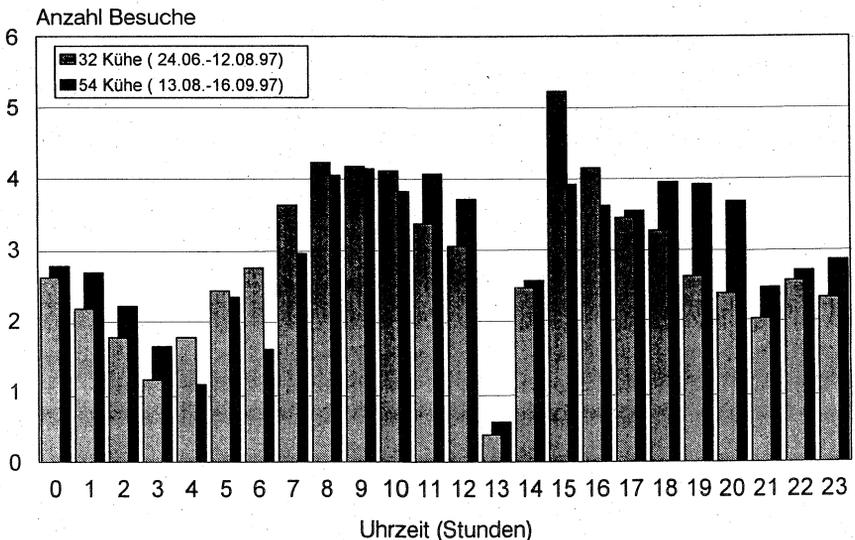


Abb. 2: Häufigkeit der Besuche pro Tag - geordnet nach der Uhrzeit - am LVG Oberschleißheim

tischen Melksystems mit Tieren für sie den Zwang, auch in weniger bevorzugten Zeiten den Melkroboter aufzusuchen. Die Darstellung des Besuchsverhaltens einzelner Kühe im Melkroboter zeigt sehr große Unterschiede. Manche Tiere finden sich zu einer ganz regelmäßigen Besuchsfolge (Abb. 3), im Abstand von etwa 6-7 Stunden,

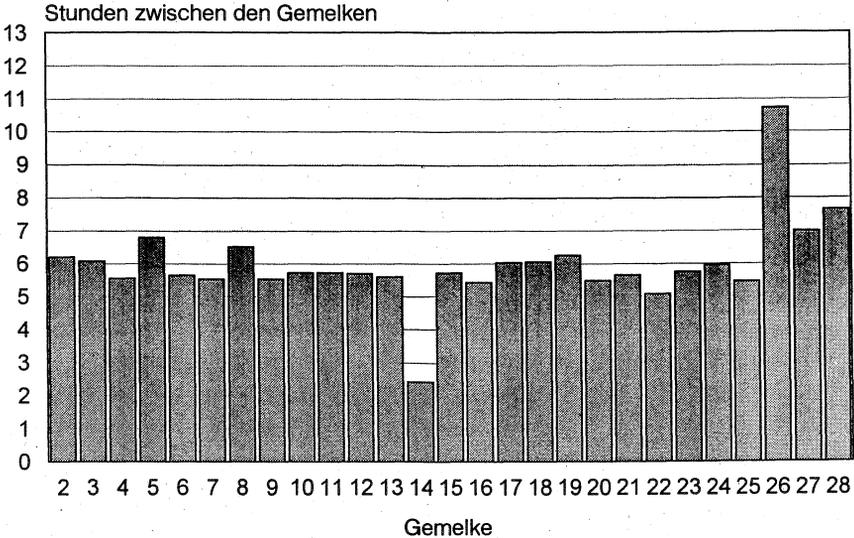


Abb. 3: Häufigkeit der Besuche und Melkabstände in Stunden, Tier-Nr. 517 im Zeitraum vom 01.07. bis 07.07.97 am LVG Oberschleißheim

ein. Andere dagegen gehen bereits nach 4-5 Stunden wieder in das Melksystem, um dann aber erst nach 10-15 Stunden das nächste Mal zu erscheinen (Abb. 4). Die Verkehrsdichte am Melkroboter, der tierindividuelle Melkrhythmus, vor allem aber die Rangordnung der Einzelkuh im Herdenverband, beeinflussen so den Melkrhythmus. Damit wird das Tierverhalten zu einem wesentlichen Bestimmungsfaktor der optimalen Auslastung eines automatischen Melksystems.

Derzeit haben wir in Schleißheim 56 Tiere dem automatischen Melksystem zugeteilt. Wir versuchen langsam diese Anzahl noch zu erhöhen um eine Grenze der optimalen Auslastung herauszufinden. Dabei ist darauf zu achten, daß die von unserem automatischen Melksystem angegebene freie Melkzeit, die bei 56 Kühen mit 33,5 % (Abb. 5) angegeben wird, nicht dahingehend verstanden werden kann, daß weiter solange Kühe zugeteilt werden können, bis sie nahe bei 0 liegt. Wir können derzeit nicht abschätzen, ob wir alle in diesem Stallabschnitt vorhandenen 64 Kuhplätze mit laktie-

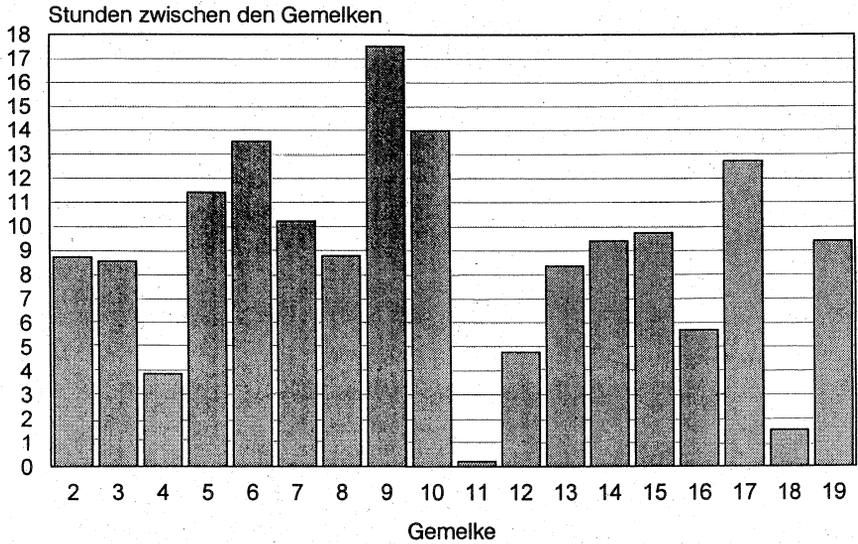


Abb. 4: Häufigkeit der Besuche und Melkabstände in Stunden, Tier-Nr. 15 im Zeitraum vom 01.07. bis 07.07.97 am LVG Oberschleißheim

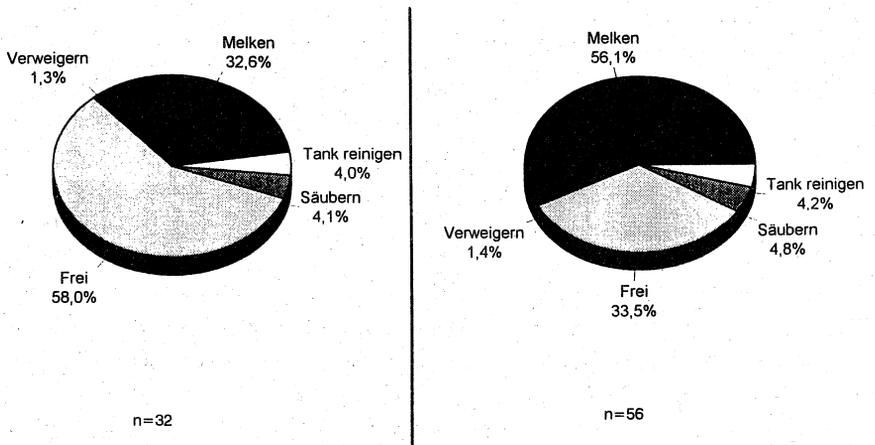


Abb. 5: Auslastung des Roboters im Zeitraum 03.06. bis 12.08.97 (n=32) und im Zeitraum 13.08. bis 18.09.97 (n=56) am LVG Oberschleißheim

renden Kühen belegen können. Unsere Erfahrung beim Aufbau des dem automatischen Melksystems zugeordneten Herdenverbandes gibt erste Hinweise darauf, daß es günstiger ist, nicht mit wenigen größeren Tiergruppen aufzustocken, sondern mit mehreren kleinen Tiergruppen oder Einzeltieren, um den Kühen ausreichend Zeit für ihre Integration in den Herdenverband zu lassen. Es scheint Anzeichen dafür zu geben, daß eine zentrale Aufstellung des automatischen Melksystems im verfügbaren Stallraum der Melkgruppe das zwingend erforderliche regelmäßige Besuchen aller Tiere im Herdenverband unterstützen kann.

### **Produktionsmerkmale**

Mittels automatischer Melksysteme wird wieder das mehrmalige tägliche Melken möglich, was als positive Entwicklung gesehen wird, weil es dem mit seinen kurzen Zeitabständen natürlichen Säugen des Kalbes näherkommt. Der Einfluß des mehrmaligen Melkens auf Eutergesundheit und Milchleistung ist bekannt. Bei mehrmaligem Melken werden um ca. 5-15 % höhere Milchleistungen erwartet. Der Beobachtungszeitraum in Oberschleißheim ist zu kurz, um Angaben darüber machen zu können.

Für das sehr wichtige Merkmal Eutergesundheit lassen sich erste Erfahrungswerte angeben. Das automatische Melksystem von Lely mißt bei jedem Melkvorgang die Leitfähigkeit der Milch, getrennt nach Eutervierteln. Diese Werte bestätigen sich als Vorwarnungen beim Entstehen von Euterentzündungen und zeigen die Notwendigkeit einer Euterkontrolle an. Es ist ebenfalls bekannt, daß durch mehrmaliges Melken der somatische Zellgehalt in der Milch abnimmt. Erste Untersuchungsergebnisse scheinen dies zu bestätigen (Abb. 6). Wenn dieser Trend anhält, würde das automatische Melksystem die Eutergesundheit erkennbar unterstützen können.

### **Optimierung der Fütterung**

Automatische Melksysteme haben in der Regel eine integrierte Kraffutterstation über die der Kraffutterbedarf der Kühe abgedeckt werden soll. Natürlich sollen mit diesen Kraffutterverabreichungen im automatischen Melksystem auch die Kühe zum Besuch angelockt werden. Die Frage, die sich bei dieser Art der Kraffutterabgabe stellt, ist: Können Hochleistungskühe ihren täglichen Kraffutterbedarf während der Dauer der Melkvorgänge im automatischen Melksystem decken? Wenn dies zeitlich nicht möglich ist, muß mit einer entsprechend angereicherten Grundfütterung (TMR) ausgeglichen werden. Dann jedoch stellt sich die Frage, ob leistungsschwächere Kühe und Kühe gegen Ende der Laktationsperiode nicht überfüttert werden. Diese Fragestellung versuchen wir gegenwärtig noch abzuklären.

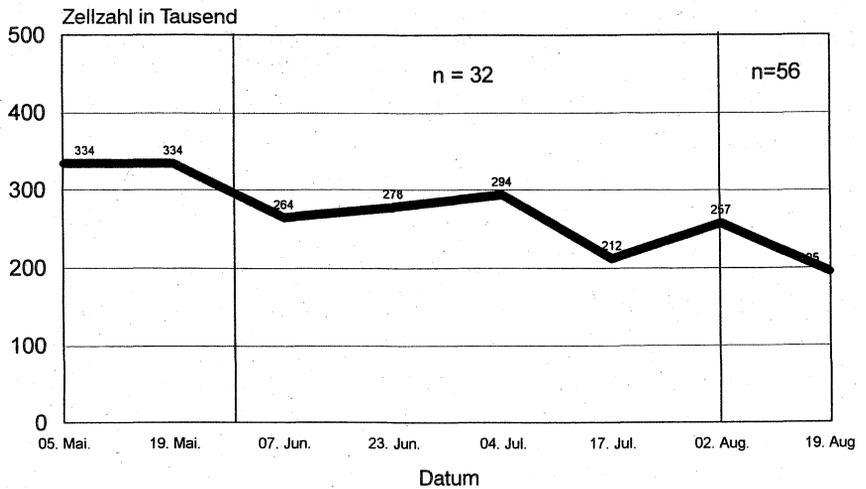


Abb. 6: Veränderung des Zellgehaltes beim automatischen Melken am LVG Oberschleißheim

### **Ausblick**

Unser automatisches Melksystem zeigt eine praxisreife Betriebssicherheit. Kühe verschiedenster Qualität lassen sich gut damit melken. Derzeit sind wir jedoch immer noch in der Phase der Einführung dieses automatischen Melksystems und versuchen, uns an die optimale Auslastung heranzutasten. Deswegen betrachten wir die hier vorgestellten Eindrücke weiterhin als vorläufig.

## **Automatisiertes Melken - eine Basisinnovation für zukunftsorientierte Milcherzeugung?**

Christian Stockinger

### **1. Einleitung**

Für die mittelbäuerlich strukturierte Landwirtschaft in Industrieländern mit hohem Lohn(anspruchs)niveau wird die volle Auslastung der Arbeitskräfte bei Einsatz des jeweiligen Stands der Technik zum entscheidenden Kriterium zukünftiger Wettbewerbsfähigkeit. Nur mit der Maximierung der Arbeitsproduktivität ist die notwendige Senkung der Lohnstückkosten erreichbar, um mit den großbetrieblichen Produktionsstrukturen der europäischen Wettbewerber und in naher Zukunft auch aus dem erweiterten EU-Raum konkurrieren zu können.

Arbeitssparende und gleichzeitig leistungssteigernde Techniken wie die Automatisierung des Melkens kann unter diesem Aspekt zur Schlüsseltechnologie mittelbäuerlicher Milchviehbetriebe werden. Voraussetzung dafür ist, daß die Fest- und Finanzierungskosten des Maschineneinsatzes durch maximale Auslastung minimiert werden und der Kostenanstieg des höheren Kapitaleinsatzes durch Leistungssteigerung bzw. Senkung der Arbeitskosten aufgefangen werden kann.

Abgesehen von den zur Zeit engen Grenzen der Finanzierbarkeit wird in diesem Zusammenhang das Strukturdefizit, vor allem der süddeutschen Milcherzeuger, erkennbar. Nach den Viehzählungsergebnissen 1996 sind am Beispiel Bayern nämlich nur 3 % der Betriebe, die mehr als 50 Kühe halten, überhaupt in der Lage, die Robotertechnik einzusetzen. Sie erzeugen mit 8 % der Kühe lediglich 10 % der gesamt erzeugten Milch. Selbst wenn man Milchviehhalter in der Bestandsgrößenklasse ab 40 Tiere zum Verbreitungspotential des Melkroboters dazurechnet, ist die Umsetzbarkeit dieser Technologie auf etwa 8 % der Halter oder ca. 6.000 Betriebe beschränkt.

In der konkreten einzelbetrieblichen Entscheidungssituation ist die Wirtschaftlichkeit der sogenannten Roboter melktechnik vom direkten Leistungs-Kostenvergleich zur konventionellen Alternative bestimmt.

## 2. Investitionsvergleich

In Tabelle 1 sind für zwei unterschiedliche Betriebsgrößen der bauliche und technische Investitionsbedarf von Fischgrätenmelkanlagen und Robotersystemen gegenübergestellt.

Tab. 1: Investitionsvergleich

Ausstattung		70 Milchkühe		150 Milchkühe	
		2 x 5 FGM	AMS, 1 Me "Lely"	2 x 12 FGM Typ 120	AMS, 4 Me "Meko"
<b>Bau</b>					
Melkstand	DM	51.200	17.408	112.640	35.840
Lagerraum	DM	12.288	12.288	18.432	18.432
Maschinenraum	DM	10.240	10.240	10.240	10.240
Nebenraum	DM	8.192	8.192	8.192	8.192
KF-Silo-Unterbringung	DM	5.000	5.000	8.000	8.000
<b>Bau gesamt</b>	<b>DM</b>	<b>86.920</b>	<b>53.128</b>	<b>157.504</b>	<b>80.704</b>
<b>Melktechnik</b>					
Melkstand incl. Abnahme	DM	62.500	300.000	158.700	546.750
Milchmengenmessung	DM	23.000	---	55.200	---
Kuherkennung	DM	9.200	---	13.800	---
Vorkühler	DM	4.025	---	4.025	---
Leitfähigkeit	DM	---	---	---	---
Kuhkalender	DM	1.150	---	1.150	---
Selektionstore	DM	---	---	11.500	23.000
Milchlagerung, -kühlung	DM	24.150	24.150	43.700	43.700
<b>Zwischensumme Melken</b>	<b>DM</b>	<b>124.025</b>	<b>324.150</b>	<b>288.075</b>	<b>613.450</b>
<b>Krafftutervorlage</b>					
KF-Stationen	DM	28.000	---	34.000	---
Halsbänder	DM	7.200	---	14.000	---
KF-Silo	DM	4.000	4.000	9.000	9.000
<b>Zwischensumme Krafftutter</b>	<b>DM</b>	<b>39.200</b>	<b>4.000</b>	<b>57.000</b>	<b>9.000</b>
<b>Technik gesamt</b>	<b>DM</b>	<b>163.225</b>	<b>328.150</b>	<b>345.075</b>	<b>622.450</b>
<b>Investitionssumme</b>	<b>DM</b>	<b>250.145</b>	<b>381.278</b>	<b>502.579</b>	<b>703.154</b>

Beim 70-Kuh-Betrieb wird die Errichtung eines außenliegenden Melkhauses mit einer 2 x 5 Fischgrätenmelktechnik unterstellt. Der Melkstand hat einen Platzbedarf von ca. 50 m<sup>2</sup>, für Milchlagerung, Maschinen- und Nebenraum werden weitere 30 m<sup>2</sup> benötigt. Der gesamte Raumbedarf beträgt etwa 250 m<sup>3</sup> und kostet bei 320 DM/m<sup>3</sup> knapp 82.000 DM. Zur Unterbringung des Krafftuttersilos werden bauliche Investitionen von 5.000 DM angesetzt.

Der dazu im Vergleich gestellte einboxige Melkroboter kann auf einer Fläche von nur 17 m<sup>2</sup> untergebracht werden. Es ergeben sich daraus im Baubereich Investitionseinsparungen von über 33.000 DM. Die Roboter-Kompaktmelkanlage wird zur Zeit einschließlich Krafftutervorlage zum Preis von 300.000 DM inkl. MWSt. angeboten. Für Milchlagerung und -kühlung sind etwa 24.000 DM zu veranschlagen.

Eine vergleichbare Fischgrätenmelktechnik kostet mit der in Tabelle 1 zusammengestellten Zusatzausrüstung ca. 124.000 DM, also 60 % weniger. Wird aus Vergleichbarkeitsgründen eine Transponderanlage mit 2 Krafftutterstationen und EDV-Ausstattung dagegengerechnet, verbleibt für die stalltechnische Ausrüstung eine Differenz von 164.925 DM. Insgesamt erfordert das AMS mit 381.278 DM eine um etwa 131.000 DM höhere Investitionssumme. Der Kapitalmehrbedarf pro Kuh liegt bei 1.873 DM.

Betriebe mit 150 Kühen haben zu einem 2 x 12 FGM eine robotergesteuerte Mehrboxenanlage mit 4 Melkständen als Alternative. Auch hier ergeben sich deutlich unterschiedliche Flächenansprüche mit entsprechender Baukostenkonsequenz. Wie aus Tabelle 1 zu entnehmen, unterscheidet sich der bauliche Aufwand um 76.800 DM. Für die konventionelle 2 x 12 FGM-Technik und 4 Krafftutterstationen müssen 345.000 DM investiert werden, der Preis einer in der Leistung vergleichbaren automatisierten Melkanlage einschließlich 2 zusätzlicher Selektionstore liegt bei etwa 622.000 DM. Die Investitionssumme für Bau und Technik beträgt in der Roboterlösung über 700.000 DM und übersteigt somit die konventionelle FGM-Variante um etwa 200.000 DM oder gut 1.337 DM/Kuh.

Abbildung 1 zeigt die Degression des Investitionsaufwands mit steigender Kuhzahl für konventionelle Melkstandtechnik und ein- bis vierständige Prolion-Anlagen bzw. ein bis drei Kompaktstationen.

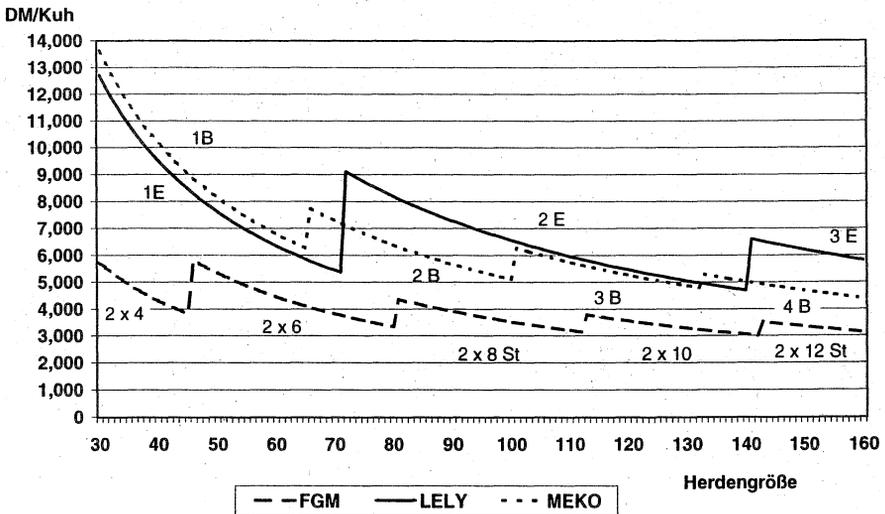


Abb. 1: Investitionsbedarf verschiedener Melksysteme im Vergleich

Für den in Abb. 1 errechneten Investitionsbedarf sind die in Tabelle 2 dargestellten Kapazitäten unterstellt.

Tab. 2: Kapazitäten und Investitionsbedarf verschiedener Melksysteme

<b>Kompaktanlage (System Lely)</b>				
Zahl der Einheiten Anlagen, Stück	max. Melkkapazität laktierende Kühe	max. Herdengröße Kühe	Investitionsbedarf DM	Investition/Kuh DM
1	60	71	381.278	5.370
2	120	141	656.278	4.654
3	180	212	931.278	4.393
4	240	282	1.206.278	4.278
<b>Mehrboxenanlage (System Prolion)</b>				
Zahl der Einheiten Melkbuchten, Stück	max. Melkkapazität laktierende Kühe	max. Herdengröße Kühe	Investitionsbedarf DM	Investition/Kuh DM
1	55	65	408.020	6.277
2	85	100	510.888	5.109
3	112	132	632.000	4.788
4	137	161	703.154	4.367
<b>Fischgrätenmelkstand</b>				
Zahl der Einheiten Melkstände, Stück	max. Melkkapazität laktierende Kühe	max. Herdengröße Kühe	Investitionsbedarf DM	Investition/Kuh DM
2X4	38	45	172.245	3.828
2X6	68	80	267.245	3.341
2X8	95	112	352.245	3.145
2X10	121	142	427.245	3.009
2X12	145	170	502.579	2.956

Es wird deutlich, daß die Anschaffung eines Melkroboters unter 70 Kühen (60 laktierende) nicht zur Diskussion steht. Da bei Kompaktanlagen jede weitere Einheit ca. 280.000 DM kostet, sind erst wieder Bestände von 130 - 140 bzw. 200 - 210 Kühen roboterfähig. Das Mehrboxensystem ist wegen der geringeren Kostensprünge (75.000 DM pro zusätzlicher Melkstand) etwas flexibler.

### **Kompaktanlage oder Mehrboxensystem?**

Aufgrund der unterschiedlichen Kapazitäten und der verschiedenen hohen Preise pro Erweiterungseinheit haben die in Abb. 1 gegenübergestellten Roboteranlagen unter-

schiedliche Idealbestände. Bei fast gleich hohem Investitionsbedarf für die erste Melkeinheit besteht bis zur Kapazitätsgrenze der Mehrboxentechnik mit einer Box (max. 65 Kühe) annähernd Wettbewerbsgleichheit. Zwischen 65 und 70 Kühen ist wegen des Kostensprungs für die zweite Boxe der Prolion-Anlage die Kompaktstation von Lely im Vorteil. Bei darüber hinausgehenden Herdengrößen bis ca. 100 Kühe ist die zweifach bestückte Mehrboxenanlage vorzuziehen. Zwischen 100 und 130 Kühen, die entweder mit zwei Kompaktanlagen oder 3 Boxen der Fa. Prolion bedient werden können, sind beide Varianten wieder gleich teuer. In noch größeren Beständen liegt, abgesehen von der kritischen Herdengröße zwischen 130 und 140 Milchkühen, das Mehrboxensystem um ca. 1.000 DM/Kuh unter dem Konkurrenzprodukt.

### 3. Kostenvergleich

Die jährlichen Kosten des Milchentzugs, der Milchlagerung und -kühlung setzen sich aus den Fest- und Finanzierungskosten der baulichen und technischen Anlagen sowie den laufenden Betriebskosten zusammen (siehe Tabelle 3).

Tab. 3: Kostenvergleich

Ausstattung		70 Milchkühe		150 Milchkühe	
		2 x 5 FGM	AMS, 1 Me "Lely"	2 x 12 FGM Typ 120	AMS, 4 Me "Meko"
Gebäudekosten (Melkbereich)	DM	6.954	4.250	12.600	6.456
Maschinenkosten	DM	21.219	42.660	44.860	80.919
Wartungsvertrag	DM	---	4.960	---	11.000
Verschleißteile und Reparaturarbeiten	DM	4.800	3.500	8.500	5.000
Reinigungs- und Desinfektionsmittel	DM	2.000	1.500	4.800	4.000
Strom	DM	4.000	4.300	9.200	8.500
Wasser	DM	220	230	390	400
<b>Gesamtkosten/Jahr</b>	<b>DM</b>	<b>39.193</b>	<b>61.400</b>	<b>80.350</b>	<b>116.275</b>
<b>Gesamtkosten/Kuh</b>	<b>DM</b>	<b>560</b>	<b>877</b>	<b>536</b>	<b>775</b>
<b>Gesamtkosten/kg Milch</b>	<b>Pfg.</b>	<b>8,6</b>	<b>13,5</b>	<b>8,2</b>	<b>11,9</b>

Bei Ansatz von 4 % Abschreibung, 1 % Unterhalt und 3 % Zins betragen beim 70-Kuh-Bestand die jährlichen Gebäudekosten 6.954 DM (FGM, 2 x 5 Melkstände) bzw. 4.250 DM (Kompakt-Roboter, 1 Einheit). Die Robotertechnik verursacht bei 10-jähriger Nutzungsdauer und 3 % Zinsansatz mit 42.660 DM die doppelten Jahreskosten der FGM-Technik. Für Wartung, Verschleiß, Reparatur und die sonstigen variablen Kosten des Melkens (Reinigung/Desinfektion, Strom, Wasser) werden etwa gleich große Beträge unterstellt. Die Gesamtkosten des Robotermelkens liegen mit

61.400 DM/Jahr um ca. 22.000 DM höher als bei der bisher üblichen Melkstand-technik. Pro Kuh beträgt der Unterschied 317 DM/Jahr, die Kostenbelastung pro kg Milch liegt um 4,9 Pfennig höher.

Ähnliche Relationen stellen sich bei der 150-Kuh-Lösung mit 2 x 12 FGM im Vergleich zum vierständigen AMS-System ein (+ 239 DM/Kuh, + 3,7 Pfennig/kg Milch).

#### **4. Wirtschaftlichkeit**

Zur Wirtschaftlichkeitsaussage sind den zusätzlichen Kosten die melktechnisch bedingten Leistungsänderungen gegenüberzustellen. Aus der Literatur und den bisher gewonnenen Praxiserfahrungen sind Milchleistungssteigerungen von 10 bis 20 % bekannt. Sie sind hauptsächlich eine Folge der höheren Melkhäufigkeit von ca. 3 Melkungen pro Tag.

Bei den derzeitigen Preis-/Kostenverhältnissen der Milchproduktion sind Grenzdeckungsbeiträge von 0,42 DM/kg pro kg höherer Milchleistung zu erwarten. Nach Abzug von 0,10 DM Quotenkosten verbleiben zum Ausgleich 0,32 DM. Wie aus den Abb. 2 und 3 zu entnehmen, werden in beiden Vergleichsfällen die Mehrkosten der Roboter melkung von 317 DM bei einer 70er Herde bzw. 239 DM bei 150 Kühen ab einer Leistungssteigerung von 990 bzw. 747 kg aufgefangen. Ausgehend von einem Leistungsniveau von 6.500 kg entspricht dies einer Mindeststeigerungsrate von gut 15 %.

Der Familienbetrieb, der Arbeitseinsparungen nicht direkt gewinnwirksam verwerten kann, kann nur unter diesen Bedingungen die Mehrkosten des Melkroboters ausgleichen.

Wirtschaftliche Vorteile bringt die automatisierte Melkung vor allem in Lohnarbeitsbetrieben. Wenn 50 % der Melkarbeitszeit eingespart werden können (7,5 Stunden/Kuh/Jahr), setzt das automatische Melksystem mindestens 150 DM/Kuh/Jahr frei. In diesem Fall ist ab einer um 522 bzw. 278 kg höheren Milchleistung die Robotertechnik schon heute gewinnsteigernd.

Die Wirtschaftlichkeit kann bei gegebenen baulichen Voraussetzungen auch von der Möglichkeit der Unterbringung von zusätzlichen Kühen auf gleicher Stallfläche bestimmt sein. Bei Stallgrößen von 60 - 70 Kühen mit einem 2 x 5 FGM wird durch die Umstellung auf Robotertechnik eine Aufstellfläche für 8 zusätzliche Liegeboxen freigesetzt. Bei annähernd gleichem baulichem Aufwand muß für das AMS um ins-

Leistungskorrigierte  
Melkkosten in DM/Kuh

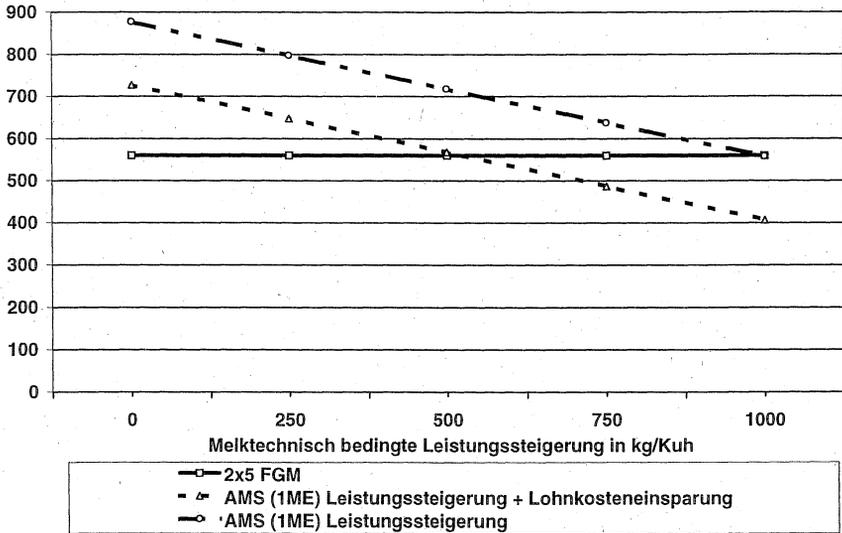


Abb. 2: Wirtschaftlichkeitsvergleich: 2 x 5 FGM zu Lely-Astronaut  
Herdengröße: 70 Kühe

Leistungskorrigierte  
Melkkosten in  
DM/Kuh

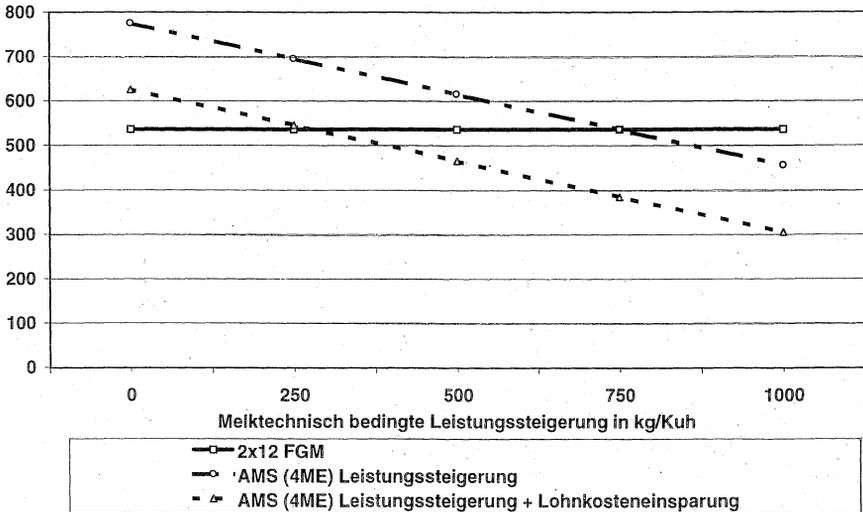


Abb. 3: Wirtschaftlichkeitsvergleich 2 x 12 FGM zu Meko-Roboter mit 4 Melk-  
einheiten. Herdengröße: 150 Kühe

gesamt 180.925 DM mehr investiert werden (siehe Tabelle 4). Die daraus entstehenden Mehrkosten von 26.190 DM/Jahr sind dem aggregierten Deckungsbeitrag der 8 Kühe, dem Pachtpreis für 4 ha Fläche und den zusätzlich erforderlichen Quoten von 52.000 kg gegenüberzustellen. Per Saldo verbleibt mit den in Tabelle 4 verrechneten Daten (2.458 DM DB/Kuh, 500 DM/ha und 0,10 DM/kg Milch) nur noch eine geringe Differenz von 202 DM/Kuh/Jahr. Ein positives Ergebnis ist schon bei Leistungszuwächsen von 480 kg/Kuh/Jahr zu erwarten. In Lohnarbeitsbetrieben, in denen die Gesamtarbeitszeit der 68 Milchkühe um 150 Stunden unter dem des Vergleichsbetriebs mit 60 Kühen liegt, tritt bereits ab 375 kg Gewinnsteigerung ein.

Tab. 4: Wirtschaftlichkeitsvergleich der Roboter melktechnik bei Verwendung freier Stallfläche zu Liegeboxen

Ausstattung		60 Milchkühe	68 Milchkühe	Differenz
		2 x 5 FGM	AMS, 1 Me "Kompaktanlage"	
Stallgebäude mit 60/68 Liegeboxen	DM	280.000	296.000	16.000
Melktechnik incl. Kraffutervorlage	DM	163.225	328.150	164.925
<b>Gesamtinvestition</b>	<b>DM</b>	<b>443.225</b>	<b>624.150</b>	<b>180.925</b>
<b>Aggregierter Herdendeckungsbeitrag von 60/68 Kühen</b>	<b>DM</b>	<b>147.480</b>	<b>167.144</b>	<b>19.664</b>
Gebäudekosten 8 %	DM	22.400	23.680	1.280
Maschinenkosten 13 %	DM	21.219	42.660	21.440
Sonstige laufende Kosten	DM	11.020	14.490	3.470
<b>Gesamtkosten/Jahr</b>	<b>DM</b>	<b>54.639</b>	<b>80.830</b>	<b>26.190</b>
Pachtausgaben Futterfläche	DM	5.000	7.000	2.000
Pachtausgaben Milchquote	DM	13.000	18.200	5.200
<b>Betriebsergebnis</b>	<b>DM</b>	<b>74.841</b>	<b>61.115</b>	<b>-13.726</b>
Differenz pro Kuh in DM				-202
Wettbewerbsgleichheit ab einer Leistungssteigerung von .... kg/Kuh <sup>1)</sup>				481

1) durchschnittlicher Deckungsbeitrag: 0,42 DM/kg Milch

Die Kostenrechnungen gelten nur für voll ausgelastete Anlagen. Da wegen hohem Kapitaleinsatz und relativ kurzer Nutzungsdauer bei Teilauslastung der Investitionsbedarf pro Kuh und damit die Jahreskosten sehr stark ansteigen, zwingt der Melkroboter die Betriebe zu melktechnisch bedingten Mindestbeständen.

## 5. Zusammenfassung

Zum Ausgleich der höheren Kosten von automatischen Melkanlagen ist in Familienbetrieben ein deutlicher Leistungsanstieg von etwa 15 % oder 990 kg erforderlich. In Lohnarbeitsbetrieben mit 150 DM Lohnkosteneinsparung pro Kuh ist diese Gleichgewichtslage bereits ab 521 kg erreicht (Kompaktanlage). Wenn das AMS die Aufstallung zusätzlicher Kühe ermöglicht, tritt auch bei geringerem Leistungszuwachs

Kostengleichheit ein (+ 7,5 %). Die Anschaffung eines Melkroboters ist eindeutig zu empfehlen, wenn hier zusätzlich Löhne eingespart werden. Diese Aussagen gelten jedoch nur, wenn die Herdengröße exakt an der Grenze der Leistungskapazität der Melkroboter liegt.

Für die Wahl zwischen den aktuell angebotenen Robotersystemen (Kompaktanlage bzw. Mehrboxen-Technik) gibt es wegen der unterschiedlichen Kapazitäten und der ungleichen Preise Idealbestände.

Die Berechnungen gehen davon aus, daß in der Ausgangssituation bzw. im konventionellen Vergleichsbetrieb die Kraftfuttermahlzeit über Transponderstationen vorgenommen wird. Ist dies nicht der Fall, erhöht sich der Investitionsmehrbedarf und daraus folgernd die Mehrkosten von AMS. Die Wirtschaftlichkeit wird unter diesen Bedingungen erst erreicht, wenn der o.g. Leistungszuwachs beim Kostenvergleich für gleich große Herden um weitere 230 kg ansteigt. Bei der Gegenüberstellung des Betriebsergebnisses der AMS bedingten Herdenaufstockung wird die Gewinnschwelle erst ab 660 kg erreicht.



**Veröffentlichungen der Landtechnik Weihenstephan 1996/1997  
(01.10.1996 - 30.09.1997)**

- Amon, Th.; Hinterholzer, G.; Boxberger, J.; Haidn, B.:*  
Klimatische Einflüsse auf das Verhalten von Milchkühen im Offenfronttremmiststall. - In: Tagungsband 3. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt, Kiel, 11./12. März 1997. Hrsg.: Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 1997, S.15 - 23.
- Auernhammer, H.:*  
Ort und Zeit im Sekundentakt. - In: dlz 48 (1997) Nr. 5, S. 135 - 136.
- Auernhammer, H.:*  
Bodenprobetechnik mit GPS im bayerischen Pflanzenbau. - In: gemeinsam und umweltgerecht Qualität erzeugen. München: LKP 1997, S. 44 - 46.
- Auernhammer, H.:*  
Bewirtschaftung von Flächen via Satellit. - In: Innovation 3 (1996) Nr. 3, S. 6-7.
- Auernhammer, H.:*  
Ort und Zeit im Sekundentakt. - In: dlz 48 (1997) Nr. 5, S. 135 - 136.
- Auernhammer, H. (Buchbesprechung):*  
Mehrkammerdüngerstreuer (Multi Bin Fertilizer Spreader). - In: COMPAG 17 (1997) No. 3, pp 315 - 316.
- Auernhammer, H.:*  
Precision farming: European concepts and trends. - In: Proceedings of the IFA Agro-Economics Committee Conference "Plant Nutrition in 2000" Tours 1997 (single numbering).
- Auernhammer, H.:*  
Das Auge im All überwacht und steuert. - In: top agrar 1996, Nr. 10, S. 78 - 81.
- Auernhammer, H.:*  
Bodenprobetechnik mit GPS im bayerischen Pflanzenbau. - In: gemeinsam und umweltgerecht Qualität erzeugen. München: LKP 1997, S. 44 - 46.
- Auernhammer, H; Demmel, M.:*  
GNSS for a More Environment-friendly Agriculture. - In: GNSS 97 (First European Symposium on Global Navigation Satellite Systems). Düsseldorf: DGON 1997, pp 391 - 400.
- Auernhammer, H.:*  
GPS in der umweltfreundlichen Pflanzenproduktion. - In: Elfte Informationsveranstaltung 1997 der Bayer. Vermessungsverwaltung. München: Bayer. Landesvermessungsamt 1997, S. 5 - 15.

*Beck, M.; Farcher, G.:*

Zusätzliche Nutzungsmöglichkeiten solar unterstützter Trocknungsanlagen in der Landwirtschaft. Hrsg: Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München: Selbstverlag, 1997 (im Druck).

*Beck, M.; Lakner, K.; Ribouni, K; Körner, H.:*

Entwicklung einer Referenzanlage für die solarunterstützte Lufterwärmung bei der Trocknung landwirtschaftlicher Produkte. Hrsg.: Petkus Wutha, Sortier- und Aufbereitungstechnik GmbH. Wutha-Farnroda: Eigenverlag, 1997

*Behninger, S.; Haidn, B.; Schön, H.:*

Außenklimaställe für Mastschweine - Untersuchungsergebnisse zu Stallklima, Tierverhalten und Leistungsparametern. - In: Tagungsband 3. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt, Kiel, 11./12. März 1997. Hrsg.: Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 1997, S. 121 - 129.

*Bertram, A.; Meyer, J.:*

Development of Optimized Thermal Weeders by Mathematical Modelling. - In: Proceedings of the IFAC workshop on mathematical and control applications in agriculture and horticulture, Hannover (Germany), Hrsg.: Elsevier Science Ltd, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX51GB, UK, P. 187 - 192 (Preprints).

*Bertram, A.; Meyer, J.:*

Modellierung der Wärmeübertragung bei der thermischen Unkrautregulierung als Basis für die gerätetechnische Optimierung. - In: Agrartechnische Forschung 1997 Nr. 2 (im Druck).

*Bertram, A.; Bomme, U.:*

Dem Unkraut einheizen. - In: Ökologie & Landbau Zeitschrift für ökologische Agrarkultur 1997 Nr. 2, S. 17 - 18.

*Bertram, A.:*

Selektive Unkrautregulierung in der Reihe durch thermische Verfahren. - In: Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 3. - 4. März 1997, Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn. Berlin: Verlag Dr. Köster, 1997, S. 178 - 184.

*Bertram, A.:*

Nicht nur heiße Luft. - In: Neue Landwirtschaft 1997, Nr. 5, S. 78 - 80.

*Demmel, M.; Auernhammer, H.:*

Direkt ins Maul der Pflanzen düngen. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 187 (1997) Nr. 13, S. 57 - 60.

*Demmel, M.; Auernhammer, H.:*

Anforderungen an Schlepperkonzepte für Verteil- und Pflegearbeiten. - In: Landtechnik 1996. Düsseldorf: VDI-Verlag 1996, VDI Berichte 1297, S. 81 - 84.

*Demmel, M.:*

Mit LBS und GPS zur teilschlagvariierter Düngung. - In: Landwirtschaftliches Wochenblatt Baden Württemberg 1997, Nr. 3, S. 15-16.

*Depta, G.; Neser, S.; Becher, S.; Stanzel, H.; Gronauer, A. :*

Multigasanalyse der Emissionsraten landwirtschaftlicher Quellen, Darstellung der Meßverfahren FTIR und Laser-Anemometrie. - In: Landtechnik 51 (1996) Nr. 4, S. 206-207.

*Depta, G.; Neser, S.; Becher, S.; Gronauer, A.; Steinicke, I.; Sedlmaier, A.; Schäfer, K.:*

Distinction between Different Slurry Application Technics by their Ammonia Emission with FTIR-Open-Path Measurements and Dispersion Modelling. - In: Proceedings of EnviroSense 97 European Symposium on Environmental Sensing III, München, 16-20 June 1997. Hrsg.: Schäfer, K.; Milton, M.; Russwurm, G.; Woods, P.-T.; NN, pp. 3120 - 3128.

*Depta, G.; Neser, S.; Becher, S.; Gronauer, A.; Schäfer, K.; Steinicke, S.:*

Erfassung landwirtschaftlicher Emissionsquellen klima- und umweltschädigender Gase mit FTIR. - In: Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft. Frühjahrstagung Münster 1997. AP1 Landwirtschaft und Klima. Münster: Physik-Verlag, 1997, S. 1035.

*Depta, G.; Becher, S.; Gronauer, A.; Mosebach, H. :*

Calibration and Quality-Assurance of a High-Resolution FTIR-Spectrometer for Pollutant and Greenhouse Atmospheric Trace Gases. - In: Proceedings of EnviroSense 97 European Symposium on Environmental Sensing III, München, 16-20 June 1997. Hrsg.: Schäfer, K.; Milton, M.; Russwurm, G.; Woods, P.-T.; NN, pp. 3106-3110.

*Englert, G.:*

Stoff-, Energie- und Informationsströme. Anwendung der Systemtechnik in der landwirtschaftlichen Verfahrenstechnik. Hrsg.: Landtechnik Weißenstephan. Freising: Selbstverlag, 1997, 72 S. (Landtechnik-Bericht 27)

*Fröhlich, G.; Wendl, G.; Schurig, M.; Bergermeier, J.; Jäger, K.H.:*

Agro-Meteorological Data Collection System for Agricultural Management in Bavaria. - In: Proceedings of the International Conference Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, San Antonio (USA), November 3 - 6, 1996. Ed: C.R. Camp. 1996, p. 503 - 508.

*Fröhlich, G.; Wendl, G.; Wendling, F.; Schön, H.:*

Wetterdaten online - Datenfernübertragung im Bayerischen Agrarmeteorologischen Meßnetz. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 1, S. 46 - 47.

*Fröhlich, G.; Wendl, G.; Haimerl, J.; Bergermeier, J.; Zickgraf, W.:*

Erfassung und Bereitstellung von Wetterdaten im Bayerischen Agrarmeteorologischen Meßnetz. - In: Berichte der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, Band 10: Referate der 18. GIL-Jahrestagung in Hohenheim, Stuttgart 1997. Hrsg.: R. Doluschitz und C. Noell, GIL 1997, S. 37 - 40.

*Gronauer, A.; Helm, M.:*

Chancen Nutzen - Bedenken Sehen - Grundlagen der Kompostierung. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 186 (1996) Nr. 20, S. 39 - 41.

*Gronauer, A.; Helm, M.:*

Vom Bioabfall zum wertvollen Dünger. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 186 (1996) Nr. 23, S. 22 - 24.

*Gronauer, A.; Depta, G.; Neser, S.; Schön, H.; Schäfer, K.; Steinicke, I. :*

Emissionsrateanalyse variabler Emissionsquelltypen in der Landwirtschaft mittels open-path- und extractiver FTIR-Spektroskopie. - In: Tagungsband 3. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt, Kiel, 11./12. März 1997. Hrsg.: Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 1997, S. 361 - 368.

*Haidn, B.; Schürzinger, H.:*

Keine Staubentwicklung zulassen. - In: Landtechnik (1997) Nr. 21, S. 10 - 11.

*Haidn, B.; Schürzinger, H.:*

Mistschieber: Eine Alternative zum Spaltenboden? - In: Top Agrar extra 1997, Nr. 1, S. 42 - 46.

*Haidn, B.; Kramer, A.; Schön, H.:*

Eingestreute Milchviehställe - Strohbedarf und Verfahrensbewertung. - In: Tagungsband 3. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt, Kiel, 11./12. März 1997. Hrsg.: Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 1997, S. 44 - 52.

*Haidn, B.:*

Milchviehhaltung - Stroh oder Spalten? - In: DLG-Mitteilungen 1997, Nr. 4, S. 31 - 32.

*Haidn, B.; Ballheimer, A. E.; Huber, S.:*

Tretmiststall für Milchkühe. - In: Top Agrar extra 1997, Nr. 1, S. 48 - 50.

*Haidn, B.:*

Bau und Verfahrenskosten eingestreuter und strohloser Haltungsformen für Milchvieh und Mastschweine. - In: Bericht über die Gumpenstein Bauatagung "Aktuelle Fragen des landwirtschaftlichen Bauens", 25./26. Sept. 1997, Hrsg.: Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, S. 19 - 23.

*Haidn, B.:*

Festmist oder Gülle: Was ist billiger? - In: Top Agrar extra 1997, Nr. 1, S. 14-19.

*Haidn, B.; Schürzinger, H.:*

Wie kommt das Stroh in die Ställe? - In: Landwirtschaftsblatt Weser-Ems 1997, Nr. 21, S. 18 - 21.

*Haidn, B.; Lang, J.; Hankewitz W.:*

Mastschweinehaltung in Außenklimaställen - In: Arbeitsblatt - Landwirtschaftliches Bauwesen, Juni 1997, Nr. 03.03.08. Hrsg.: ALB Bayern

*Haidn, B.; Schön, H.:*

Entwicklung der Tierhaltung und der Haltungssysteme in Deutschland. - In: Tagungsband zum Seminar "Möglichkeiten zur Emissionsminderung im Bereich Intensivtierhaltung", Wackersdorf, 7.11.1996. Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 1996, S. 15-27.

*Haidn, B.; Schürzinger, H.; Kramer, L.; Christl, S.; Huber, S.:*

Vergleich kostengünstiger und tiergerechter Laufställe für Milchvieh mit Einstreu. Hrsg.: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München: Selbstverlag, 1997, 81 S. (Reihe "Gelbes Heft" Nr. 57)

*Haidn, B.; van den Weghe, S.:*

Gruppenhaltung von Sauen - Chancen rechnergestützter Verfahren. Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 1996, (KTBL-Schrift 372)

*Haidn, B.; Schürzinger, H.:*

Einstreuen: Gerätetypen im Vergleich. - In: BBZ Tierproduktion 1997, Nr. 34, S. 25 - 27.

*Haidn, B.; Schürzinger, H.:*

Mit vielfältiger Technik wird Einstreuen erleichtert. - In: Bauernzeitung 1997, Nr. 37, S. 34 - 35.

*Hartmann, H.; Launhardt, T.:*

Kleinf Feuerungsanlagen für Holz. - In: Schornsteinfegerhandwerk 1997, Nr. 1, S. 15 - 17.

*Hartmann, H.:*

Analyse und Bewertung der Systeme zur Hochdruckverdichtung von Halmgut. Hrsg: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München: Selbstverlag, 1996, 63 S. (Reihe "Gelbes Heft" Nr. 60)

*Hartmann, H.:*

Comparing Logistical Chains for Biofuel Delivery -Features and Costs of Pelleting Compared to Conventional Systems. - In: Proceedings of the International Conference "Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry, Braunschweig, 22-28 June 1997, London: James & James Publishers, 1997 (im Druck).

*Hartmann, H.; Thuncke, K.:*

Ernte von Kurzumtriebsplantagen - Maschinenerprobung und Modellbetrachtungen. Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan, Freising: Selbstverlag, 1997, 98 S. (Landtechnik Bericht 29).

*Hartmann, H.; Madeker, U.:*

Der Handel mit biogenen Festbrennstoffen - Anbieter, Absatzmengen, Qualitäten, Service, Preise. Hrsg: Landtechnik Weihenstephan, Freising: Selbstverlag, 1997, 65 S. (Landtechnik Bericht 28).

*Hartmann, H.; Mayer, B.:*

Rekultivierung von Kurzumtriebsplantagen. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 1, S. 26-27.

*Hartmann, H.; Thuncke, K.; Mayer, B.:*

Ernte und Rekultivierung von Kurzumtriebsplantagen für die Brennstoffgewinnung - Praxiserprobung und Verfahrenvergleich. In: Tagungsband Landtechnik 1996, Berlin, 10.-11. Okt. 1996, Hrsg.: VDI-Gesellschaft Agrartechnik u.a., Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996, VDI-Berichte 1297, S. 143-146.

*Hartmann, H.; Strehler, A.; Madeker, U.; Maier, L.:*

Biogene Festbrennstoffe und deren Nutzung in Feuerungsanlagen bis 1 MW Nennleistung - Verfahrenstechniken, Markt Betrachtungen, Brennstoffhandel und Kosten. Hrsg.: Bayerwerk AG, München: Selbstverlag, 1997, 155 S.

*Hartmann, H.:*

Der Biomassemarkt heute - Marktanteile, Preise, Anbieter. - In: Biomasse zur Wärme- und Stromversorgung im kommunalen Umfeld, Tagung Leipzig, 3.-5. März 1997. Hrsg.: Forum für Zukunftenergie e.V., Bonn: Selbstverlag, 1997, S. 30-43.

*Hartmann, H.; Thuncke, K.:*

Erntemaschinen für Kurzumtriebsplantagen. - In: Energiepflanzen 1997, Nr. 3, S.26-29.

*Hartmann, H.:*

Bereitstellungsketten für Halmgutbrennstoffe. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 3, S. 138-139.

*Hartmann, H.; Madeker, U.:*

Der Handel mit Holzbrennstoffen. - In: AFZ/Der Wald 52 (1997) Nr. 13, S. 703-705.

*Hartmann, H.; Lewandowski, I.:*

Herbaceous Biomass - Fuel Characteristics and Pretreatment. - In: Biomass Gasification and Pyrolysis - State of the Art and Future Prospects. Hrsg.: M. Kaltschmitt, M. und A.V. Bridgewater. Newbury (UK): CLP Scientific Limited, S. 79 - 88.

*Hartmann, H.:*

Brennstoffmerkmale und Möglichkeiten zur Qualitätsbeeinflussung. - In: Tagungsband Thermische Biomassenutzung - Technik und Realisierung. Internationale Tagung Energietechnik (GET), Salzburg, 23.-24. April 1997. Hrsg.: VDI-Gesellschaft Energietechnik, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1997, VDI-Berichte 1319, S.31-46.

*Helm, M.; Högl, D.; Gronauer, A.:*

Dynamik des Prozesses bei der Kompostierung von Bioabfällen. - In: Entsorgungspraxis 14 (1996) Nr. 5, S. 35 - 42.

*Hersener, J.-L.; Hartmann, H.:*

Bereitstellung von Halmgutbrennstoffen. - In: "Thermische Biomassenutzung - Technik und Realisierung". Internationale Tagung Energietechnik (GET), Salzburg, 23.-24. April 1997. Hrsg.: VDI-Gesellschaft Energietechnik, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1997, VDI-Berichte 1319, S.19-29.

*Kahlstatt, J.; Wendl, G.:*

Ergebnisse einer Praxisumfrage über Bau und Betrieb von Flachsiloanlagen in Bayern. - In: Schule und Beratung 1996, H. 12, S. III-1 - III-5.

*Kahlstatt, J.; Wendl, G.:*

Umweltgerechte Ausführung und Bewirtschaftung von Flachsiloanlagen. Hrsg.: Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München: Selbstverlag, 1997, S. 1 - 80 (Reihe "Gelbes Heft" Nr. 59).

*Kern, C.; Widmann, B.; Schön, H.; Maurer, K.; Wilharm, T.:*

Standardisierung von Pflanzenöl - Kraftstoff für pflanzenölaugliche Dieselmotoren. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 2, S. 68-69.

*Kern, Ch.; Wendl, G.:*

Tierkennzeichnung - Einsatz elektronischer Kennzeichnungssysteme in der intensiven und extensiven Rinderhaltung am Beispiel von Deutschland und Australien. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 3, S. 156 - 157.

*Klindtworth, M.; Wendl, G.; Pirkelmann, H.:*

Einsatz injizierbarer Transponder in der Rinderhaltung. Hrsg.: Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München: Selbstverlag, 1997, 86 S. (Reihe "Gelbes Heft" Nr. 58)

*Klindtworth, M.; Wendl, G.:*

Die elektronische Kennzeichnung von Rindern mit Injektaten - ein Vergleich verschiedener Injektionsorte unter Berücksichtigung verfahrenstechnischer Aspekte. - In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 3. Internationalen Tagung, Kiel, 11./12.03.1997. Hrsg.: Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, S. 307-315.

*Klindtworth, M.; Wendl, G.:*

Neue Wege bei der Tier-Identifizierung. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 187 (1997) Nr. 7, S. 29 - 30.

*Launhardt, T.; Strehler, A.; Thoma, H.; Vierle, O.:*

Entstehung von PCDD/F und PAK bei Holzfeuerungsanlagen für den Hausbrand. - In: Verbrennung und Feuerungen, 18. Deutsch-Niederländischer Flammentag, Delft/Holland, 28./29.08.1997. Hrsg.: VDI-Gesellschaft Energietechnik. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1997, S. 621 - 626. (VDI-Berichte; 1313)

*Meyer, J.:*

Der technische Fortschritt: Chancen und Risiken für Gartenbau und Umwelt. - In: Deutscher Gartenbau 51 (1996) Nr. 24, S.1338-1341.

*Meyer, J.:*

Gemüsebau ohne Chemie. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 187 (1997) Nr. 31, S. 34.

*Meyer, J. Weber, H.:*

Technische Voraussetzungen für die Durchführung einer berührungslosen, automatischen Geräteführung. - In: Innovative Verfahren der Unkrautregulierung. Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 1996, S. 71 - 75. (KTBL-Arbeitspapier 236)

*Meyer J.:*

Technische und ökonomische Rahmenbedingungen für ein Unkrautmanagement. - In: Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 3. - 4. März 1997, Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn. Berlin: Verlag Dr. Köster, 1997, S. 171 - 177.

*Mitterleitner, H.:*

Rundballenpressen - alles beim alten? - In: Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung 1997, Nr. 21, S. 12-15.

*Mitterleitner, H.:*

Rundballenpressen - alles beim alten? - In: Landwirtschaftsblatt Weser-Ems 1997, Nr. 21, S. 13-17.

*Mosebach, H.; Eisenmann, T.; Bittner, H.; Resch, M.; Müller, U.; Heise, H-M.; Depta, G.; Becher, S.; Gronauer, A.:*

Advantages of OP/FTIR Monitoring with High (at least 0,2 cm-1) Spectral Resolution: Theoretical Considerations and Relevant Experiments. - In: International Symposium on Optical Sensing for Environmental and Process Monitoring, Dallas, Nov.1996. Dallas (USA), S. 1-11.

*Nawroth, P.:*

Mechanische Unkrautregulierung mit einem Reihenmulchgerät. - In: Maisanbau 2000, Wissenschaftliches Fachkolloquium zur Emeritierung von Prof. Dr. M. Estler, Schloß Hohenkammer, 16./17.12.1996. Hrsg: Landtechnik Weißenstephan, Freising: Selbstverlag (im Druck).

*Neser, S.; Depta, G.; Gronauer, A.; Schön, H.:*

Stoffstrombilanzierung in der Legehennenhaltung. - In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Beiträge zur 3. Internationalen Tagung, Kiel, 11.-12. März 1997, Hrsg.: Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, S. 397-404.

*Neser, S.; Gronauer, A.:*

Emissionsraten diverser Schadgase aus der Legehennenhaltung - ein quantitativer Vergleich von drei Haltungssystemen. - In: Tagungsband des 109. VDLUFA-Kongresses Stoff- und Energiebilanzen in der Landwirtschaft, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 1997

*Ostermeier, R.; Auernhammer, H.; Weigel, R.:*

Untersuchungen zum BUS-Lastverhalten in einem LBS-Düngesystem mit Einbeziehung der Satellitenortung GPS. - In: Landtechnik 1996. Düsseldorf: VDI-Verlag 1996, VDI Berichte 1297, S. 55 - 60.

*Remmele, E.; Wanninger, K.; Widmann, B.A.; Schön, H.:*

Qualitätssicherung von Pflanzenölkraftstoffen - Analytik zur Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Pflanzenölen. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 1, S. 34-35.

*Remmele, E.; Widmann, B.:*

Pflanzenölsreinigung in dezentralen Anlagen. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 4, S. 194-195.

*Remmele, E.; Widmann, B.; Schön, H.; Wachs, B.:*

Hydrauliköle auf Rapsölbasis - Umweltverträglichkeit beim Einsatz in mobilen Aggregaten. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 3, S. 136-137.

*Remmele, E.; Widmann, B.A.:*

Umweltverträglichkeit von Hydraulikölen auf Rapsölbasis. - In: Innovation durch Kombination: Fette - Kohlenhydrate - Proteine. Tagungsband zur 51. DGF Jahrestagung, Bremen, 06.-08.10.1996. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaften, Frankfurt a. Main: DGF, 1996, S. 28-29.

*Reuß, M.; Beck, M.; Müller, J.P.:*

Design of a seasonal thermal energy storage in the ground. - In: Solar Energy 59 (1997), Nos. 4-6, pp. 247-257.

*Reuß, M.; Hainzmeier, F.; Schulz, H.:*

Solare Trocknung von Gülle. Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan. Freising: Selbstverlag, 1997, 176 S. (Forschungsbericht Heft 4)

*Reuß, M.; Rücker, G.; Schulz, H.:*

Solare Trocknung landwirtschaftlicher Produkte in Europa - Stand der Technik und Einschätzung des Potentials. Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan. Freising: Selbstverlag, 1997, 308 S. (Forschungsbericht Heft 3)

*Reuß, M.:*

Saisonal Speicherung von Wärme. - In: Tagungsband Solares Heizen, München 11.03.97. Hrsg.: DGS München. München: DGS Sonnenenergie Verlags GmbH, 1997, S. 40 - 52.

*Reuß, M.; Benkert, St.; Aeberhard, A.; Martina, P.; Rausch, G.; Rentzel, U.; Sorati, N.:*  
Modelling and Experimental Investigation of a Pilot Plant for solar Wood Drying.  
- In: Solar Energy Vol. 59 (1991), Nos. 4-6, pp. 259 - 270.

*Reuß, M.; Müller J.P.:*  
Design of a High Temperature Duct Storage for Industrial Waster Heat. - In:  
Tagungsband Megastock'97, The International Conference on Thermal Energy  
Storage, Sapporo (Japan), 18. - 21.07.97. Hrsg.: K. Ochifuji, K. Nagauo  
Hokkaido University. Vol. 1 (1997), pp. 133 - 138.

*Ringleb, A.; Englert, G.:*  
Produktionstechnische Alternativen bei der Herstellung von Wärmedämmstoffen  
aus Flachs. - In: Tagungsband "Erzeugung, Aufbereitung und Verarbeitung von  
Naturfasern für nichttextile Zwecke", Bonn, 06./07.08.1997. Hrsg.: Institut für  
Landtechnik der Universität Bonn. Bonn: Selbstverlag, 1997, S. 124-135.  
(VDI-Heft 22)

*Rittel, L.:*  
Bauen mit Rundholz - zweckmäßig. - In: Der Bergbauer 1996, Nr. 215, S. 8 - 9.

*Rittel, L.; Überbacher, W.:*  
Milchviehställe preiswert gebaut. - In: Der Südtiroler Bauer 1997, Nr. 1, S. 53.

*Rittel, L.:*  
Betriebsgebäude nach Maß. - In: Agrarfinanz 1996, Nr. 12, S. 4 - 6.

*Rittel, L.:*  
Dreh- und Angelpunkt, Konzept für einen großen Milchviehstall. - In: Bayer.  
Landw. Wochenblatt 187 (1997) Nr. 39, S. 32 - 34.

*Römer H.P.; Meyer, J.:*  
Single plant orientated process control in outdoor cropping. - In: Proceedings  
of the IFAC workshop on mathematical and control applications in agriculture  
and horticulture, Hannover (Germany). Hrsg.: Elsevier Science Ltd, The  
Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX51GB, UK. p. 199 - 202  
(Preprints).

*Schäfer, K., Steinecke, I., Reitebuch, O., Emeis, S., Depta, G., Nesper, S., Gronauer,  
A., Seedorf, J.; Hartung, J.:*  
Test von Ausbreitungsmodellen zur Emissionsratenbestimmung aus diffusen  
landwirtschaftlichen Quellen. - In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirt-  
schaftlichen Nutztierhaltung, Beiträge zur 3. Internationalen Tagung, Kiel,  
11.-12. März 1997, Hrsg.: Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, S. 414-421.

*Schäfer, K.; Sussmann, R.; Trickl, T.; Reitebuch, O.; Hoehstetter, K.; Emeis, S.;  
Steinecke, I.; Depta, G.; Gronauer, A.; Nesper, S.; Becher, S.; Seedorf, J.; Hartung, J.:*  
Measuring the emissions of trace compounds from a livestock building. - In:  
Proceedings of EnviroSense'97, European Symposium on Environmental  
Sensing III, 16-20 June 1997, München. Hrsg.: Schäfer, K.; Milton, M.;  
Russwurm, G.; Woods, P-T., München, pp. 3111-3119.

*Schäfer, K.; Heland, J.; Sußmann, R.; Haus, R.; Mosebach, H.; Eisenmann, T.; Gronauer, A.; Depta, G.; Werner, C.:*

FTIR-Spektroskopie zur Bestimmung der Emissionsquellen von atmosphärischen Spurengasen: Beispiele von Messungen an Schornsteinen und Flugzeugturbinen, bei der Gülleausbringung, an Ställen und Kompostanlagen. - In: VDI-Berichte 1257. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996, S. 257-289.

*Schattner-Schmidt, S.; Gronauer, A.; Honold C.-U.; Stanzel, H.; Schön, H.:*

Überprüfung computergestützter, bodennaher Flüssigmistausbringsysteme hinsichtlich ihrer Längs- und Querverteilung. - In: Umweltverträgliche Gülleaufbereitung, Statusseminar zum gleichnamigen Förderschwerpunkt, Braunschweig, 14.-16.05.97. Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 1997, S. 163 - 170 (KTBL-Arbeitspapier 242)

*Schattner-Schmidt, S.; Gronauer, A.; Honold C.-U.; Stanzel, H.; Schön, H.:*

Überprüfung computergestützter, bodennaher Flüssigmistausbringsysteme hinsichtlich ihrer Längs- und Querverteilung. - In: Beiträge zur 3. internationalen Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Kiel, 11./12.03.97. Hrsg.: Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 1997, S. 316-324.

*Schön, H.:*

Neue Aufgaben der Forschung in der Landtechnik und im landwirtschaftlichen Bauwesen - Folgerungen für das KTBL. - In: Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen. Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 1996, S. 10 - 15 (KTBL-Arbeitspapier 233)

*Schön, H.; Heißenhuber, A.:*

Visionen der Kulturlandschaft. Hrsg.: TUM, Zentralinstitut für Raumplanung und Umweltforschung, München, 1996, Arbeitsmaterialien 6, S. 7 -23.

*Schön, H.:*

Landwirte als Dienstleister. - In: Landwirte als Dienstleister. Tagungsband zur Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan. Hrsg.: G. Wendl. Freising: 1996, S. 9 - 12 (Landtechnik-Schrift 6)

*Schön, H.:*

Trends in Development and Trade of Agricultural Mechanization in Germany. - In: Trends in the Development and Usage of Agricultural Mechanization. Brno: BBV, 1997, S. 62 - 68.

*Schön, H.; Wendl, G.; Pirkelmann, H.:*

Automatische Melksysteme - Auswirkungen auf Arbeitsorganisation und Stallbau. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 187 (1997) Nr. 17, S. 43 - 45.

*Schön, H.:*

Perspektiven im Forschungsbereich Agrartechnik - universitäre Forschung. - In: agrarspektrum, Bd. 26, Agrarforschung quo vadis? Hrsg.: Dachverband Wiss. Gesellschaften der Agrarforschung, Frankfurt, 1997, DLG-Verlag, S. 89 - 104.

*Schön, H.:*

Tendenzen künftiger Landbewirtschaftung aus der Sicht des "technischen Fortschrittes". - In: Bodenordnung und Landentwicklung. Hrsg.: K. Schnädelbach, 1997, H. 18, S. 165 - 174.

*Schön, H.:*

Der Maschinenring von der organisierten Nachbarschaftshilfe zum ländlichen Dienstleistungsunternehmen. - In: Tagungsband zum Tag der Maschinenringe 1996 in Coswig/Sachsen, S. 29 - 56.

*Schön, H.:*

Entwicklungstendenzen in Bau und Technik der Tierhaltung. - In: Festschrift "30 Jahre Baulehrschau Grub". Hrsg.: Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1996, S. 25 - 46.

*Schön, H.:*

Wettbewerbsfähige und umweltgerechte Landwirtschaft durch neue Technik: - In: Innovative Landwirtschaft. Hrsg.: Deutsche Ges. f. Agrar- u. Umweltpolitik 1996, Nr. 31, S. 31 - 54.

*Schön, H.; Wendl, G.; Pirkelmann, H.:*

"Robbi" wird kommen - Entwicklungen aufmerksam verfolgen. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 187 (1997) H. 7, S. 43 - 45.

*Schuch, S.; Haidn, B.:*

Sauen im Wartestall - Systemvergleich von Gruppenhaltungsverfahren. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 5, S. 2 - 3.

*Schurig, M.; Rödel, G.; Wild, K.:*

Häcksellängenbestimmung bei Silomais. - In: Maisanbau 2000, Wissenschaftliches Fachkolloquium zur Emeritierung von Prof. Dr. M. Estler, Schloß Hohenkammer, 16./17.12.1996. Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan, Freising: Selbstverlag, 1997 (im Druck)

*Schurig, M.:*

Körnernachzerkleinerung im Feldhäcksler und Einflüsse auf die Futterverwertung. - In: Mais 25 (1997) Nr. 4, S. 1 - 2.

*Schürzinger, H.; Haidn, B.:*

Strohballen: So klappt das Auflösen und Verteilen. - In: Top Spezial 1997, Nr. 5, S. 28 - 32.

*Stegbauer, B.:*

Eignungstest verschiedener Ammoniakmeßgeräte auf ihre Einsatztauglichkeit für Langzeitmessungen in Ställen. - In: Landtechnik 52 (1997), Nr. 4, S. 215.

*Strehler, A.:*

Energiepflanzen zur Wärme- und Stromerzeugung in Kommunen. - In: Biomasse zur Wärme- und Stromerzeugung im Kommunalen Umfeld, Leipzig, 3.-5. März 1997, Hrsg.: Forum für Zukunftsenergien, Bonn, Schriftenreihe: Forum für Zukunftsenergien, Band 42, 1997, S. 209-224.

*Strehler, A.:*

Stand der Technik bei Holzfeuerungsanlagen bis 100 kW unter besonderer Berücksichtigung des Emissionsverhaltens und der Wirtschaftlichkeit. - In: Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe; 3. internationale Fachtagung, Freiberg, 10.-12. Sept. 1997. Hrsg.: TU Freiberg, S. 102-107.

*Strehler, A.:*

Kleinanlagen zur Wärmegewinnung. - In: Biomasse - nachwachsende Energie aus Land- und Forstwirtschaft. Hrsg.: CMA Bonn, 2. Auflage 1997, S. 36-41.

*Strehler, A.:*

Potential und Stand der Anwendung und Technik zur Energiegewinnung aus Biomasse. - In: Kraft-Wärme-Kopplung und Biomasse, Oberhausen 28.-29.08.1996. Hrsg.: Umsicht, Oberhausen 10/1997, S. 93-126.

*Strehler, A.:*

Heizen mit modernen Holzöfen. - In: Top agrar, Forstmagazin 1996, Nr. 10, S. 20-23.

*Weber, H., Meyer, J.:*

Neue Entwicklung: Die Weihenstephaner Trennhacke. - In: bio-land Fachzeitschrift für den ökologischen Landbau 1997, H. 1, S. 21.

*Weber, H.:*

Mechanische Beikrautregulierung: aktuelle Verfahren und eine Neuentwicklung. - In: Ökologie & Landbau Zeitschrift für ökologische Agrarkultur 1997, Heft 2, S. 10-13.

*Wendl, G.; Klindtworth M.:*

Electronic cattle identification with ruminal and injectable transponders. - In: Book of Abstracts of the 48th Annual Meeting of the European Association of Animal Production, Vienna, 25 - 28 August 1997. Hrsg.: J.A.M. van Arendonk et al. Wageningen: Wageningen Pers, 1997, S. 285.

*Wendl, G.; Schön, H.:*

Technik in der Rinderhaltung. - In: Jahrbuch Agrartechnik. Hrsg.: J. Matthies u.a. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1997, S. 201 - 208. (Band 9)

*Wendl, G.; Klindtworth, M.; Klindtworth, K.:*

Elektronische Tiererkennung mit injizierbaren Transpondern und Pansenboli beim Rind. 48th Annual Meeting of the European Association of Animal Production, Vienna, 25 - 28 August 1995. Paper-no. C5.8, 12 S.

*Wendl, G. (Hrsg.):*

Landwirte als Dienstleister - Chancen und Grenzen für Einkommensalternativen. Tagungsband zur Landtechnischen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan, Herrsching, 12.11.1996. Freising: Selbstverlag, 1996, 171 S. (Landtechnik-Schrift 6).

**Wendl, G.; Klindtworth, Kl.:**

Einsatz von elektronischen Schrittzählern (Pedometer) zur Brunsterkennung bei Milchkühen. - In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 3. internationalen Tagung 1997, Kiel, 11. - 12. März 1996. Hrsg: Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 1997, S. 335 - 343.

**Wendl, G.; Klindtworth, K.:**

Körpertemperaturmessung mit injizierten Transpondern in der Rinderhaltung. - In: Insentec News, 1996-11.

**Wendl, G.; Klindtworth, Kl.:**

Injektate mit Temperatursensoren - Ein weiterer Schritt in der Tierüberwachung. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 4, S. 202 - 203.

**Widmann, B.A.:**

Pflanzenölgewinnung in dezentralen Anlagen. - In: Landwirte als Dienstleister - Chancen und Grenzen für Einkommensalternativen. Tagungsband zur Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan. Hrsg.: G. Wendl. Freising: Selbstverlag, 1996, S. 97-125. (Landtechnik-Schrift 6)

**Widmann, B.; Maier, L.; Zeitler, E.; Gaede, W.; Ruhe, F.:**

Technische Tauglichkeit von Hydraulikölen auf Rapsölbasis in Landmaschinen - Ergebnisse eines sechsjährigen Feldversuchs. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 2, S. 66-67.

**Widmann, B.A.; Kern, C.:**

Standardisierung von Rapsöl als Kraftstoff für pflanzenöлтаugliche Motoren.- In: Mitteilungen der Vereinigung Weihenstephaner Universitätsabsolventen 1996, Nr. 81, S. 28.

**Wild, K., Rödel, G., Schurig, M.:**

Bodenbeprobung mit Bohrschecke, GPS-Ortung und Schnellbestimmung von Nitratstickstoff. - In: VDI-Berichte 1297: Landtechnik 1996, Düsseldorf: VDI Verlag 1996, S. 181 - 184.

**Wild, K., Auernhammer, H. :**

Dynamic weighing in a round baler for local yield measurement. ASAE Annual International Meeting, Minneapolis, Minnesota, 10. - 14.08.97. Paper-No. 971055

**Wild, K.:**

SATAZA - ein Softwaretool zur Analyse und Visualisierung von GPS-erfaßten Maschineneinsätzen und Arbeitszeiten bei Feldarbeiten. - In: Berichte der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, Band 10: Referate der 18. GIL-Jahrestagung in Hohenheim, Stuttgart 1997. Hrsg.: R. Doluschitz und C. Noell, GIL 1997, S. 179-182.

**Wild, K., Rödel, G., Schurig, M.:**

GPS based soil sampling with an auger and field analysis of nitrate. - In: Precision Agriculture '97, Volume I: Spatial Variability in Soil and Crop. Hrsg.: John V. Stafford. Oxford: BIOS Scientific Publishers 1997, S. 205-210.

*Wild, K.; Schurig, M.; Rödel, G.:*

Der Zigarettenanzünder zum Bodenprobenziehen. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 187 (1997) Nr. 5, S. 34 - 36.

*Wild, K.:*

Making tractor tracks. - In: GPS World 8 (1997) Nr. 8, S. 33.

*Wild, K.; Schurig, M.; Rödel, G.:*

A new system for soil sampling and fast analysis of nitrate. ASAE Annual International Meeting, Minneapolis, Minnesota, 10. - 14.08.97. Paper-No. 975070

*Wild, K.; Schurig, M.; Rödel, G.:*

Bodenbeprobung: Automatisierung mit GPS-Unterstützung und Nitrat-N-Schnellbestimmung. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 3, S. 122 - 123.

*Zeisig, H.D.:*

Biofilter - Technische Anforderungen und Optimierung des Betriebes. - In: Referateband zur Tagung "Möglichkeiten der Emissionsminderung im Bereich Intensivtierhaltung", Wackersdorf, 1.11.96, Hrsg: Bayer. Landesamt für Umweltschutz, München 1996, S. 65- 70.



**Anzahl der gehaltenen Vorträge 1996/97 (1.10.1996 - 30.09.1997)**

Autor	Inland	Coautor Inland	Ausland	Coautor Ausland
Auernhammer	14	3	5	3
Beck	1			
Behninger	5			
Bertram	1			
Demmel	6			1
Depta	3	9		1
Englert		3		
Fröhlich	1			
Gronauer	5	15	2	3
Haidn	7	2	2	
Hartmann, H.	4	1	1	1
Klindtworth, M.	2		1	
Klindtworth, K.		2		1
Kramer	1			
Launhardt			1	
Meyer	6	2		
Nawroth	1			
Neser	2	6	1	3
Reuß	5		2	
Rittel	8	5	2	1
Römer	1			
Schattner	2	4		
Schön	17	1	6	
Schurig	2		1	
Spieß	1			
Stegbauer	1			
Strehler	27	1		
Wendl	5	3		1
Widmann	5			
Wild	4	2	2	1
Yang	1			
Zeisig	2			
Vorträge gesamt	140		26	

## **Auszeichnungen, Ehrungen 1996/97**

- Willma Mayer** Verleihung des Max-Eyth-Nachwuchsförderungspreises für herausragende Leistungen im Universitätsbereich "Agrarwissenschaften", 1997
- Barbara Stegbauer** Verleihung des Max-Eyth-Nachwuchsförderungspreises für herausragende Leistungen im Universitätsbereich "Agrarwissenschaften", 1997
- Dr. B. Widmann** Verleihung des Dr. Heinrich-Baur-Förderpreises 1997
- Karl Wild** 2. Platz bei der Softwareprämierung der Deutschen Gesellschaft für Informatik in der Landwirtschaft (Kategorie Forschungsarbeiten)

## **Dissertationen 1996/97**

*Demmel, M.:*

Analytische und modellhafte Ableitung der Anforderungen an Schlepperkonzepte für Pflege- und Verteilarbeiten.

## **Diplomarbeiten 1996/97:**

*Bauereisen, W.:*

Möglichkeiten des stufenlosen Fahrtriebes im Ackerschlepper.

*Eggenmüller, M.:*

Ermittlung des kumulierten Energieaufwandes und der Kostenstruktur einer Bioabfallvergärungsanlage (System BTA).

*Hutner, K.:*

Modell zur Ermittlung verfügbarer Witterungsfenster für die mechanische Unkrautregulierung im Gemüsebau.

*Kessler, C.:*

Bewertung von Verfahren der Unkrautregulierung.

*Lamprecht, H.:*

Baukostenerhebung und -analyse ausgewählter Milchviehlaufställe.

*Rast, A.:*

Einsatzmöglichkeiten der Direktsaat unter den klimatischen Gegebenheiten Bayerns.

*Schätzl, D.:*

Teilautomatisierung des Melkvorgangs - Stand der Technik -

*Schauff, D.:*

Temperaturen und Temperaturgradienten in Containern aus verschiedenen Materialien.

*Scholz, S.:*

Stoffumsatz bei der Kompostierung - Vergleich zweier Umsetzintervalle im Hinblick auf Emissionen und klimarelevante Gase.

*Stegbauer, B.:*

Eignungstest verschiedener Ammoniakmeßgeräte auf ihre Einsatztauglichkeit für Langzeitmessungen in Ställen.

## **In Zusammenarbeit mit anderen Instituten von der Landtechnik betreute Diplomarbeiten 1996/97**

*Grashey, S.:*

Erfolg von Aufklärungsmaßnahmen für private Haushalte zur Sammlung von Bioabfällen. LS Wirtschaftslehre des Haushalts

*Hainzlmeier, F.:*

Projektierung eines solarunterstützten Holztrockners mit TRNSYS. FH Regensburg, Fachbereich Maschinenbau, Studienschwerpunkt Energietechnik

*Kurzmann, R.:*

Durchführung und Auswertung von GPS-Messungen mit dem mobilen Datenerfassungs-Werkzeug CADCOS. Uni Münster

*Link, H.:*

Einflüsse auf die Bildung von polychlorierten Dibenzodioxinen und-furanen bei der Holzverbrennung in Kleinfeuerungsanlagen unter Berücksichtigung der festen Verbrennungsrückstände. FH München, Fachbereich Feinwerk- und Mikrowellentechnik/Physikalische Technik, Studienschwerpunkt Technischer Umweltschutz

*Niedermeier, H.:*

Technische und ökonomische Bewertung von Heizsystemen, Energiesparmaßnahmen und Einsatz erneuerbarer Energien. FH München, Fachbereich Physikalische Technik, Studienrichtung Technische Physik

*Peschel, E.:*

Untersuchungen zur Partikelemission bei der Verbrennung von biogenen Festbrennstoffen in einer Kleinfeuerungsanlage. FH München, Fachbereich Versorgungstechnik

*Rohwäder, G.:*

Betrieb und Nutzen einer solaren Trocknungsanlage für Rindergülle. FH Weihenstephan, Fachbereich Land- und Ernährungswirtschaft, Studiengang Landwirtschaft

*Schmid, Herbert:*

Technische Möglichkeiten und umweltrelevante Auswirkungen von Kombinationen zwischen Holz- und Gasfeuerungsanlagen. FH München, Fachbereich Versorgungstechnik

*Schwung, J.:*

Untersuchungen zur Emissionsentwicklung von organischen und anorganischen Chlorverbindungen bei der Verbrennung von biogenen Festbrennstoffen in einer Kleinfeuerungsanlage. FH München, Fachbereich Versorgungstechnik

*Spangler, A.:*

Videobasierte Geschwindigkeits- und Reinigungssteuerung bei einem selbstfahrenden Zuckerrübensvollernter. TU München, Lehrstuhl für Informatik

*Wächter, K.:*

Ganzheitliche Bilanzierung eines Systems zur Speicherung von Wärme. FH Würzburg-Schweinfurt-Aschaffenburg, Abteilung Schweinfurt, Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen

### **Projektarbeiten 1996/97**

*Borchert, A.; Haselhoff, H.; Reinhardt, G.; Schlag, K.:*

Entwicklung der Milchviehhaltung im Landkreis Tirschenreuth. Betreuung: Prof. Schön (Landtechnik), Prof. Heißenhuber (Wirtschaftslehre)

*Müller, M.; Barunke, A.; Büchner, H.:*

Vorgewendevernetzung in der Gemeinde Frauenberg, Landkreis Erding, als ökologische Form der Flächenstilllegung. Betreuung: Prof. Auernhammer (Landtechnik), Prof. Hoffmann (Betriebswirtschaft), Dr. Albrecht (Landespflege)

## Mitwirkung bei Veranstaltungen, Tagungen, Fachgesprächen und Kolloquien 1996/97

**3. Allgäuer Ausstellung für neue Umwelttechniken, Bereich Energie aus Biomasse**, Sontheim, 03. - 06.10.96  
Veranstalter: Renergie Allgäu e.V.

**Landtechnische Jahrestagung**, Herrsching, 11./12.11.96  
Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan

**EUROTier '96, Forum: Elektronische Tiererkennung beim Rind**, Hannover, 12.11.96  
Veranstalter: DLG

**Stallbau aktuell: Außenklimaställe für Zucht- und Mastschweine**, Freising/Weihenstephan, 11.12.96  
Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan

**Solare Trocknung von Gülle und Klärschlamm im kommunalen Bereich**, Freising/Weihenstephan, 19.12.96  
Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan, GRESP Ecorecycling

**Biomasse zur Wärme- und Stromversorgung im kommunalen Umfeld**, Leipzig, 03. - 05.03.97  
Veranstalter: Forum für Zukunftsenergien

**Stallbau aktuell: Außenklimaställe für Zucht- und Mastschweine**, Freising/Weihenstephan, 04.03.97  
Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan

**Landtechnik in der BR Deutschland**, Moskau, 08. - 16.03.97  
Veranstalter: Timirjasew Akademie

**Programmausschuß "Thermische Biomassenutzung - Technik und Realisierung"**, Salzburg, 23./24.04.97  
Veranstalter: VDI-Gesellschaft Energietechnik (GET)

**Fachgespräch anlässlich Studienaufenthalt für Bildungsfachleute aus Brasilien, Energie aus Biomasse**, Freising, 18.06.97  
Veranstalter: Kultusministerium München, Landtechnik Weihenstephan

**Frankenschau '97, Demonstration der elektronischen Tierkennzeichnung**, Nürnberg, 30.08. - 07.09.97  
Veranstalter: Stadt Nürnberg

**Landtechnische Forschung in den Alpenländern**, Freising/Weihenstephan, 16./17.09.97  
Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan

**Bundesvorführung "Kartoffelerntetechnik"**, Abenberg, 17.09.97  
Veranstalter: Amt für Landwirtschaft und Ernährung Roth

## **LTV-Arbeitskreise an der Landtechnik Weihenstephan 1996/97**

### **Arbeitskreis "Automatische Melksysteme"**

*Prof. H. Schön, Dr. G. Wendl, Dr. H. Pirkelmann (ALB Bayern)*

*Arbeitskreissitzungen: 28.02.97, 01.06.97, 25.09.97*

### **Arbeitskreis "Dezentrale Pflanzenölgewinnung"**

*Dr. B. Widmann, Dipl. Ing. agr. Ch. Kern, Dipl. Ing. agr. E. Remmele*

### **Arbeitskreis "Physikalische Verfahren der Unkrautregulierung"**

*Prof. J. Meyer, Dipl. Ing. agr. P. Hartmann*

## Mitarbeit von Mitarbeitern der Landtechnik Weihenstephan in nationalen und internationalen Gremien 1996/97

<u>Name</u>	<u>Organisation bzw. Arbeitsgruppe</u>
Auernhammer, H.	Mitglied im VDI/MEG-Arbeitskreis "Arbeitswissenschaft im Landbau (AKAL)"
	Mitglied im VDI/MEG-Arbeitskreis "Forschung und Lehre"
	Mitglied im MEG-Arbeitskreis "Nachwuchsförderung"
	Vorsitzender des DLG-Ausschusses "Arbeitswirtschaft und Prozeßtechnik"
	Mitglied in der KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Elektronik in der Landwirtschaft"
	Vorsitzender in der LAV-Normengruppe "Elektronische Schnittstelle"
	Vertreter der Bundesrepublik Deutschland im ISO-TC23/SC19 "Agricultural Electronics"
	Beauftragter des BML-Bonn in der Arbeitsgruppe "Deutscher Satelliten Navigationsplan (DSNP)"; zuständig für die Bereiche Land- und Forstwirtschaft, Bauwirtschaft und Bergbau
	Member of the Editorial Advisory Board "Computers and Electronics in Agriculture", Elseviers Science Publishers B.V. Amsterdam
	Chairman der EurAgEng SIG 16: Electronical Farm Communication
	Programmausschuß VDI/MEG
	Studienkommission der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau
Mitglied im Programmausschuß ZAI (Zeitschrift für Agrarinformatik)	
Beck, M.	DGS-Fachausschuß Thermie, AG 4 - Luftkollektoren
	Thermie Programme Action N° SE22, Solar drying of agricultural products in Europe

- Depta, G.                   KTBL-Arbeitsgruppe "Ammoniak - Meßtechnik"  
  
DIN-VDI-Arbeitsgruppe "Emissionsbestimmung bei diffusen Quellen" in der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)
- Estler, M.                 Vorstandsvorsitzender und Präsident des Deutschen Maiskomitees  
  
Leiter der Arbeitsgruppe "Technik" des Deutschen Maiskomitees  
  
Vorsitzender des DLG-Prüfungsausschusses "Einzelkornsämaschinen"  
  
Mitglied des DLG-Ausschusses "Technik in der pflanzlichen Produktion"  
  
Vorsitzender des KTBL-Hauptausschusses  
  
Mitglied des MEG-Arbeitskreises "Forschung und Lehre"
- Englert, G.               KTBL-Arbeitsgruppe "Ökologische Dämmstoffe"
- Gronauer, A.             VDI-MEG-AK: "Umwelt und Energie"  
  
KTBL-Arbeitsgruppe "Ammoniak - Meßtechnik"  
  
KTBL-Arbeitsgruppe "Kompostierungsverfahren"  
  
KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Umweltgerechte Reststoffverwertung"  
  
VDI-Arbeitsgruppe: "Biologische Abfallbehandlungsanlagen" 3475
- Haidn, B.                 KTBL-Arbeitsgruppe: Mastschweinehaltung  
  
ALB-Arbeitsausschuß  
  
DLG-Ausschuß: Technik in der tierischen Produktion
- Hartmann, H.            VDI Fachausschuß: Regenerative Energien (FaRe), Gesellschaft für Energietechnik (GET) im Verein Deutscher Ingenieure (VDI)  
  
KTBL-Arbeitsgemeinschaft: Energetische Nutzung von Biomasse  
  
Arbeitsgemeinschaft Solar - Technische Universität München-Weihenstephan (Arge-Solar)

- Launhardt, T. Gutachter bei Produktzertifizierungen durch die Zertifizierungsstelle des Zentralverbandes Sanitär - Heizung - Klima (SHK-Zert)
- Mitglied in der Arbeitsgruppe "Prüfverfahren Holzkessel" im Rahmen der CEN-Norm "Heizkessel für feste Brennstoffe"
- Mitglied im DIN-Arbeitsausschuß NMP 691/ AK2 "Briketts aus biogenem Material"
- Meyer, J. Redaktionsbeirat Gartenbauwissenschaft
- Vice Chairman of Commission Horticultural Engineering der International Society of Horticultural Science
- Chairman of working group "Mechanisation in Horticulture" of International Society of Horticultural Science
- Beirat der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG)
- Arbeitskreis Forschung und Lehre des VDI (VDI-MEG)
- Neser, S. KTBL-Arbeitsgruppe "Ammoniak - Meßtechnik"
- Remmele, E. Arbeitskreis Energie im BTQ
- Arbeitsgruppe "Umweltverträgliche Schmier- und Verfahrensstoffe" im TAT-Transferzentrum für angepaßte Technologien
- Reuß, M. VDI-Richtlinienausschuß der VDI 4060 "Thermische Nutzung des Untergrundes"
- Internationale Energie Agentur- IEA Annex VIII "Implementing of Underground Thermal Energy Storage"
- FAO-Arbeitsgruppe "Renewable Energies of the sustainable Rural Environment and Energy Network (SREN)"
- Rittel, L. Arbeitsgemeinschaft ländliches Bauen in Bayern (ALB)
- KTBL-Ad hoc - Gruppe EDV im Bauwesen
- KTBL-Arbeitsgemeinschaft Bau
- Schön, H. Stellv. Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates des Instituts für Agrartechnik in Bornim

Vorsitzender des Beirates der DEULA - Freising

Präsident des KTBL

KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Technik u. Bauwesen"

Mitglied des MEG-Arbeitskreises "Forschung und Lehre"

Vorsitzender des Verbandes Ehemaliger Weihenstephaner

Mitglied der Bayer. Akademie ländlicher Raum e.V.  
München

Mitglied des Fachbereichsrates für Landwirtschaft und  
Gartenbau Weihenstephan

Vorsitzender der Strukturkommission der Fakultät für  
Landwirtschaft und Gartenbau

Mitglied der Versammlung der TUM

Schulz, H.

Vizepräsident der Gesellschaft für Kunststoffe in der  
Landwirtschaft (GKL)

Vorsitzender der GKL-Sektion Bau und Technik

Vorsitzender des GKL-Arbeitskreises "Entsorgung und  
Recycling von Kunststoffen in der Landwirtschaft"

Vorsitzender des DLG-Prüfungsausschusses für Siloab-  
deckfolien

Mitarbeit im DLG-Prüfungsausschuß für Stallluft-Wärme-  
tauscher

Vorsitzender des Regionalverbandes Bayern der  
Deutschen Gesellschaft für Windenergie (DGW)

Mitglied der KTBL-Arbeitsgruppe "Cofermentation"

1. Vorsitzender des Fachverbandes Biogas

Fachverband Biogas: Mitarbeit im Ausschuß "Graskraft"

Schurig, M.

DLG-Ausschuß "Technik in der pflanzlichen Produktion"

DLG-Ausschuß "Futterkonservierung"

- Strehler, A. Forum für Zukunftsenergien  
Leitung Arbeitsgruppe "Biomasse"
- Solares Allgäu, Renergie Buchenberg  
Leitung Arbeitskreis "Biomasse"
- Wendl, G. Mitglied in der KTBL-Arbeitsgruppe "Logistik der Tier-  
identifikation"
- Mitglied in der ISO/TC23/SC19/WG23 Technical Working  
Group "Electronic Animal Identification"
- Task coordinator of EU-projekt "Coupling active and  
passive telemetric data collection..."
- Mitglied der EDV-Kommission und der Kommission zur  
Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses der  
Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau  
Weihenstephan
- Geschäftsführer des Landtechnischen Vereins in Bayern  
e.V.
- Widmann, B. Vorsitzender der KTBL-Arbeitsgruppe "Dezentrale Öl-  
saatenverarbeitung"
- Arbeitskreis Energie im BTQ
- Arbeitsgruppe "Umweltverträgliche Schmier- und Ver-  
fahrensstoffe" im TAT-Transferzentrum für angepaßte  
Technologien

## Mitwirkung bei Rundfunk- und Fernsehsendungen 1996/97

Auernhammer, H.:

Bayer. Fernsehen, 22.11.96, Unser Land, "Arbeitsplatz Schlepper".

Wendl, G.; Klindtworth, M.:

Bayer. Fernsehen, 14.02.97, Unser Land, "Fälschungssichere Tieridentifizierung mit Elektronik und Herkunftssicherung".

Wendl, G.:

ARD Fernsehen, 17.02.97, Plusminus news, "Elektronische Transponder für mehr Fälschungssicherheit".

Schön, H.:

Bayer. Rundfunk, 23.04.97, Landfunk, "Landwirte als Dienstleister".

Schön, H.:

Deutschlandfunk, 23.04.97, "Landwirte als Dienstleister".

Wendl, G.; Klindtworth, Kl.:

Bayer. Fernsehen, 23.05.97, Unser Land, "Computereinsatz in der Milchviehhaltung".

Schön, H.; Wendl, G.; Liebler, J.:

Bayer. Fernsehen, 06.06.97, Unser Land, "Melkroboter in der Milchviehhaltung".

Wendl, G.; Klindtworth, M.:

Vox, 28.06.97, Click- das Multimedia-Magazin, "Elektronik zur fälschungssicheren Tierkennzeichnung".

Wild, K.; Auernhammer, H.:

Vox, 28.06.97, Click- das Multimedia-Magazin, "GPS in der Landwirtschaft".

Haidn, B.:

Bayer. Rundfunk, 04.07.97, Landfunk, "Alternative Haltungformen für Mast-schweine".





