

**Aus dem Institut für Betriebstechnik und Bauforschung**

**Claus Sommer  
Franz-Josef Bockisch**

**Wie werden Milchkühe 2025 gehalten und gemolken?**

Manuskript, zu finden in [www.fal.de](http://www.fal.de)

Published in: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 242,  
pp. 59-72

**Braunschweig  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)  
2002**

## Wie werden Milchkühe 2025 gehalten und gemolken?

Claus Sommer und Franz-Josef Bockisch\*

### 1 Einleitung

Die Milchviehhaltung ist der wichtigste Erwerbszweig der tierhaltenden landwirtschaftlichen Betriebe. Die ökonomischen Rahmenbedingungen in den nächsten 20 Jahren werden für eine wettbewerbsfähige Milchviehhaltung im Haupterwerb zu größeren Tierbeständen führen (Abbildung 1).

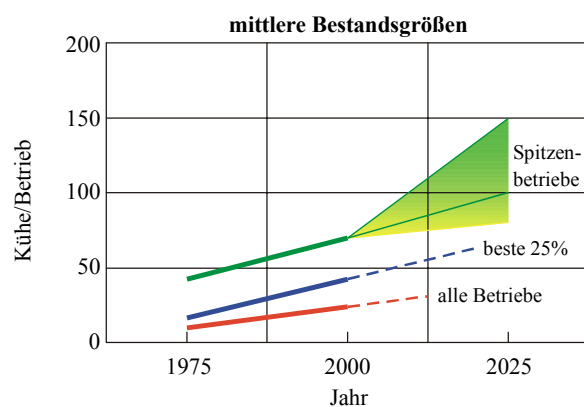


Abbildung 1  
Mittlere Bestandsgröße, bisherige Entwicklung und Prognose

Wenn entsprechend der Einschätzung bis 2025 mittlere Bestandsgrößen in Spitzenbetrieben bis 150 Milchkühe erreichen, sind mit Sicherheit darunter auch Betriebe mit 1.000 Kühen. Auch die mittlere Milchleistung pro Kuh wird weiter steigen (Abbildung 2). Sie beträgt heute im Schnitt aller Betriebe 6.050 kg/Kuh. Dabei werden von Spitzenbetrieben bereits >10.000 kg/Kuh erreicht mit Steigerungen von 100 bis 150 kg/Kuh und Jahr in den letzten Jahren. Werden ähnliche Zuwächse bis 2025 unterstellt, sind Milchleistungen >15.000 kg Milch/Kuh und Jahr vorstellbar.

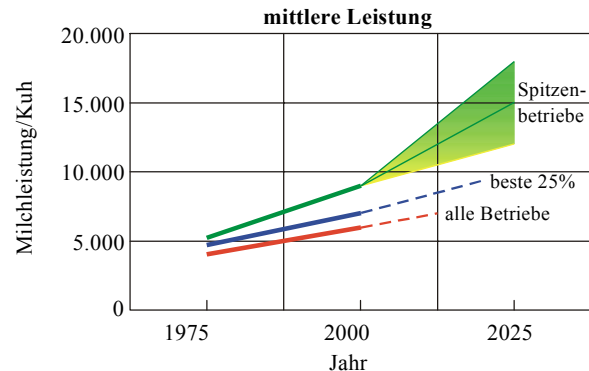


Abbildung 2  
Mittlere Milchleistung, bisherige Entwicklung und Prognose

Wie schnell allerdings eine Vorhersage auf der Basis bisheriger Entwicklungen Brüche aufweisen könnte, werden u. a. folgende offenen Fragen aufzeigen:

- Bleibt die Quote?
- Wird der Sommerweidegang als artgerechte Haltungsform zur Pflicht?
- Werden weitere Krankheiten und Seuchen die Tierbestände heimsuchen?
- Wird die Klontechnik Eingang finden?

In jedem Fall werden zunehmende Bestandsgrößen, ansteigende Milchleistungen, die weiter zunehmende Komplexität des Prozesses „Milchproduktion“ und die weitgefächerten Ansprüche der Gesellschaft an das Produkt „Milch“ sowie Tier- und Umweltschutz Haltung und Melktechnik auch bis 2025 beeinflussen.

Die Verfahrenstechnik hat geeignete Techniken und Haltungsverfahren weiterzuentwickeln, wobei folgende Anforderungen (Wendl et al., 2000) im Vordergrund stehen werden:

- Senkung der Stückkosten
- Verbesserung der Tierhygiene
- Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität
- Erfüllung steigender Anforderungen an Tier- und Umweltschutz
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen für den Landwirt.

\* Prof. Dr.-Ing. Claus Sommer und Prof. Dr. Franz-Josef Bockisch, Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. agr. R. Artmann, Dipl.-Ing. Architekt J. Gartung, Dr. agr. H. Georg, Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. J.-G. Krentler, Prof. Dr. D. Ordloff, Dr.-Ing. H. Sonnenberg, Dipl.-Ing. agr. K. Walter.

Diese Leitlinien bestimmen die Forschung im Institut für Betriebstechnik und Bauforschung. Einige Beispiele und Visionen zum Thema „Wie werden Milchkühe 2025 gehalten und gemolken?“ sind Gegenstand der folgenden Kapitel.

## 2 Beispiele mit Visionen

### 2.1 Steigerung der Grundfutterqualität (K. Walter)

Die Datenerhebung der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (Rinder-Report) und eigene Erhebungen (Walter et al., 1998) zeigen, dass die je Kuh eingesetzten Kraftfuttermengen in den letzten 25 Jahren nicht wesentlich gestiegen sind. Die Betriebe erzielten eine Leistungssteigerung von 50-150 kg Milch/Kuh und Jahr, das entspricht jährlichen Zuwachsraten von 1 bis 3 %.

Da sowohl die Qualität als auch die je Kuh verbrauchten Mengen an Kraftfutter sich nicht entscheidend verändert haben, kann davon ausgegangen werden, dass der Leistungszuwachs von 1.500 bis 3.500 kg Milch in den letzten beiden Jahrzehnten vorrangig mit Grundfutter erzielt worden ist.

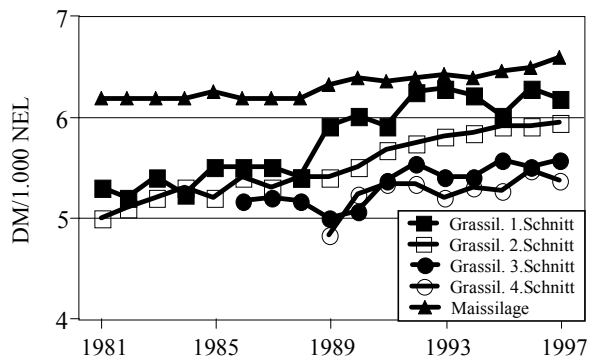


Abbildung 3  
Entwicklung der Energiekonzentration von Mais- und Grassilagen, Durchschnitt von 70 norddeutschen Betrieben (Walter et al., 1998)

Der Grundfuttereinsatz dagegen hat sich grundlegend umstrukturiert. In den analysierten norddeutschen Betrieben haben selbsterzeugte Futtermittel mit geringem Energiegehalt wie Zwischenfrüchte, Zuckerrübenblattsilage, Heu und Stroh ihre Bedeutung verloren. Nicht zuletzt wegen ihrer hohen Energie- und Nährstoffkonzentration dominieren Frischgras, Gras- und Maissilage. Aber auch diese Futtermittel haben sich in den letzten 25 Jahren verändert.

Fortschritte bei der Bewirtschaftung des Grünlandes, wie eine geringere aber dafür optimal angepasste Düngung und ein auf die Erzeugung von hohen

Grundfutterqualitäten ausgerichtetes Management, hatten zur Folge, dass Frischgras und Grassilagen besser an die Ansprüche der Hochleistungskühe angepasst werden konnten. Der NEL-Gehalt der Grassilagen (Mittel der ersten Schnitte) ist von 5,5 auf 6,3 MJ NEL je kg Trockensubstanz gestiegen (Abbildung 2).

Beim Silomais sind ähnliche Tendenzen festzustellen, da auch bei dieser Futterpflanze der Düngereinsatz reduziert werden konnte. Durch Anbau leistungsfähigerer Sorten, Optimierung von Düngermenge und Ausbringungszeiten, Verbesserungen bei Saat, Pflege und Ernte konnte die Energiekonzentration der Maissilage von 6,2 auf 6,6 MJ NEL gesteigert werden (Walter et al., 1998).

### Idee und Grundlage der Vision

Sollte sich diese Entwicklung fortsetzen lassen, könnten Gras- und Maissilagen mit mindestens 7 bis 7,5 MJ NEL erzielt werden. Derartig hohe Energiekonzentrationen bedeuten, dass das zukünftig produzierte Grundfutter die Nährstoffgehalte von Kraftfutter erreicht. Die heute mit Kraftfutter erzielten Leistungen könnten dann allein mit wirtschaftseigenem Grundfutter „erfüllt“ werden. Bei Verzicht auf Kraftfutter würden sich die herkömmlich wirtschaftenden Betriebe den ökologisch orientierten Betrieben annähern. Das Rind könnte wieder seinen ursprünglichen Platz als Veredler rohfaserhaltiger Pflanzen einnehmen, die für den menschlichen Konsum ungeeignet sind. Werden Rationen mit derart hohen Grundfutterqualitäten auch weiterhin durch Kraftfutter ergänzt, könnten Leistungen von 15.000 kg Milch pro Kuh erreicht werden.

Eine Milchviehhaltung ohne Kraftfutter kann auf die Technik zur Lagerung, Förderung und Zuteilung von Kraftfutter verzichten. Das würde den Investitionsbedarf und die laufenden Kosten spürbar mindern. Die bisher erforderlichen baulichen Voraussetzungen wie Kraftfutterlager, Fressbox etc. wären nicht (mehr) erforderlich. Einfachere bauliche Konzepte führen zu geringerem Investitionsvolumen.

Diesen Einsparungen stehen wahrscheinlich aufwändigere Techniken zur Grassilagebereitung, -lagerung und -vorlage gegenüber. Schon heute werden vereinzelt sowohl bei Gras- als auch Maissilagen „Traumwerte“ von 6,8 bis 7 MJ NEL/kg TS erreicht. Die deutlich abfallenden Qualitäten der späteren Grassilageschnitte mindern das Durchschnittsergebnis. Die Technik und das „Know-how“ sind weiter zu entwickeln, um derartige Qualitäten sicher erzielen zu können.

Dabei könnte insbesondere der Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes vor Ort und in „Echtzeit“ große Bedeutung bei der Lösung dieser Aufgabe zukommen (Paul et al., 2000). Derartige Möglichkeiten würden optimale Erntezeitpunkte und -dauer präzisieren. In Kombination mit einer adäquaten Technik für Ernte, Transport, Silierung und letztlich der Futtervorlage sind verlustarme Verfahren möglich. Derart auf den Verwendungszweck abgestimmte Verfahren sind heute schon bei der Ernte von Obst, Gemüse, Heilpflanzen usw. selbstverständlich. Mit der Eingrenzung der verfügbaren Erntezeit sind an die Schlagkraft deutlich höhere Anforderungen zu stellen als bisher.

### *Einschätzung der Vision*

Um die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe nicht zu gefährden, dürfen die Kosten solcher Ernteverfahren nicht oder nur unwesentlich steigen. Das setzt voraus, dass derart hochentwickelte Verfahren zur Grundfütterernte mehr als bisher von Spezialisten gestützt und auf überbetrieblicher Ebene organisiert werden müssen, wie etwa bei der Zuckerrübenerte.

Die Konzepte zur Schnellanalyse sollten bis zur „Praxisreife“ weiterentwickelt werden. Das Ernteverfahren ist stärker als bisher auf die Erzeugung höchster Qualitäten auszurichten. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob Zusätze zur Silage die Verluste mindern, die Qualität steigern und die Haltbarkeit sichern können.

## 2.2 Tierhaltung auf Einstreu (H. Sonnenberg)

Ob die Ställe der nächsten Generation für die Jung- und Milchviehhaltung mit Einstreu betrieben werden, hängt nicht nur von der Beantwortung der Frage ab, ob und in welcher Art das Tier Einstreu benötigt, sondern stärker vom politischen Willen und den Anforderungen seitens der Verbraucher. Eine zusätzliche Frage ist, bei welchen Haltungsverfahren die Umwelt so wenig wie möglich belastet wird.

Da Tierschutz die Haltungsform auf Einstreu präferieren könnte und die Rückführung des „guten alten Festmistes“ in den Boden dessen nachhaltige Fruchtbarkeit fördert, werden derzeit Anstrengungen unternommen, die gesamte Stroh-Festmist-Kette hinsichtlich Funktionalität und Effektivität zu verbessern (Sonnenberg et al., 2000). Schließlich beeinträchtigen gegenüber der Güllewirtschaft die Kosten für Beschaffung, Lagerung und Handhabung von Stroh sowie ein damit verbundener Anteil an Handarbeit die Wirtschaftlichkeit des Systems

„Einstreu“. Auch sind Staubemissionen beim Einstreuen als Belastung zu sehen.

### *Idee und Grundlage der Vision*

#### *Einstreu-Bereitstellung:*

Die *Ernte* erfolgt durch Mähdrescher, die zunehmend mit Dresch-Schüttler-Systemen (Tangentialdreschwerk) ausgerüstet sind, welche das Stroh stärker beanspruchen. Zur *Bergung* des Strohs werden überwiegend Quaderballen-Pressen eingesetzt. Die *Lagerung* erfolgt in Stallnähe, auch außerhalb des Stalles unter einer Plane oder Überdachung.

Zur Einstreu-Vorlage finden einfache, selbstfahrende, kleinbauende und damit stallgerechte Ballen-Auflösegeräte ohne besonderen Zerkleinerungsmechanismus Verwendung, da das Stroh gegebenenfalls bereits von einem mit Tangentialdreschwerk ausgerüsteten Mähdrescher genügend zerkleinert oder von dem Schneidwerk der Ballenpresse klein geschnitten wurde.

Um Staubemissionen zu verringern, erfolgt der Auswurf mit einem möglichst langsam laufenden Wurfband oder Wurfband, erforderlichenfalls mit zusätzlicher Sprüheinrichtung für Wasser, dem auch ein Mittel zur Neutralisation von Pilzsporen beigegeben sein kann. Alternativ könnte die Zerkleinerung auch außerhalb des Stalles in einem geschlossenen Raum mit Staubabscheidung stattfinden und der Transport zu den Boxen per fest installiertem Rohrkettenförderer, geschlossenem Förderband oder Schnecke erfolgen.

#### *Stallsystem:*

Bevorzugt werden Außenklima- bzw. Offentfrontställe, zugluftgeschützt und ausreichend belichtet, mit gut isoliertem Liegebereich. Es sind vorrangig Liegeboxenlaufställe mit Festmist, Stroh-Einstreu um 3 kg/(GV•d), oder mit Flüssigmist und synthetischen Matten oder Stroheinstreu von <1 kg/(GV•d). Des Weiteren können auch Tretmistställe (Schrägboden-Ställe) mit Stroheinstreu um 3 kg/(GV•d) und immer noch Tiefmistställe mit Stroheinstreu, Strohbedarf (statt früher 5 bis 12) um 3,5 kg/(GV•d) in Betracht kommen.

*Ökologie* und *Ethologie* gewinnen an Bedeutung. Die Kuh ist ein Herdentier; deshalb bietet sich die Gemeinschaftshaltung im Laufstall an, die soziale Kontakte und Gruppenbildung ermöglicht. Die Haltung auf Stroh wird als tiergerecht anerkannt. Der entstehende Festmist fördert die Bodenfruchtbarkeit und schließt den Naturkreislauf.

Die *Wirtschaftlichkeit* eingestreuter Systeme nähert sich der von Gülle-Systemen. Fallen die

Betriebskosten höher aus, so werden zunächst geringere Investitionskosten benötigt.

Mit eigenen Versuchen konnte nachgewiesen werden, dass sich in modernen Mehrflächen-Ställen auch der Strohbedarf zum Einstreuen verringern lässt. Abbildung 4 zeigt die erforderlichen Einstreumengen unterschiedlich aufbereiteten Weizenstrohs für Jungrinder in einem Zweiflächen-Tiefmiststall.

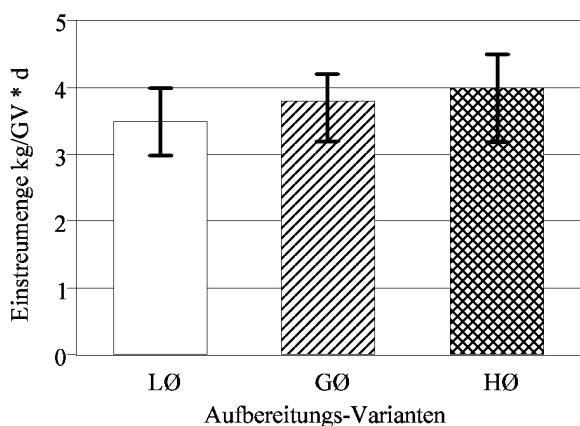


Abbildung 4  
Durchschnittliche Stroheinstreubedarfe für Jungrinder in einem Zweiflächen-Tiefmiststall aus fünf Versuchsjahren der Aufbereitungsvarianten (Sonnenberg, 2002), (LØ = Langstroh aus Rundballen; GØ = Stroh aus Ballenpressen mit Schneidwerk; HØ = mit Häckslern bzw. Einstreugeräten aufbereitetes Stroh)

Untermauert wird die Vision auch durch die Absatzentwicklung von Mähdreschern mit Tangential- bzw. Hybriddreschwerk. Nach Einsätzen in Deutschland mit Beginn der 90er Jahre könnten sie heute bereits über einen Anteil von 30 bis 40 % verfügen. Sie beanspruchen das Stroh so stark, dass es ggf. für Einstreuzwecke keiner weiteren Zerkleinerung bedarf.

Ähnlich wie seit den 70er Jahren die Rundballen-Pressen die Hochdruckballen-Pressen verdrängen, beginnen mit den 90er Jahren die Quaderballen- oder Großpacken-Pressen mehr und mehr die Arbeit der Rundballen-Pressen zu übernehmen. Heute dürften sich in Deutschland neben rund 1.600 Rundballen-Pressen bereits etwa 500 Quaderballen-Pressen im Einsatz befinden. Da letztere mit Durchsätzen von 30 bis 35 t/h gegenüber Rundballen-Pressen mit 15 bis 20 t/h ungefähr die zweifache Leistung erbringen, könnte ihr Anteil an der Gesamt-Bergeleistung schon mit bis zu einem Drittel eingeschätzt werden. Mit ihren – vornehmlich für die Silage-Bereitung nutzbaren – Schneidsystemen ist ebenfalls eine den Einstreuzwecken dienliche Zerkleinerung auf sehr einfache und wirtschaftliche Weise gegeben.

Die tendenzielle Entwicklung der Stallformen für die Milchviehhaltung weist aus ökologischen und ökonomischen Gründen schon heute auf Laufställe mit Liegeboxen hin, die bei gegebener Tiergerechtigkeit immer weniger Einstreu benötigen. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich dieser Trend fortsetzt.

### Einschätzung der Vision

Zunehmendes ökologisches und Gesundheitsbewusstsein der Bevölkerung haben zu einem Umdenken in der Agrarpolitik geführt (BMVEL, 2001). Die Art und Weise der Produktion von (Bio-) Nahrungsmitteln hat gegenüber dem Preis an Bedeutung gewonnen.

Mit Stroh eingestreute Haltungssysteme bieten sich als tiergerecht an. Sie werden vom Milchvieh bevorzugt. Stroh ist genügend verfügbar. Der damit verbundene Mehraufwand an Arbeit wird durch geringere Investitionskosten relativiert (Hilty et al., 2002). Der auf das Feld rückgeführte Festmist fördert die Bodenfruchtbarkeit und schließt den natürlichen, organischen Kreislauf.

Die für die Stroh-Festmist-Kette geeignete Technik befindet sich auf dem Wege der Anpassung. Der Trend zu entsprechenden Mehrflächen-Stallsystemen (Liegeboxenlaufstall) mit eingestreutem Liegebereich zeichnet sich bereits ab.

### 2.3 Umweltsichere Güllelagerung (J.-G. Krentler)

Auch in 2025 wird es Tierhaltung auf „Güllebasis“ geben. Weltweit gibt es viele Gesetze und Regelungen die Lagerung von Gülle, Mist und Silage betreffend. Fragen nach der technischen Sicherheit dieser Behälter entstanden in den späten 70er Jahren nach einigen wenigen, aber schweren Unfällen mit Güllebehältern aus Stahlbeton. Diese hatten zur Folge, dass sich die Genehmigungsverfahren zum Bau der Behälter sehr lang hinziehen, schwierig sind und oft von sehr vielen Fachbehörden begleitet werden, deren spezielle Forderungen als Auflage in die Baugenehmigung aufgenommen werden können.

Die mit Abstand wichtigste Frage der Genehmigungsbehörden heute ist, ob die Behälter „dicht“ im Sinne des Gesetzes sowie „sicher“ in bautechnischer Hinsicht sind. Hierfür fehlte bisher der Nachweis.

### Idee und Grundlage der Vision

Es wäre dringend erforderlich und wird international angestrebt, das Regelwerk zum Bau von Güllelagern, Festmist- und Silageanlagen zu vereinheitlichen. Diese „Vision“ gewinnt an Bedeutung durch das Hinzutreten neuer EU-Mitgliedsländer. Hierzu ist auf der Grundlage geeigneter Versuche ein Wissensfortschritt über das Verhalten von Beton beim Angriff durch Gülle zu erreichen. Es wird erwartet, dass damit die Genehmigungsverfahren

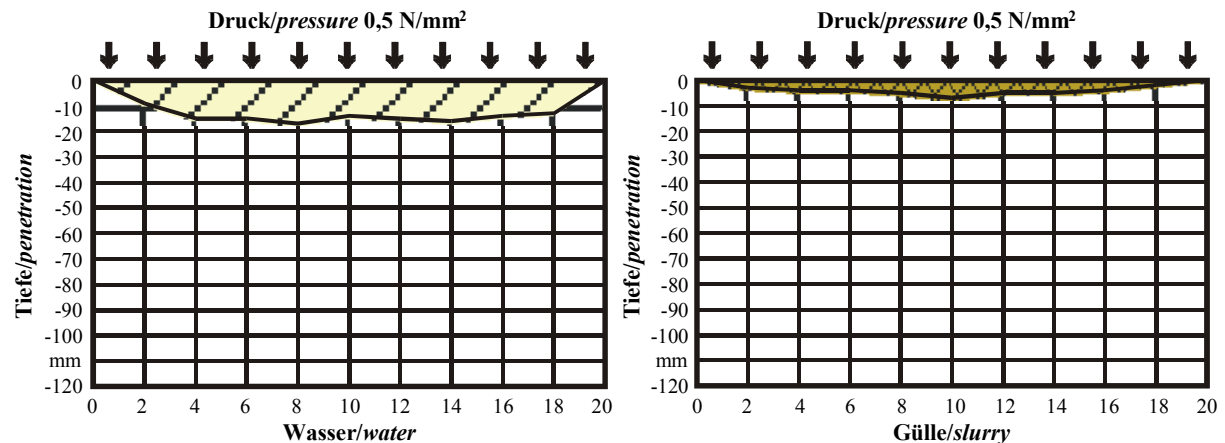


Abbildung 5 Untersuchungen zur Eindringtiefe von Wasser und Gülle in Beton unter Druck (Krentler, 1999)

Es zeigt sich, dass Wasser unter sonst gleichen Bedingungen im Mittel um den Faktor 2,4 tiefer eindringt, wobei die Eindringtiefe geringer als die Mindestüberdeckung der Bewehrung ausfiel. Damit ist bewiesen, dass nach den anerkannten Regeln hergestellte Betonbehälter „dicht“ im Sinne des Gesetzes sein können.

### Einschätzung der Vision

Weltweit besteht die Befürchtung, dass die Landwirtschaft, besonders durch Tierproduktion, zu Umweltschäden beitragen kann. So können Probleme auftreten, wenn Gülle zum falschen Zeitpunkt und in übergroßer Menge ausgebracht wird. Daher ist der Bau von Güllelagern unverzichtbar. Unter den vier konkurrierenden Materialien zum Bau von Güllelagern liegt in Deutschland der Beton vorn.

Wenn es gelingt, den oben verkürzt skizzierten Beleg zur „Dichtheit“ wie auch zur Dauerstandfestigkeit der Betonbehälter den Genehmigungsbehörden klar zu machen, dürfte sich der Bau neuer, moderner Güllelager einschließlich der zur Handhabung erforderlichen Technik beschleunigen. Bautechnisch sind die Probleme nämlich gelöst,

ganz erheblich verkürzt werden können sowie Baukosten einzusparen sind. Das gilt für alle Produktionsrichtungen unabhängig vom Gülle- bzw. Entmistungssystem.

In einer Versuchsreihe wurden Einpressversuche mit Gülle bzw. Wasser bei konstantem Druck in Betonprobekörper der Güteklasse B25 und B35 unternommen (Abbildung 5).

und es besteht von daher keine Veranlassung zu den üblichen langen Genehmigungsverfahren.

### 2.4 Weidehaltung (H. Georg)

Milchkühe werden in Deutschland in immer größerer Zahl ganzjährig im Stall gehalten. Die Gründe sind vor allem in der Arbeitswirtschaft (große Herden) und der Fütterung (höhere Effizienz) zu suchen. Die ganzjährige Stallhaltung kann aber in vielen Fällen dazu führen, dass verstärkt Probleme mit der Gesundheit der Tiere auftreten. Die Abgangsursachen für Milchkühe zeigen als Indikatoren verschiedene Problembereiche auf, die zum Teil auch auf die Haltungsbedingungen in den Ställen zurückzuführen sind, wie am Beispiel Klauenleiden zu sehen ist. Die Abgänge wegen Klauen- und Gliedmaßenkrankungen, erfasst durch die ADR (2002), stehen inzwischen an dritter Stelle nach Fruchtbarkeitsproblemen und Eutergesundheit.

Auch Stalleinrichter und Stallbauunternehmen haben erkannt, dass auf lange Sicht nur Stallkonzepte Erfolg haben, die sich an den optimalen Bedingungen der Weidehaltung von Kühen orientieren. Nicht zuletzt daher werden Produkte wie Liege-

matten für Kühe als „pasture mat“ (= Weidematratze) bezeichnet. Bezogen auf die Klauengesundheit der Tiere bildet die Beschaffenheit der Oberfläche eine wichtige Rolle, wenn auch zur Zeit eher im negativen Sinne.

### Idee und Grundlage der Vision

Die zunehmende Zahl an Kühen in Laufställen hat zwar größere Freiheiten für Mensch und Tier gebracht, die Klauengesundheit allerdings hat sich in gleichem Maß verschlechtert. Die Klauen sind häufig in Kontakt mit feuchten und unsauberen Laufflächen, was zu einer Erhöhung des Wassergehaltes und zu einer Abnahme der Abriebfestigkeit des Klauenhorns führt und eine hohe Keimbelastung an den Klauen hervorrufen kann. Folge ist eine schlechtere Widerstandsfähigkeit der Klauen. Deshalb wurden Möglichkeiten verschiedener Bodengestaltungen im Fressbereich von Milchkühen untersucht, mit denen die Eigenschaften des Klauenhorns positiv beeinflusst werden können (Georg et al., 2001). Wassergehalt und Härte des Klauenhorns am Tier zeigten, dass die veränderte Haltungsumgebung auch trockenere und härtere Klauen bewirken kann (Abbildung 6).

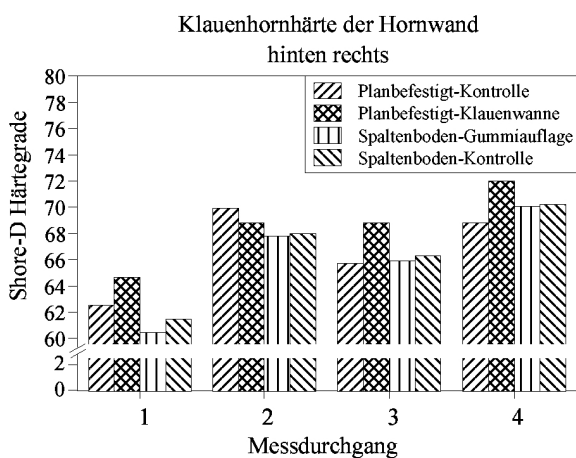


Abbildung 6

Einfluss verschiedener Laufflächen im Fressbereich auf die Klauenhärte von Milchkühen (Georg et al., 2001): Optimierte Böden sind härter und widerstandsfähiger

Werden Bedingungen auf der Weide als die ideale Laufgangoberfläche für Milchkühe angesehen, die es nachzubilden gilt, stellt sich die Frage, ob es nicht sinnvoller ist, die Tiere so oft und so lange wie möglich auf der Weide zu halten, anstatt mit enormen Aufwand zu versuchen, im Stall weideähnliche Bedingungen zu schaffen. Weidehaltung von Kühen ist keineswegs ein Schritt zurück, sondern führt zu besserer Klauengesundheit

sowie verbesserter Fruchtbarkeit. Bei Nutzung aller technischen Möglichkeiten sind AMV als Weidemelksystem, Tieridentifikation für ein intelligentes Weidemanagement etc. keine Utopie.

### Einschätzung der Vision

Aus Sicht der Fütterung wurde Sommerweidehaltung bislang eher kritisch betrachtet, da man die Futteraufnahme auf der Weide schlecht kontrollieren kann und Leistungseinbrüche befürchtet. Milchviehbetriebe mit hohen Leistungen neigen aus diesem Grund eher zu einer ganzjährigen Stallhaltung (Weiß et al., 1999). Mit innovativem Weidemanagement können aber auch vom Grünland höhere Grundfutterleistungen erzielt werden (Iselstein und Müller, 2002) mit dem Vorteil, dass diese Haltung den natürlichen Bedürfnissen der Tiere (Grasen und Verhalten) sehr entgegenkommt. Wenn Konzepte für die Milchviehhaltung entwickelt werden, die Weidewirtschaft als festen Bestandteil integrieren und zusammen mit baulich-technischen Lösungen, auch für AMV, und spezieller Fütterungsberatung neue Wege versuchen, sprechen gute Argumente für die Weidehaltung.

### 2.5 Der Melkroboter (D. Ordloff)

In Verbindung mit dem Einsatz von automatischen Melkverfahren (AMV) ist es erforderlich, die von der Milchverordnung vorgesehene visuelle Bewertung der Vorgemelke zur Aussonderung sinnfällig veränderter, nicht verkehrsfähiger Milch durch technische Maßnahmen mindestens gleicher Effizienz zu ersetzen. Zu diesem Zwecke wird in der Regel die Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Milch vorgeschlagen.

Barth und Graupner (1999) verweisen darauf, dass die sichersten Informationen von Zisternenmilch geliefert werden können, die vor dem Eintritt einer Milchejektion gewonnen wurde. Ansonsten empfehlen sie, die höchsten im Verlaufe eines Gemelks gefundenen Werte zwischen Vierteln miteinander in Beziehung zu setzen und zur Beurteilung der Eutergesundheit zu verwenden. Diese Forderungen sind in automatischen Melkverfahren zur Zeit nicht ohne weiteres erfüllbar. Neben der elektrischen Leitfähigkeit werden zur Bewertung der Eutergesundheit auch Milchttemperatur und Nah-Infrarot-Spektroskopie diskutiert (Ordloff, 2002).

### Idee und Grundlage der Vision

Ein optisches Messverfahren, welches im sichtbaren Bereich arbeitet, ist das CIE-LAB-Farbmesssystem (DIN 6174). Dabei wird die Helligkeit in einer dimensionslosen Zahl zwischen 0 und 100 wiedergegeben. Die paarweise gekoppelten Farben rot-grün bzw. gelb-blau werden durch ebenfalls dimensionslose Zahlen beschrieben, deren absolute Größe die Abweichung vom neutralen Bereich, der durch den Wert „0“ gekennzeichnet ist, und deren Vorzeichen die den Farbstich jeweils bestimmende Farbe angibt.

Im Rahmen von Vorversuchen wurde zu zwei Terminen an Vorgemelken der Euterviertel von Kühen der Herde des Versuchsgutes Schädtkbek der Bundesanstalt für Milchforschung, Kiel, zunächst die elektrische Leitfähigkeit gemessen (Ordloff, 2001). Anschließend wurden jeweils zwei Proben gezogen, von denen eine zur Bestimmung der Zellzahl und der Milchinhaltsstoffe diente. An der zweiten Probe wurden mit Hilfe eines Spektrometers (Spectropen, Dr. Lange GmbH, Düsseldorf) Helligkeit und die Farbparameter rot-grün, gelb-blau entsprechend dem CIE-LAB-Farbmesssystem bestimmt.

Zur Bewertung der Ergebnisse wurden die Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Zellzahlklassen, elektrischer Leitfähigkeit, den Farbparametern rot-grün und gelb-blau und den in zeitlichem Zusammenhang erhobenen bakteriologischen Befunden mit den genannten Parametern berechnet. Mit zunehmender Zellzahl wurden höhere Werte für die elektrische Leitfähigkeit, eine Verschiebung des Farbparameters rot-grün in Richtung rot sowie des Farbparameters gelb-blau in Richtung gelb gefunden. Die Verknüpfung der Messwerte aus den Farbmessungen und der elektrischen Leitfähigkeit ermöglichte die Erkennung aller Tiere, welche wenigstens in einem Euterviertel Milch mit erhöhter Zellzahl produzierten.

Absolute Messwerte der Farbparameter, auf einzelnen Messungen basierend, waren weder sensitiv noch spezifisch genug für eine effiziente Entdeckung von Mastitiden. Jedoch wurde mit zunehmenden Variationskoeffizienten der Zellzahlwerte eine deutlichere Interaktion mit anderen Parametern zur indirekten Beurteilung der Eutergesundheit festgestellt (Abbildung 7).

Die kuhindividuelle Überwachung der Veränderung der Farbparameter über die Laktation, vor allem in Kombination mit der Überwachung der elektrischen Leitfähigkeit der Milch, ist daher erfolgversprechend.

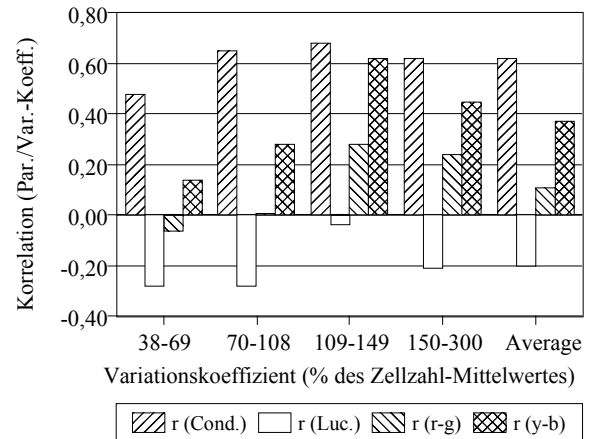


Abbildung 7

Zusammenhang zwischen der Variation der Zellzahl und den verschiedenen Parametern (Ordloff, 2001)

### Einschätzung der Vision

Es ist damit zu rechnen, dass die Entwicklung entsprechend den Melkeigenschaften einzelner Euterviertel gesteuerter Melkzeuge im Bereich der automatischen Melksysteme auch auf konventionell betriebene Melkanlagen übertragen werden wird. Diese Technik lässt den Melkprozess sowohl zu Beginn (Stimulation, „Vormelken“) als auch an dessen Ende interaktiv gestalten. Dadurch ist eine vollständige Milchhergabe ohne unnötige mechanische (Vakuumbreite, Blindmelken) und strömungstechnische (hoher Milchfluss, Sprayeffekte) Belastung des Euters zu erwarten.

In automatischen Melkverfahren ist mit der Entwicklung rasch arbeitender Vorrichtungen zur Handhabung der Melkzeuge („Ansetzautomaten“) zu rechnen, welche z. B. in Melkkarusselle integriert werden können. Dadurch wird der Einsatz vollautomatisierter Melkverfahren auch in Herdengrößen möglich, für die die AMV-Technik zur Zeit noch nicht geeignet ist.

In den Melkprozess eingebundene Systeme zur Bewertung und Sicherung der Milchqualität betreffen einerseits die Online-Milchanalyse entsprechend den Vorgaben der Milchleistungsprüfung, andererseits die von der Milchverordnung vorgeschriebene Prüfung der Verkehrsfähigkeit Milch einzelner Euterviertel in Verbindung mit automatischen Melkverfahren. Längerfristig ist auch hier der Einsatz in allen Melkverfahren zu erwarten. Zur Zeit wird die Eignung optischer Parameter im Nah-Infrarot-Bereich (Milchanalyse, Eutergesundheit) bzw. im sichtbaren Bereich (Eutergesundheit) untersucht. Bei weiterer Entwicklung der Sensortechnik sind auch andere Parameter als Indikatoren der Eutergesundheit denkbar.



Vorwiegend in Verbindung mit automatischen Melkverfahren ist mittelfristig mit bedarfs- und erfolgsorientiert arbeitenden Vorrichtungen zur Euterreinigung zu rechnen. Auch hier bieten sich optische Verfahren zur Bewertung der Eutersauberkeit an.

Auf Grund derzeitiger technischer Entwicklungen im Bereich Milchgewinnung und Lagerung ist zu erwarten, dass die Funktion sowohl „konventioneller“ als auch „automatischer“ Melkverfahren immer umfassender durch Sensoren gesteuert wird.

Dies wird zu tierindividuell ablaufenden schonenden Melkprozessen führen, unter dem Aspekt der Nachvollziehbarkeit von Prozessabläufen dokumentierbare Überwachung von Milchqualität und Tiergesundheit vor Ort ermöglichen und raschere Fehlererkennung und Energieeinsparung beim Betrieb der Melkanlage zur Folge haben.

Automatische Melkverfahren werden für Bestände von 50 bis 250 Milchkühen dominieren, in größeren Beständen werden Karusselle mit Handhabungssystemen zum Ansetzen genutzt.

## 2.6 Kosten für Tierarzt und Medikamente (K. Walter)

In den letzten 25 Jahren haben sich die Kosten für Tierarzt und Medikamente (KfTuM) mehr als verdoppelt. Sie betragen mittlerweile 3 bis 5 % der Gesamtkosten bzw. 6 bis 10 % der variablen Kosten (Walter, 1995). Ein weiterer Anstieg ist in Zukunft kaum noch zu verkraften, denn mit den Erzeugerpreisen für Milch sinken auch die Gewinne.

Die wichtigsten Gründe für den Anstieg der KfTuM ergeben sich aus

- der Gebührenordnung für Tierärzte und
- den steigenden Anforderungen an die Milch- und Fleischqualität.

Mit den aufgezeigten Bestimmungsgründen muss auch in Zukunft gerechnet werden, so dass die Ansatzpunkte zur Minderung dieser Kostenkomponente im Komplex „Futterbau und Rindviehhaltung“ zu suchen sind.

### Idee und Grundlage der Vision

Abbildung 8 zeigt, dass zu Beginn der 80er Jahre die KfTuM ca. 100 DM je Kuh inkl. Nachzucht betragen und in knapp 20 Jahren auf 200 DM angestiegen sind.

Die Betriebe (unteres Viertel, Abbildung 8 mit den geringsten KfTuM benötigten im gleichen Zeitraum nur 50 bis 100 DM. Die Betriebe mit den höchsten Kosten (oberes Viertel, Abbildung 8)

wendeten zu Beginn des Erhebungszeitraumes 150 DM für die Gesunderhaltung auf, die Ausgaben stiegen jedoch auf über 300 DM bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes an. Es liegt im Interesse der Milchviehhalter und Verbraucher, die Gesunderhaltung der Tiere zu fördern und die Belastung der Nahrungsmittel möglichst auszuschließen.

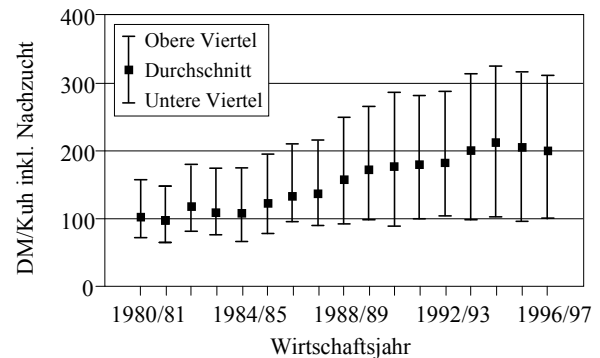


Abbildung 8  
Entwicklung der Kosten für Tierarzt und Medikamente je Kuh inkl. Nachzucht (Walter, 1995, ergänzt)

Die Milchviehhaltung konzentrierte sich in den letzten Jahrzehnten immer mehr auf Laufstallhaltung, milchflussgesteuerte Melkverfahren, Fütterung von Frischgras mit Zufütterung von Maissilage im Sommer sowie Gras- und Maissilage im Winter, jeweils mit leistungsgerechter Kraftfutterversorgung. Daraus ergeben sich günstige Voraussetzungen, um Ursachen und Wirkungen zu untersuchen. Zur Spezifizierung der Ursachen sollten die großen Unterschiede der KfTuM in den Betrieben analysiert werden.

Erforderlich wäre darüber hinaus ein Vergleich des Managements der Betriebe. Die große Streuung der Kosten lässt sich nicht allein aus Verfahrensunterschieden erklären, sondern könnte auch auf unterschiedliche Strategien bei der Inanspruchnahme des Veterinärs, der Beurteilung des Gesundheitszustandes der Tiere etc. zurückzuführen sein.

### Einschätzung der Vision

Die Verwendung von Sensoren, die Milch und Tier kontrollieren und überwachen, werden weiterentwickelt, die Vorsorge und Früherkennung von Problemen wirkungsvoll unterstützt und damit der Einsatz von Medikamenten minimiert.

Von einem umfassenden Informationssystem, welches das Gesundheitsgeschehen, die Ergebnisse aus Molkerei und Milchlabor sowie eine um Gesundheitsaspekte erweiterte Schlachtkörperbewertung integriert, wird für den Milchviehhalter wertvolle

Informationen liefern. Es könnten die eingesetzten Produktionsmittel und die Haltungsbedingungen während der Aufzucht bzw. Produktionsperiode mit der Qualität der jeweils erzeugten Milch- und Fleischprodukte in Beziehung gesetzt und bewertet werden.

Das Ausmaß und die Intensität von Behandlungen hängen in weiten Grenzen von der Einschätzung des Landwirts bzw. der gemeinsamen Bewertung des Halters und des Veterinärs ab. Die Aus- und Weiterbildung der Tierwirte und der Berater sollte intensiviert und gefördert, keinesfalls reduziert werden.

## 2.7 Precision Livestock Farming (PLF)

### 2.7.1 Elektronische Tiererkennung (R. Artmann)

Der Einsatz rechnergestützter Verfahren in der Tierhaltung basiert zunächst auf der Einzeltieridentifizierung (etwa für Futterabrufautomaten) und wird derzeit zu einem PLF-System weiterentwickelt, das nicht nur die Steuerung bzw. Regelung von Prozessen im Stall, sondern auch Aufgaben der Tierüberwachung und des Herdenmanagements (Schön et al., 2001) übernehmen wird.

Für eine durchgehende Rationalisierung der Milchproduktion ist die automatische Erfassung der einem Tier zugeordneten Nummer erforderlich, damit Daten selbsttätig erfasst bzw. die Tiere individuell gefüttert, gemolken und behandelt werden können.

Eine automatisierte elektronische Tiererkennung ist die Grundvoraussetzung für den Einsatz rechnergestützter Systeme in der Milchviehhaltung (Artmann, 1992).

Derzeit sind für die offizielle Kennzeichnung von Rindern zwei identische, visuell lesbare Ohrmarken vorgeschrieben. Damit kann zwar in Verbindung mit der gesetzlich vorgeschriebenen Datenbank die Herkunft der Tiere und Fragen der Prämien-gewährung sicher gestellt werden, visuelle Ohrmarken sind aber für die Prozesssteuerung ungeeignet. Seit Jahren werden für diesen Zweck am Halsband bzw. an einer Fußfessel befestigte Transponder eingesetzt. Sie sind nicht „unlösbar“ mit dem Tier verbunden und daher nicht für eine lebenslange Kennzeichnung von Tieren geeignet. Durch Miniaturisierung der Elektronik stehen heute elektronische Erkennungssysteme zur Verfügung, die als Ohrmarke extern befestigt, als Injektat injiziert oder als Bolus geschluckt und im Retikulum verbleibend genutzt werden können (Abbildung 9).

### Idee und Grundlage der Vision

In der Vorschau auf 2025 ist davon auszugehen, dass zumindest alle Rinder mit weltweit standardisierten Transpondern gekennzeichnet werden und dass diese nicht nur dem Tier eine eindeutige Identität zuordnen, sondern auch Informationen über das Tier, die Besitzer, die Verbringungen, die Anwendung von Medikamenten etc., ja sogar Messwerte vom Tier selbst erfassen bzw. speichern lassen. Der Zugang zu den Informationen wird nach hierarchischen Prinzipien organisierbar sein. Ob auch eine Ortung des Standortes des Tieres innerhalb des Gebäudes möglich sein wird, ist durchaus im Bereich des Möglichen.

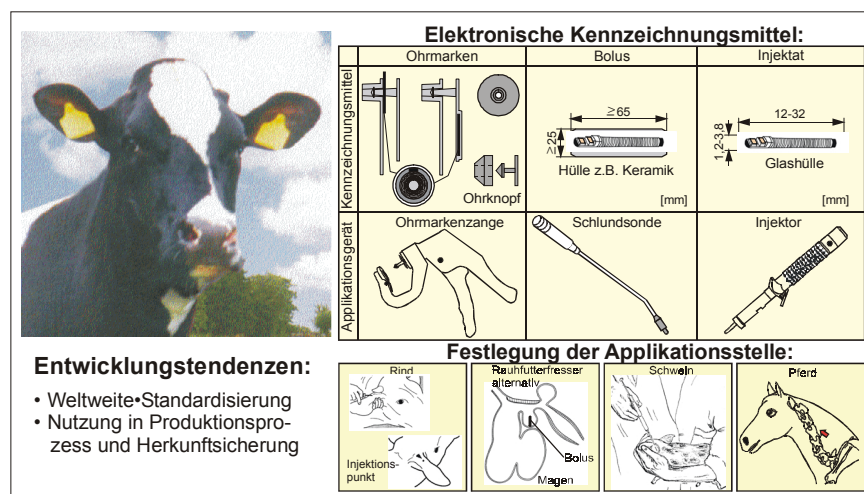


Abbildung 9:

Elektronische Kennzeichnungsmittel mit Hilfsmitteln zur Applizierung und empfohlener Applikationsstelle (Artmann, 1992)

Es ist zu erwarten, dass die EU-Behörden über die Anerkennung elektronischer Erkennungssysteme als offizielles Kennzeichnungsmittel für Tiere entscheiden werden. Entscheidungsgrundlage werden die Ergebnisse eines europaweit durchgeführten Feldversuches sein (Klindtworth et al., 1999).

Dabei wurden Erkennungssysteme getestet, die den internationalen Normen (ISO 11784 und 11785) entsprechen und eine weltweit unäre Tiernummer sowie die Kompatibilität der Systeme verschiedener Hersteller gewährleisten. Aufbauend auf schon vorhandenen Standards wird gegenwärtig ein weiterer Standard definiert (ISO 14223), mit dem Funktionen wie: Schreiben von Informationen in den Transponder, Lesen mehrerer an einer Abfragestelle befindliche Transponder (besonders wichtig bei Kleintieren), Integration von Sensoren zur automatischen Datenerfassung am Tier und Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit der Identität (Authentizität) und ggf. Zugriffsrechte für Informationsablage und -lesung festgelegt werden. Die jetzt eingeleiteten Entwicklungen decken den Bedarf für eine sichere Tiererkennung vollständig ab.

Dringend notwendig ist eine gesetzliche Regelung, die elektronische Erkennungssysteme als offizielles Kennzeichnungsmittel zulässt und eine Verbindung zur Tierdatenbank hergestellt wird. Nachweisführung, z. B. zum Medikamenteneinsatz, und Rückverfolgbarkeit würden so auf eine verbesserte Basis gestellt werden. Auch müsste endlich auf nationaler Ebene die Verwaltung der Tiernummern für elektronische Systeme geregelt werden.

#### *Einschätzung der Vision*

Obwohl die vorhandenen und gegenwärtig abzusehenden Entwicklungen eine gesicherte Erkennung der Tiere an allen erforderlichen Stellen erwarten lassen, gibt es einige Anforderungen, für die noch Entwicklungsarbeit zu leisten ist. So ist z. B. die Injektionsstelle tierartspezifisch weltweit einheitlich festzulegen. Ungelöst ist bisher eine automatische Erfassung des aktuellen Aufenthaltes z. B. einer Kuh im Stallbereich. Dies würde beim Einsatz von automatischen Melkverfahren Rationalisierungen bis hin zur individuellen Kuhzuführung ermöglichen. Es ist bekannt, dass manche Kühe freiwillig nicht genügend häufig das AMV besuchen. Heute müssen diese Kühe manuell gesucht und zum Melksystem getrieben werden.

Elektronische Erkennungssysteme, die so ausgelegt sind, dass sich auch der momentane Aufenthaltsort des Tieres bestimmen lässt, würden eine erhebliche Hilfe beim Suchen der Tiere bieten und ggf. den gesamten Tierverkehr einer tierverträglichen Automatisierung zugänglich machen. Dane-

ben wäre eine automatisierte Aufenthaltsüberwachung auch für Fragen der Tierüberwachung (Aktivität) und für Verhaltensstudien (Wahlversuche etc.) sehr hilfreich.

#### *2.7.2 Herdenmanagement (R. Artmann)*

Bei knapper werdender Arbeitskapazität der Betriebe und steigenden Bestandsgrößen ist eine individuelle Ver- und Entsorgung sowie eine zufriedenstellende Tierüberwachung nicht oder nur eingeschränkt möglich. Die Folgen sind wirtschaftliche Verluste durch nicht leistungsgemäße Fütterung, nicht sachgemäßes Melken, verlängerte Zwischenkalbezeiten aufgrund nicht erkannter Brunstzeichen, vorzeitige Abgänge bis hin zu vermeidbaren Schmerzen der Tiere durch zu spät erkannte Erkrankungen. Zur Vermeidung solcher Folgen werden dringend Hilfsmittel benötigt, die rechtzeitig und zuverlässig Hinweise auf falsche Versorgung, problematische Milchqualität, anormale Zustände im Wohlbefinden oder auffallende Ereignisse im Fruchtbarkeitsgeschehen anzeigen. Diese sind erforderlich, je mehr sich der Zeitanteil mit direktem Tierkontakt durch Einsatz von automatischen Fütterungs- und Melksystemen verringert.

#### *Idee und Grundlage der Vision*

Die Elektronik bietet heute sowohl hard- als auch softwareseitig Hilfsmittel, die geeignet sind, den Mangel an Zeit zu kompensieren, wenn nicht sogar zu überkompensieren und daher das Herdenmanagement auf eine bisher nicht gekannte Qualität heben lassen.

Der Elektronikeinsatz zur Informationsgewinnung hat sich schon heute in der Milchproduktion, insbesondere bei größeren Beständen, etabliert (Artmann, 1992). Dazu werden Systeme eingesetzt, die sich, wie in Abbildung 10 gezeigt, unterteilen lassen (Artmann, 2002).

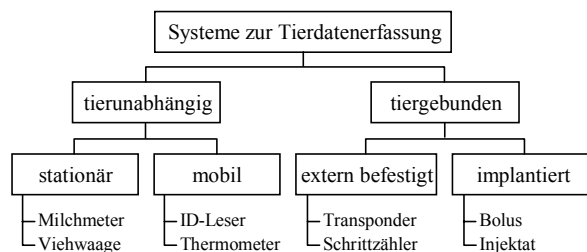


Abbildung 10  
Unterteilung der Systeme zur Tierdatenerfassung  
(Artmann, 2002)

Mit Blick auf 2025 darf man annehmen, dass insbesondere durch die Fortschritte in der Mikrosensorik (Biosensoren, „elektronische Nasen“), aber auch durch neue Methoden der Signalaufbereitung und -analyse sowie Weiterverarbeitung (Signalprozessoren, Fuzzy Logik, neuronale Netze, adaptive Lernalgorithmen, etc.) die Überwachung der Prozessabläufe wie auch der Tiere auf eine wesentlich leistungsfähigere Grundlage gestellt sein wird.

Bisher nicht oder nur indirekt messbare Ereignisse können dann direkt erfasst und bewertet wer-

den. Je nach Anwendung sind die einzusetzenden Systeme einfach bis sehr komplex aufgebaut. Immer sollten sie versuchen, mit geringst möglichem Aufwand die erwünschte Information zu erfassen, sie optimal, unter Beachtung bestehender Wechselwirkungen zu anderen Messwerten, zu analysieren und zu bewerten, um schließlich eine treffsichere Handlungsempfehlung geben oder nach einem weiteren Schritt diese direkt im Prozessgeschehen umsetzen zu können.

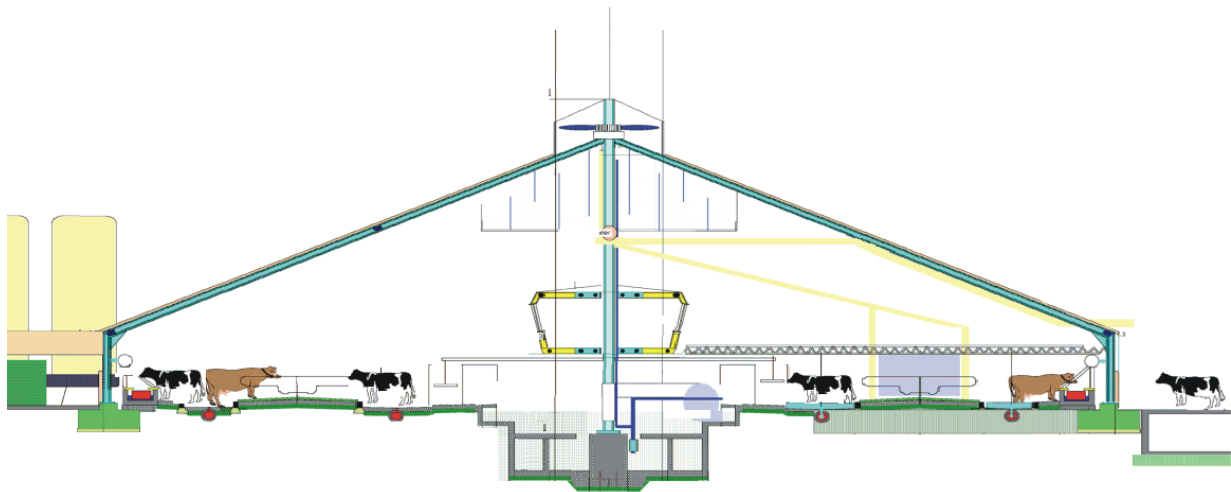


Abbildung 11  
Kreisstall der Firma Kirchberger Agrarsystem GmbH

### *Einschätzung der Vision*

Unabhängig von der eingesetzten Technologie wird die Erfassung von Tierdaten auf eine ganzheitliche Systembetrachtung ausgerichtet sein. Die tierspezifischen Daten werden mit den übrigen aus dem gesamten Produktionsprozess verknüpft werden, um höchstmögliche Vorteile realisieren zu können. Die Datenerfassung beginnt nicht an der Stalltür und hört dort auch nicht auf. Die Mengen- und Nährstoffflüsse von und zur Feldwirtschaft bzw. von und zu außerbetrieblichen Bezugs- und Absatzquellen werden einbezogen. Mit diesem Ansatz kommt man zu einem System des „Precision Livestock Farming“ (Schön et al., 2001)

### *2.8 Stallgebäude der Zukunft (J. Gartung)*

In der Milchviehhaltung hat sich der Liegeboxenlaufstall durchgesetzt. Seine wesentlichen Vorteile sind die rationellen Arbeitsabläufe und die tiergerechten Haltungsbedingungen. Weil sich die Kühe frei im Stall bewegen können, lässt er sich in

verschiedene Funktionsbereiche aufteilen. Die jeweiligen Räume können den Bedürfnissen der Tiere (Stall) und der Menschen (Melkstand) optimal angepasst werden. Die Gebäudehülle hat im Tierbereich nur die Aufgabe, die Kühe gegen Wind und Niederschläge sowie übermäßige Erwärmung im Sommer zu schützen. Außenklima-nahe Bedingungen können im Stall bei allseitig mit Wänden umschlossenen Stallräumen durch großflächige Zu- und Abluftöffnungen und durch einen großen Luft-raum erreicht werden. In Abbildung 11 ist der Entwurf eines neuen Stallkonzeptes dargestellt, das sich zukünftig durchsetzen könnte. Die Planung stammt von F. Kirchberger, AgrarSystem GmbH.

### *Idee und Grundlage der Vision*

Ein Liegeboxenlaufstall dieser Art schafft neue Zuordnungen der Funktionsbereiche Liegen, Fressen und Melken. Alle Prozesswege laufen kreis-symmetrisch um das Stallzentrum.

Überschneidungen und Kreuzungen werden vermieden, insbesondere zwischen den Gruppen der Herde im Tierverkehr. So wird ein insgesamt

reibungsloser Ablauf mit kurzen Wegen und ohne Warteschlangen erreicht. Das Melkzentrum ist in der Mitte angeordnet. Daran anschließend nach außen folgen die Laufgänge und Liegeboxenreihen. Der Futtertransport wird von einem schwimmenden Verband aus Futtertrögen in einem kreisförmigen Wassergraben am Außenrand des Stalls ausgeführt.

### Einschätzung der Vision

Durch zahlreiche technische Neuerungen und die gewählte Gebäudeform kann im Kreisstall der Ammoniakaustrag reduziert werden. Schnelles, häufig wiederholtes Abräumen der Laufflächen mit rundfahrenden Schiebern lässt die Freisetzung von Ammoniak bremsen. Verglichen mit rechteckigen Grundrissen werden die abgasenden Flächen durch die Kreisform erheblich reduziert. In der Dach-Kegelfirstlücke werden Ammoniakreste in der Stallabluft durch eine Wasch-Filteranlage weiter abgesenkt. Die Wandflächen bestehen aus Jalousien, die, elektrisch gesteuert sektoral geöffnet oder geschlossen werden können. Dadurch entsteht ein Venturi-Effekt am Firstpunkt bei allen Windeinflüssen.

Einzeltierfütterungen, die für hohe Milchleistungen erforderlich sind, erfolgen an Futtertrögen, die automatisch befüllt werden. Zum Transport der Futterbehälter von der Befüllstation zu den Tieren bietet der Kreisstall gute Möglichkeiten der Mechanisierung.

### 2.9 Investitionskosten bei automatischen Melkverfahren in Laufställen (F.-J. Bockisch und J. Gartung)

Die Investitionskosten für Laufstallsysteme mit Automatischen Melkverfahren (AMV) sind derzeit noch relativ hoch. Dies zeigen Kostenermittlungen für verschiedene Ausführungs- und Bestandsgrößenvarianten im Vergleich zu Laufställen mit üblichen Gruppenmelkständen und Melkkarussellvarianten (Abbildung 12). Insbesondere bei den Einboxenanlagen (LELY, LEL\_K) fällt auf, dass die Investitionskosten je Tierplatz absätzig verlaufen. Dies kann bei weiter anhaltender Milchkontingentierung zu Investitionsproblemen führen, da aus wirtschaftlichen Gründen der Tierbestand dann in Schritten von ca. 50 Kühen erweitert werden müsste.

Andererseits zeigt dieser Vergleich, dass bei einer Bestandsgröße von etwa 180 bis 200 Kühen die Kostendifferenz zwischen Laufställen mit Melkkarussell und Einboxenanlagen „nur“ ca. 750 Euro beträgt. Diese Differenz kann schon jetzt für zu-

kunftsträchtige Familienbetriebe wirtschaftlich interessant sein, wenn die Vorteile einer flexiblen Arbeitszeiteinteilung für den Betriebsablauf genutzt werden sollen.

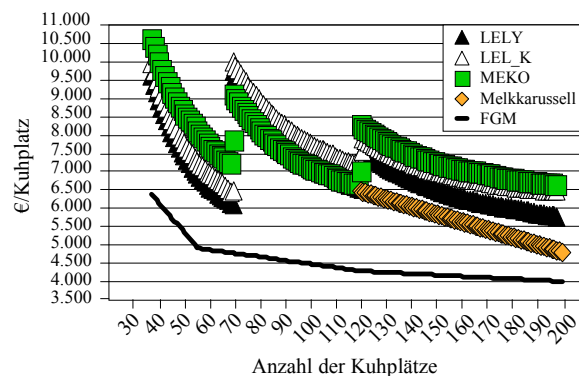


Abbildung 12  
Investitionsbedarf für Liegeboxenlaufställe mit automatischem Melksystem im Vergleich zu Ställen mit Fischgrätenmelkstand (FGM) bzw. Melkkarussell (Bockisch et al., 1998)

### Idee und Grundlage der Vision

In Familienbetrieben mit Milchkuhhaltung ist die feste und unflexible Bindung der Arbeitszeiten und der Arbeitskräfte an den Betriebszweig einer der größten Nachteile im Vergleich zu den anderen Produktionseinrichtungen. Zukünftig gilt es, insbesondere hinsichtlich der Flexibilisierung und der Prozessqualitätsverbesserung Fortschritte zu erreichen.

Erste Ergebnisse der Untersuchungen von BMVEL-Modellvorhaben 2001/03 „Milchviehställe mit automatischen Melkverfahren“ weisen darauf hin, dass Ein- oder Mehrboxenanlagen auch bei größeren Herden erfolgreich eingesetzt werden.

### Einschätzung der Vision

Nach bisherigen Kostenermittlungen sind die Investitionen bei Ställen mit automatischen Melkverfahren noch deutlich höher als bei konventionellen Systemen. Bei größerer Nachfrage und ggf. mehr Anbietern wird davon ausgegangen, dass sich die Kosten für AMV-Ställe reduzieren.

Darüber hinaus ist zu erwarten, dass bei weiter verbesserter Technik die Motivation der zukunftsfähigen Familienbetriebe (bis ca. 250 Kühe) steigt, mehr in eine qualitativ bessere Melktechnik (hier vor allem Flexibilisierung der Arbeitszeit) zu investieren. Derartige Mehrinvestitionen in qualitativ bessere Funktionsbereiche und Arbeitsplätze gab es auch beim Übergang vom „Anbindestallmelken“ zum „Melkstandmelken“.

### 3 Zusammenfassung

Für den wichtigsten Erwerbszweig tierhaltender landwirtschaftlicher Betriebe werden vor dem Hintergrund sich abzeichnender Entwicklungen der Milchviehhaltung technische Beispiele und Visionen zu „Wie werden Milchkühe 2025 gehalten und gemolken“ dargestellt und erläutert:

- Verfahren zur Erzeugung von hochwertigem Grundfutter werden konzipiert.
- Tierhaltung auf Einstreu befindet sich als Glied der Stroh-Festmist-Kette auf dem Vormarsch.
- Verfahren zur Genehmigung von Güllelagern könnten verkürzt werden.
- Weidehaltung als artgerechte Haltungsform könnte als Ausgangspunkt für zukünftige „Stallkonzepte“ dienen.
- „Melkroboter“ werden in Beständen von 50 bis 250 Milchkühen dominieren.
- Die Verwendung von Sensoren, die Milch und Tiere kontrollieren und überwachen, werden weiterentwickelt, die Vorsorge und Früherkennung von Problemen wirkungsvoll unterstützt und damit der Einsatz von Medikamenten minimiert.
- Elektronische Tiererkennung sowie hard- und softwareunterstütztes Herdenmanagement, auch als „precision livestock-farming“ bezeichnet, entwickeln sich zu integralen Bestandteilen neuer Technik- und Stallkonzepte.
- Neue Stallgebäude-Konzepte – wie z. B. der Kreisstall – und spezielle Anpassungen an Automatische Melkverfahren werden Mehrinvestitionen infolge qualitativ besserer Funktionsbereiche und Arbeitsplätze rechtfertigen.

Diese Einschätzungen und Visionen der Wissenschaftler des Instituts für Betriebstechnik und Bauforschung der FAL sollen bis 2025 weiterentwickelt und realisiert werden.

### Literatur

- Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e. V. Rinderproduktion in der Bundesrepublik Deutschland. (Verschiedene Jahrgänge) ISSN 0178-8841
- Artmann R (1992): Einbindung der Tierüberwachung in automatisierte Haltungsverfahren. Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 135, 82-99
- Artmann R (2002): Automatische Datenerfassung von landwirtschaftlichen Nutztieren. Vortrag: Internationaler Workshop „Sensor-aided measurement of different animal data“ 23.-24. Mai in Potsdam-Bornim
- Barth K, Graupner M (1999): Experimentelle Untersuchungen zur Eutergesundheit und Milchqualitätskontrolle auf der Basis der Leitfähigkeitsmessung während des Melkens. Milchwissenschaft 54, 2, 66-69
- Bockisch F-J, Uminski K, Gartung J (1998): Bauplanungsvarianten und Baukostenvergleiche für Ställe mit automatischen Melksystemen. KTBL-Arbeitspapier 250, 131-136
- Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2001) Agrarbericht der Bundesregierung 2001. Bonn
- Georg H, Meyer O, Distl O, Bockisch F-J (2001): Auswirkungen unterschiedlich gestalteter Laufflächen auf die Klauengesundheit von Milchkühen. In: Tagung Bau, Technik und Umwelt 2001 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Stuttgart, Institut für Agrartechnik, 188-192
- Hilty R, Kaufmann R, van Caenegem L (2002): Landwirtschaftliches Bauwesen. In: Jahrbuch Agrartechnik, H.J. Matthies und F. Meier (Hrsg.), Landwirtschaftsverlag GmbH Münster, Band 14, 163-170
- ISO 11784 Radio-frequency identification of animals – Code structure. Sec. Ed. 1996.08.15
- ISO 11785 Radio-frequency identification of animals – Technical concept. 1996.10.15
- ISO 14223 Radio-frequency identification of animals – Advanced Transponders. Part 1 to 3. In preparation
- Isselstein J, Müller J (2002): Erzeugung hochwertigen Grundfutters für Milchkühe. In: Neue Wege in der Tierhaltung. KTBL-Schrift 408. KTBL-Darmstadt, 98-107
- Klindtworth M, Wendl G, Pirkelmann H, Reimann W, Klindtworth K (1999): Die elektronische Tierkennzeichnung im europäischen Großversuch – Vorstellung des Projektes IDEA. 4. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt 1999 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Landtechnik Weihenstephan 1999, 459-462
- Krentler J-G (1999): The building of manure storage containers with covers in accordance with new safety standards. Tagungsband AgEng Oslo auf CD, Aug. 1999, Paper No. 98-B-054
- N N DIN 6174, Farbmetrische Bestimmung von Farbabständen bei Körperfarben nach der CIE-LAB-Formel
- Ordolff D (2001): Einsatz von Farbmessungen zur Bewertung von Vorgemelken. Proc. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landw. Nutztierhaltung, Stuttgart-Hohenheim, 6./7.3.2001, 218-223
- Ordolff D (2002): Influence of somatic cell count on foremilk colour with respect to automatic milking systems (im Druck)
- Ouweltjes W, Hogeveen H (2001): Detecting Abnormal Milk Through Colour Measuring. Proc. Ann. Meeting National Mastitis Council 2001, 217-219
- Paul C, Rode M, Feuerstein U (2000): From laboratory to harvester – forage analysis by NIRS diode array instrumentation. Grassland science Europe, 2000, 259 –261
- Rinder Report, Betriebswirtschaftliche Mitteilungen, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, verschiedene Jahrgänge
- Schön H, Wendl G, Klindtworth M, Harms J (2001): Precision Livestock Farming – Konzeption, Stand der Forschung, Zukunftsperspektiven. Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Hohenheim, 6./7.2.2001, 1-9
- Sonnenberg H (2002): Mechanische Aufbereitung von Einstreumaterial für die Tierhaltung zur Verbesserung der Qualität. Dissertation Gesamthochschule Kassel, Witzenhausen (im Druck)
- Sonnenberg H, Hinz T, Deininger A (2000): New aspects of cattle housing on straw bedding. In: AgEng Warwick 2000: full papers; Agricultural Engineering into the Third Millennium; 2000.07.02-07, Warwick/UK Paper Number 00-AP-041
- Verordnung zum Schutz gegen die Verschleppung von Tierseuchen im Viehverkehr (Viehverkehrsverordnung) Bundesgesetzblatt Jg. 1998 Teil I Nr. 32 s.1194 vom 9. Juni 1998

- Verordnung zur Änderung der Verordnung über Nachweispflichten für Arzneimittel, die zur Anwendung bei Tieren bestimmt sind, und zur Änderung der Verordnung über tierärztliche Hausapotheken. Bundesgesetzblatt Teil I S. 2131 vom 21.08.2001.
- Walter, K (1995): Entwicklung der Tierarztkosten in der intensiven Milchviehhaltung. Praktischer Tierarzt Bd. 76, H. 6, 546 ff.
- Walter K, Heinrich I, Böckmann U (1998): Entwicklung der Preise und des Einsatzes von Grund- und Kraftfutter in der Rinderhaltung –20 Jahre „Arbeitskreis Forschung und Praxis“ in der FAL. Berichte über Landwirtschaft Bd. 76, 87-104
- Weiß J, Mirbach D, Bonsels T (1999): So wirtschaften Spitzenbetriebe in Deutschland. Arbeiten der DLG 196, 11-32
- Wendl G, Haidn B, Rittel L, Schön H (2001): Perspektiven der Verfahrenstechnik in der Rinderhaltung. Landtechnik-Schrift Nr. 12 "75 Jahre Bayrische Landesanstalt für Landtechnik, 143 ff.