



# LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren

### LfL-Jahrestagung



15

2006

Schriftenreihe

ISSN 1611-4159

**Impressum:**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan  
Internet: <http://www.LfL.bayern.de>

Redaktion: Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik  
Vöttinger Straße 36, 85354 Freising-Weihenstephan  
E-Mail: [Landtechnik@LfL.bayern.de](mailto:Landtechnik@LfL.bayern.de)  
Tel.: 08161/71-3450

1. Auflage Mai / 2006

Druck: lerchl-druck, 85354 Freising  
Schutzgebühr: 15,-- €

© LfL

Die Beiträge in dieser Schriftenreihe geben die Meinung der Autoren wieder.



**Artgerechte, umweltverträgliche  
und wettbewerbsfähige  
Tierhaltungsverfahren**

**LfL-Jahrestagung**

**am 24. Mai 2006  
in Freising-Weihenstephan**

**Tagungsband**



## **Vorwort**

Mit der Neustrukturierung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) zu einem modernen Wissens- und Dienstleistungszentrum können alle für die Landwirtschaft wesentlichen Fragen in Bayern aus einer Hand beantwortet werden. Mit seinen zehn Instituten und sechs Abteilungen deckt die LfL auf der Ebene der praxisorientierten Forschung die gesamten Prozesse eines landwirtschaftlichen Betriebs, angefangen von der Agrarökologie, über die Produktion und die Agrarökonomie bis hin zur Vermarktung vollständig ab.

Ein Forschungsschwerpunkt der vergangenen Jahre war dabei die artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltung. Die Bearbeitung erfolgte im Rahmen eines aus der Verbraucherinitiative über das Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten finanzierten Verbundprojektes.

Besonderer Dank gilt an dieser Stelle Herrn Staatsminister Miller für die Bereitstellung der Forschungsmittel. Sehr herzlich bedanken wollen wir uns aber auch bei unseren Partnern. Bei diesem Projekt waren dies die Technische Universität München, die Ludwig-Maximilians-Universität München, die land- und forstwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften Niederbayern-Oberpfalz und Schwaben, das Landeskuratorium für tierische Veredelung in Bayern (LKV) sowie die Verbände für ökologischen Landbau Bioland und Naturland. Sie haben zusammen mit unseren Instituten für Landtechnik, für Tierhaltung, für Tierzucht und für Agrarökonomie in den letzten drei Jahren sehr zielorientiert und konstruktiv zusammengearbeitet. Besonders herausstellen möchte ich die Beteiligung von 34 Pilotbetrieben, bei denen umfangreiche Daten zur artgerechten Tierhaltung, zur Tierernährung, zum Bauwesen, zu den Auswirkungen auf die Umwelt sowie zur Arbeits- und Betriebswirtschaft erhoben, analysiert und für die Beratung aufgearbeitet werden konnten.

Bei der heutigen Jahrestagung können wir nun die Ergebnisse vorstellen. Wir hoffen, dass diese als Entscheidungshilfen für die landwirtschaftliche Praxis, für die Politik und für die Gesellschaft von hohem Nutzen sind. Ebenso wünschen wir uns eine große Breitenwirkung zum Wohle unserer bayerischen Landwirtschaft, zum Wohle der Tiere auf unseren Betrieben und zum Wohle einer Gesellschaft, die erwartet, dass Tiere artgerecht gehalten werden.

Jakob Opperer

Präsident



<b>Inhaltsverzeichnis</b>	Seite
<b>Rahmenbedingungen für eine artgerechte Tierhaltung .....</b>	<b>I</b>
<i>J. Miller</i>	
<b>Ethik in der Nutztierhaltung .....</b>	<b>9</b>
<i>R. J. Busch</i>	
<b>Verbundprojekt und Pilotvorhaben im Überblick.....</b>	<b>17</b>
<i>B. Haidn</i>	
<b>Tiergerechtheit der Haltungssysteme .....</b>	<b>37</b>
<i>K. Reiter, S. Tutsch und A. Koßmann</i>	
<b>Stallsysteme und Baukosten .....</b>	<b>81</b>
<i>J. Simon, P. Lingenfelser, A. Beibl und E. Kränzel</i>	
<b>Praxisnahe Umsetzung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeit in Bayern .....</b>	<b>117</b>
<i>K. Rattinger, S. Nesper und E. Wensauer</i>	
<b>Die Anwendung des TA Luft-Modells austal2000-g zur Beurteilung von Immissionen aus landwirtschaftlichen Quellen .....</b>	<b>127</b>
<i>E. Wensauer, S. Nesper, K. Rattinger und F. Schneider</i>	
<b>Emissionen aus frei gelüfteten Ställen – Entwicklung von Messmethoden und Ergebnisse der Feldmessungen .....</b>	<b>145</b>
<i>F. Schneider, R. Eichelser und S. Nesper</i>	
<b>Entwicklung einer neuen Methode zur Messung der Rutschfestigkeit von Laufflächen in Milchviehställen .....</b>	<b>159</b>
<i>M. Kilian, B. Haidn und H. Stanzel</i>	
<b>Arbeitszeitaufwand in den Pilotbetrieben .....</b>	<b>185</b>
<i>B. Haidn und Th. Schleicher</i>	
<b>Leistungen und Produktionskosten in den Pilotbetrieben .....</b>	<b>211</b>
<i>J. Weiß, I. Faulhaber, E.-M. Schmidlein, G. Dorfner und J. Neiber</i>	



---

# Rahmenbedingungen für eine artgerechte Tierhaltung

Staatsminister J. Miller  
Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten  
Ludwigstraße 2, 80539 München

Ich freue mich und bin sehr dankbar, dass die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft ihre erste Jahrestagung ganz dem Thema „**Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltung**“ widmet.

Sie setzen damit ein eindeutiges Zeichen dafür, dass **Wettbewerbsfähigkeit in der Tierhaltung** im Einklang mit den **Bedürfnissen der Nutztiere** und den **Erfordernissen der Umwelt** und keine Gegensätze sind. Andererseits wird mit dem Thema auch deutlich, dass **Tier- und Umweltschutz eine ökonomische Basis braucht** und ohne Wettbewerbsfähigkeit **keine Perspektive** hat!

Es müssen also **abgestimmte, intelligente und kostengünstige Haltungskonzepte** entwickelt werden, welche die **Ansprüche von Mensch, Tier und Natur** optimal beinhalten.

## Tierhaltung und Tierschutz

**Moderne, helle und gut klimatisierte Stallungen** sind heute **wesentlich tier- und umweltgerechter** als früher. Darüber hinaus bieten sie den darin tätigen Menschen **deutlich komfortablere Arbeitsbedingungen** als früher.

Damit unsere Betriebe die **Herausforderungen der Zukunft** meistern können, müssen wir **ein günstiges Investitionsklima zum Aufbau leistungsfähiger Strukturen** schaffen. Ich bin der festen Überzeugung, dass Investitionen in neue Stallungen immer auch Investitionen in den Tier- und Umweltschutz sind.

**Der Bayerischen Staatsregierung** war und ist **Tierschutz ein wichtiges Anliegen**. Aus diesem Grund ist der **Tierschutz auch in der Bayerischen Verfassung verankert**. Dort heißt es in **Art. 141**: „*Tiere werden als Lebewesen und Mitgeschöpfe geachtet und geschützt!*“.

Dies bedeutet selbstverständlich, dass **Tiere als unsere Mitgeschöpfe nicht als reine „Produktionsmaschinen“** missbraucht werden dürfen. Der Mensch hat mit dem Recht, Tiere zu nutzen, auch die Pflicht übernommen, diese zu schützen. In **§ 2 des Tierschutzgesetzes** heißt es, dass jeder, der ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat, es seiner Art und seinen Bedürfnissen entsprechend angemessen ernähren, pflegen und verhaltensgerecht unterbringen muss. Dies gilt natürlich nicht nur für Haustiere, sondern in gleicher Weise **auch für landwirtschaftliche Nutztiere**.

Die **bayerische Landwirtschaft** bekennt sich von der Forschung über die Beratung, Verwaltung bis hin zur Praxis **vorbehaltlos zu diesen rechtlichen Grundlagen!** Wir wissen, dass nur Tiere, die sich wohlfühlen und ihrer Art gemäß gehalten werden, gedeihen und beste Nahrungsmittel liefern. Daran haben unsere Bauern selbst das größte Interesse. Deshalb wurden in der Vergangenheit die Haltungsformen ständig verändert und verbessert.

### **Bayerisches Programm für artgerechte Tierhaltung (ByPaT)**

Einen zusätzlichen entscheidenden **Impuls zur Optimierung der Haltungssysteme** haben wir aber **2001** mit der **Verbraucherinitiative** gesetzt. Mit dieser bis heute **bundesweit einzigartigen Initiative** hat die **Bayerische Staatsregierung** die Voraussetzungen für die **Vorreiterrolle Bayerns in der artgerechten Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere** geschaffen.

Besonders stolz bin ich, dass wir es in dieser Phase der totalen Verunsicherung durch BSE geschafft haben, mit dem **Bayerischen Programm für artgerechte Tierhaltung (ByPaT)**, als erstes Land ein **Programm** auf den Weg zu bringen, das einerseits zwar **deutlich über die gesetzlichen Mindeststandards in der Tierhaltung** hinausgegangen ist, andererseits durch seine **praxisgerechten Vorgaben** aber auch **eine hohe Akzeptanz bei den Landwirten** gefunden hat.

Mit unserem **Bayerischen Programm für artgerechte Tierhaltung (ByPaT)** haben wir in wenigen Wochen umgesetzt, was Frau Künast damals monatelang angekündigt hat. Ihr ist letztlich nichts anderes übrig geblieben, als **die wesentlichen Elemente unseres Programms in die Einzelbetriebliche Investitionsförderung** zu übernehmen.

Angesichts des weltweiten Wettbewerbs um die Nahrungsmittelmärkte sehe ich in den **artgerechten Haltungssystemen** eine **große Chance, sich von Billigproduktionsländern abzuheben**, in denen das Wohlbefinden der Tiere und der Respekt vor der Kreatur keinerlei Rolle spielen. Wir wollten mit dieser Initiative den bayerischen Landwirten helfen, ihren eigenen Anspruch noch besser nachkommen zu können und einer **breiten gesellschaftlichen Forderung nach noch artgerechterer Tierhaltung gerecht zu werden**.

Für das Kernstück dieser Initiative, dem **Bayerischen Programm für artgerechte Tierhaltung**, haben wir insgesamt **43 Mio. € zur Verfügung gestellt**. Es basiert im Wesentlichen auf **drei Säulen**:

#### **1. Investitionsförderung**

Mit dem **Bayerischen Investitionsförderprogramm für artgerechte Tierhaltung (ByPaT)** wurden investitionswillige Landwirte, die ihren Stall nach Kriterien einer besonders artgerechten Tierhaltung umgestellt haben, finanziell unterstützt. **Fast 1.500 bayerische Bauern haben davon Gebrauch gemacht**.

Das ByPaT löst einen **gewaltigen Investitionsschub** aus. Zuschüsse wurden gewährt für Milchviehlaufställe mit wärmegeprägten Liegeflächen oder tiergerechte Außenklimaställe. Bei Schweinen wurde ein erhöhtes Platzangebot, separate Liegebereiche und Gruppenhaltung gefördert, bei Geflügel Boden- und Volierenhaltung mit Kalscharr-Raum sowie Freilandhaltung.

Der **Schwerpunkt der Förderung lag mit rund 85 %** aller Anträge **im Bereich der Milchviehhaltung**. Geförderte Investitionen waren aber auch in allen anderen für die bayerische Landwirtschaft wesentlichen Nutztierarten zu verzeichnen.

Im Rahmen des ByPaT wurde letztendlich **Gesamtinvestitionen von mehr als 180 Mio. €** ausgelöst. Und diese Investitionen, das betone ich ausdrücklich, sind **fast ausschließlich der mittelständischen Wirtschaft im ländlichen Raum**, insbesondere der derzeit unter massivem Druck stehenden Bauwirtschaft **zugute gekommen!**

## 2. Pilotbetriebe für artgerechte Tierhaltung

Darüber hinaus haben wir ein Netz von insgesamt **34 Pilotbetrieben für beispielhafte artgerechte Tierhaltung**, verteilt über ganz Bayern und alle wesentlichen Tierarten eingerichtet. Mit diesen besonders **innovativen Beispielsbetrieben** konnten wir interessierten, investitionswilligen Landwirten wertvolle Impulse und Hilfestellungen für eigene Bauvorhaben geben.

Aber auch die interessierte nicht landwirtschaftliche Bevölkerung konnte sich auf diesen Betrieben davon überzeugen, welche Anstrengungen die bayerischen Bauern für das Wohlbefinden ihrer Tiere unternehmen. Neben einer **Anerkennungsprämie in Höhe von 5.000 bis 10.000 €** erhielten diese Betriebe eine **finanzielle Unterstützung für das Risiko der Durchführung von Pilotvorhaben** sowie für die Öffentlichkeits- und Beratungsarbeit, die sie im Rahmen von Besucherführungen leisten.

Nach den Aufzeichnungen der Betriebsleiter haben durchschnittlich rund **8.000 Personen diese Betriebe besucht**. Da die tatsächliche Anzahl noch deutlich höher liegen dürfte, können wir heute sagen, dass wir das Ziel dieses Vorhabens hinsichtlich **Öffentlichkeits- und Impulswirkung** sehr gut erreicht haben.

Besonders hervorheben als **beispielhafte Form der Öffentlichkeitsarbeit** unserer Verwaltung möchte ich die **Artikelserie zu den Pilotbetrieben im Landwirtschaftlichen Wochenblatt**.

So, meine Damen und Herren, stelle ich mir die Umsetzung angewandter Forschung vor:

- **Fachlich fundiert,**
- **das Wesentliche präzise herausgearbeitet** sowie
- **anschaulich und praxisnah dargestellt.**

Über **20.000 Internet-Zugriffe auf diese Artikel** sprechen für sich!

Allen, die an dieser **Serie mit insgesamt 30 Beiträgen** mitgearbeitet haben, spreche ich dafür meinen ausdrücklichen **Dank** und meine **Anerkennung** aus!

Stellvertretend für alle **Herrn Ministerialrat Manfred Pusch**, der das hervorragend konzipiert und mit unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern umgesetzt hat.

## 3. Praxisbezogene Forschungsvorhaben

Diese Pilotbetriebe waren auch die zentralen Anlaufstationen für unsere **praxisbezogenen Forschungsarbeiten zur Verbesserung und Optimierung artgerechter Tierhaltungsformen**. In umfangreichen Forschungsvorhaben wurden die Haltungsverfahren der ausgewählten Pilotbetriebe in ihren Auswirkungen auf das Tierverhalten, die Tiergesundheit und die Leistungsfähigkeit der Tiere untersucht.

Darüber hinaus wurden die **betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Konsequenzen** dieser modernen Haltungsverfahren fundiert herausgearbeitet. Wir können damit **bauwilligen Landwirten ein ausgezeichnetes Informationspaket an die Hand geben**. Es trägt maßgeblich dazu bei, Fehler beim Einstieg in besonders artgerechte Haltungsverfahren zu vermeiden und die gegebenen Risiken und Erfordernisse besser abzuschätzen.

**Kernstück** dieser Arbeit ist die **umfassende Auswertung und Bewertung aller Pilotbetriebe** hinsichtlich Gebäudeausführung, Haltungsverfahren und deren Tiergerechtigkeit, Arbeits- und Betriebswirtschaft und nicht zuletzt hinsichtlich der Gestaltung der Hofanlage. **Herr Dr. Haidn** wird auf Details in seinem Vortrag noch genauer eingehen.

Mit dieser Dokumentation steht nun **ein systematisch und übersichtlich aufgebautes Nachschlagewerk** mit einer ungeheuren Fülle von Detailinformationen zu **konkreten Praxislösungen** zur Verfügung, das es in dieser Form **bisher noch nicht gegeben** hat.

Besonders anschaulich und aussagekräftig ist die **klare, deutliche Bewertung der Tiergerechtigkeit der verschiedenen Bestandteile der Stallsysteme**. Nicht alles, was ursprünglich für die Auswahl eines Pilotbetriebs gesprochen hat, hat sich später als tatsächlich beispielhaft für die Praxis herausgestellt.

Umgekehrt konnte **bei vielen Aufstallungssystemen und -details die Tiergerechtigkeit bewertet** und ökonomisch wie arbeitswirtschaftlich eingeordnet werden. Die Bewertung mit dem jedem bekannten Ampelsystem ermöglicht dem Leser einen schnellen Überblick und eine rasche Information.

Ergänzt und abgerundet wurden die Forschungsvorhaben durch **Untersuchungen zur Haltung und Fütterung von Schweinen im ökologischen Landbau**, zu den Umweltauswirkungen und den Konsequenzen auf die Genehmigungsverfahren, zum Stallklima und zu den Laufflächen für Milchviehställe.

Besonders hervorheben möchte ich die **gelungene Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Planen und Bauen im ländlichen Raum der TU München** in diesem Verbundprojekt. Unter der Leitung von **Herrn Prof. Dr. Reichenbach-Klinke** wurden hier am Beispiel von 11 Pilotbetrieben aus der konkreten Standortsituation **Modelle für die künftige Betriebsentwicklung erarbeitet**. Es werden dabei städtebauliche Aspekte, Landschaftsbindung und Innovationsfähigkeit genauso berücksichtigt wie Kundennähe und Imagepflege der Landwirtschaft.

Nachdem sich **investitionswillige Landwirte** heute in einer schwierigen Gemengelage von **möglichen Konflikten** befinden und wir dazu **planungs- und baurechtlich machbare praxisgerechte Lösungen** anbieten müssen, können wir aus dieser Arbeit **wertvolle Impulse** ableiten. Vielen Dank dafür an Sie, **Herr Prof. Dr. Reichenbach-Klinke!**

An dieser Stelle **danke** ich aber auch **allen anderen, die an diesem Verbund-Forschungs-Projekt mitgearbeitet haben**. Die Zusammenarbeit der verschiedenen Institute innerhalb der LfL als Klammer hat sich sehr gut bewährt. Die Ergebnisse zeigen, dass der **Einsatz von insgesamt über 2,3 Mio. € Forschungsmitteln** für dieses Verbundprojekt absolut gerechtfertigt war!

Lassen Sie mich nun noch auf einige **aktuelle Themen** eingehen, die **von Seiten der Politik** die Form der Tierhaltung maßgeblich beeinflussen.

### Schweinehaltung

Aufgabe der Politik ist es, rechtliche Vorgaben zu erarbeiten, die **praxisgerecht sind und die Wettbewerbsfähigkeit unserer Betriebe erhalten** und stärken. Ich habe mich daher schon immer für eine möglichst **richtliniennahe Umsetzung der EU-Vorgaben zur Schweinehaltung in nationales Recht** eingesetzt.

Um Nachteile für unsere heimischen Schweinehalter zu verhindern, haben wir von bayerischer Seite entsprechende Änderungsanträge im Rahmen der **Bundesratsbehandlung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung** eingebracht. Mit auf unsere Initiative hin wurden z. B. die **praxisfremden Vorgaben zur Bodengestaltung in den Ferkelbuchten gestrichen** und die Flächenvorgaben zur Eberhaltung an die EU-Vorgaben angepasst. Auch wurde klargestellt, dass der Fensterflächenanteil bei Kammstallungen auf 1,5 % reduziert werden kann.

In einigen wenigen Punkten wie z. B. der Bodengestaltung der Abferkelbuchten oder bei der Gangbreiten im Bereich der Fress- und Liegebuchten, hätten wir uns **eine noch stärkere Anlehnung an das EG-Recht gewünscht**. Entsprechende Anträge haben wir bis zuletzt im Plenum des Bundesrats gestellt. Immerhin konnten wir hier aber **Erleichterungen für bereits bestehende Stallungen erreichen**.

Nun geht es darum, dass die **geänderte Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung möglichst schnell in Kraft gesetzt** wird, damit der jahrelange und unbefriedigende Schwebeszustand für die Schweinehalter beendet und endlich **Rechts- und Planungssicherheit für längst überfällige Investitionen** geschaffen wird.

### Rinderhaltung

Die **EU-Kommission** hat am **23. Januar 2006 einen Aktionsplan Tierschutz** vorgestellt. Der zuständige EU-Kommissar Kyprianou will die **Tierschutzstandards EU-weit anheben** und harmonisieren und zugleich für **alle landwirtschaftlich genutzten Arten spezifische Tierschutznormen erlassen**.

Die beabsichtigten spezifischen Tierschutznormen gibt es **zurzeit nur für einige wenige Arten von landwirtschaftlichen Nutztieren**, unter anderem für **Kälber, Schweine und Legehennen**, während für andere Arten wie Fleischrinder und Milchkühe, Schafe, Puten, Enten, Gänse, usw. nur sehr allgemeine Anforderungen gelten.

Ich habe mich bereits kurz nach dem Erscheinen des Aktionsplans Tierschutz **gegen ein eventuelles Anbindeverbot für Milchkühe ausgesprochen**. Die bayerische Landwirtschaft wäre davon in besonderer Weise betroffen, weil derzeit noch etwa **70 % aller Milchviehhalter**, vor allem kleinere, **ihre Kühe in Anbindeställen halten**. Aufgrund der natürlichen und strukturellen Gegebenheiten kann aber in bestimmten Regionen die Bewirtschaftung und Pflege der Fläche ohne die kleinen und mittleren Betriebe, die meist im Nebenerwerb bewirtschaftet werden, nicht aufrecht erhalten werden.

**In Sachen Anbindeverbot für Milchvieh habe ich bereits mit Bundeslandwirtschaftsminister Seehofer Kontakt aufgenommen**. Er unterstützt die bayerische Position im vollen Umfang. In einem Brief hat er mir wörtlich mitgeteilt: „*Im Bereich der Milchviehhaltung sehe ich dagegen derzeit keinen Regelungsbedarf.*“ Diese Position werde ich auch weiterhin vertreten und mich **dafür einsetzen, dass kein Anbindeverbot für Milchvieh ausgesprochen wird**.

## Geflügelhaltung

Die **artgerechte Geflügelhaltung** steht seit geraumer Zeit im Blickpunkt von Diskussionen unter Verbrauchern und in den Medien. Vorhandene oder vermeintliche Missstände werden vehement angeprangert. „Massentierhaltung“ und „Käfighaltung“ sind zu **Reizworten** geworden.

Die Politik reagiert darauf angesichts des **Grundsatzes eines ethisch ausgerichteten Tierschutzes** mit entsprechenden Verordnungen und Richtlinien. Ich denke dabei insbesondere an die **EU-Hennenhaltungsrichtlinie**, die mit der **deutschen Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung** in nationales Recht umgesetzt wurde. **Konventionelle Käfigbatteriehaltung** wird es nach diesen Vorgaben **in der EU ab 2012 nicht mehr geben**. In **Deutschland** endet diese Frist bereits früher, nämlich **Ende 2006**. Wenn ein Betrieb **rechtzeitig ein Umstellungskonzept** vorlegt, verlängert sich diese Frist **bis Ende 2008**. Zugelassen sind dann **nur noch Bodenhaltung und Freilandhaltung sowie der ausgestaltete Käfig (Kleinvoliere)**.

Der Bundesrat hat in seiner EntschlieÙung vom 07. April 2006 zudem die schnellstmögliche **Einrichtung eines obligatorischen Prüf- und Zulassungsverfahrens für Legehennenhaltungssysteme** gefordert mit dem Ziel, dass spätestens ab dem 1. Januar 2012 nur noch auf Tiergerechtigkeit geprüfte und zugelassene, serienmäßig hergestellte Stalleinrichtungen für Legehennen in den Verkehr gebracht werden.

Gerade das Beispiel Legehennenhaltung zeigt, dass die **artgemäÙe Haltung ein wichtiger Aspekt der Tierproduktion** ist. Genauso gilt es aber auch, den **hygienischen Standard der Produkte und die Umweltbelastung** zu beachten. Hier haben die alternativen Legehennenhaltungssysteme Schwächen, wie dies u. a. auch in einem **gemeinsamen Forschungsprojekt der Landesanstalten** von Sachsen, Thüringen und Bayern festgestellt wurde. Somit gilt es bei der **Optimierung von Stallsystemen** einen **angemessenen Ausgleich** zwischen den Ansprüchen an **Tier- und Umweltgerechtigkeit** sowie **Gesundheit und Hygiene** zu finden.

Schließlich ist auch ein Ausgleich zu finden mit den berechtigten wirtschaftlichen Interessen der Tierhalter. So hat das **Bundesverfassungsgericht** in seiner Begründung des Urteils vom **6. Juli 1999 zur Nichtigkeit der seinerzeitigen deutschen Hennenhaltungsverordnung** dargelegt, dass der **Verordnungsgeber einen ethisch begründeten Tierschutz zu fördern hat, ohne die Rechte der Tierhalter übermäßig einzuschränken**.

Im Bereich der **Geflügelmast** gibt es derzeit nur **Empfehlungen des Europarats**. Auf EU-Ebene wird mittlerweile eine **Verordnung zum Schutz von Masthühnern** erarbeitet. In dieser Verordnung soll die Besatzdichte von Masthühnerbeständen in Abhängigkeit von Merkmalen der Tiergesundheit festgelegt werden. Hier müssen wir aufpassen, dass **nicht ein neuer großer bürokratischer Aufwand** entsteht.

Ich begrüÙe es, dass die bayerische Geflügelwirtschaft und die zuständigen Ressorts – das Umwelt- und das Landwirtschaftsministerium – bereits vor einigen Jahren **freiwillige Haltungsvereinbarungen mit bundesweiten Eckwerten getroffen haben**. Bei den Puten, Masthähnchen und Enten wurden so die Grundsätze der artgerechten Haltung festgelegt, die auch noch weiter fortgeschrieben werden sollen.

### Geflügelpest – Vogelgrippe

Seit der Bedrohung unserer Geflügelbestände durch den **aggressiven Geflügelpestvirus-typ H5N1** musste die als besonders artgerecht angesehene **Freilandhaltung von Geflügel stark eingeschränkt** werden.

Seit Beginn dieses Jahres wurde bei **74 Wildvögeln in Bayern (Stand: 22.05.2006)**, einer relativ hohen Zahl, **das Virus H5N1 nachgewiesen**. Die Übertragungswege der Krankheit sind nicht eindeutig zu belegen. Um den Eintrag in unsere Wirtschaftsgeflügelbestände zu vermeiden, müssen deshalb Maßnahmen ergriffen werden, um den **Kontakt der Wildpopulation mit dem Nutzgeflügel zu unterbinden**.

Die **Aufstallungspflicht** stellt besonders die **Halter von Wassergeflügel vor große Probleme**. Die Befruchtungsraten der Gelege in den Zuchtbetrieben sind stark beeinträchtigt. Viele kleinere Produzenten stellten keine Jungtiere auf; die **Brütereien und Aufzuchtbetriebe sind in ihrer Existenz gefährdet**. Bei einigen Geflügelarten führt gesteigerte Aggression zu Federpicken und Kannibalismus.

Nach Einschätzung der Fachleute ist damit zu rechnen, dass die **Geflügelpest noch auf Jahre hinaus eine Bedrohung für unsere Geflügelbestände** darstellen wird. Nach der neuen **Eilverordnung des Bundes** vom 9. Mai 2006 ist zwar momentan in vielen Gebieten Bayerns die Freilandhaltung wieder erlaubt. Sie wird jedoch weiterhin in definierten Risikogebieten wie Feuchtgebieten oder geflügeldichten Gebieten nicht möglich sein.

Wir müssen deshalb nach Haltungsmodellen suchen, die für alle Betriebsgrößen die **besonders artgerechte Freilandhaltung für eine gewisse Zeit ersetzen**. Hier ist die Landesanstalt gefordert, Vorschläge zu erarbeiten, die für die Geflügelhalter realisierbar und zumutbar sind!

Als Sofortmaßnahme hat die **staatliche Geflügelberatung** den Geflügelhaltern Tipps zur Verbesserung der Haltungsverhältnisse, vor allem in den kleineren Beständen, gegeben. Der **Kaltscharr-Raum**, der in der neuen Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung sowieso bei Neubauten von Legehennenställen verbindlich vorgeschrieben wird, gewinnt weiter an Bedeutung. Auch kann im Einzelfall ein **Folienstall zur Überbrückung** dienen.

Mit dem hoffentlich **in ein bis zwei Jahren verfügbaren Marker-Impfstoff**, der derzeit mit Hochdruck vom Friedrich-Löffler-Institut entwickelt wird, ist die Situation dann wieder neu zu beurteilen.

Es muss aber auch ernsthaft geprüft werden, wie die derzeitigen **EU-Vermarktungsnormen für Eier, Geflügelfleisch und den Öko-Bereich anzupassen** sind, damit weiterhin eine Produktion in den alternativen Systemen möglich ist.

### Ausblick

Gerade die letzten Monate haben uns deutlich gemacht, dass beim Tierschutz Wunschdenken nicht weiter hilft. **Tierschutz** muss eingebunden sein in ein **modernes tierhalterisches Gesamtkonzept**, das sich letztendlich auch daran zu orientieren hat, wie sich der Verbraucher beim Kauf von Lebensmitteln verhält.

Beim Verbraucherverhalten ist seit Jahren eine **Diskrepanz zwischen Forderungen nach Qualität, Tier- und Umweltschutz** einerseits und der **konkreten Einkaufsentscheidung** andererseits festzustellen. Tatsache ist: Für die Mehrheit der Verbraucher stellt der **Preis nach wie vor das erstrangige Kriterium** beim Einkauf dar.

**Eines muss klar sein:** Landwirte und Staat können die Forderungen in Sachen **Umwelt-, Tierschutz- und Qualitätsstandards** nicht allein erfüllen. Die Verantwortung dafür, **ob und in welcher Höhe diese vielfältigen Standards** auch künftig über das gesetzliche Mindestmaß hinausgehen, tragen zu allererst die **Verbraucher**. Ihnen muss bewusst sein, dass höhere Standards nur über angemessene Erzeugerpreise möglich sind, die letztlich über **entsprechende Ladenpreise erwirtschaftet** werden müssen.

Mit dem **Verbund-Forschungs-Projekt „Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltung“** hat die LfL und ihre Verbundpartner eine **hervorragende fachliche Grundlage für die moderne Tierhaltung** erarbeitet. Die Landwirte beweisen, dass sie bereit sind, in diese Systeme zu investieren. Wenn wir nun die Verbraucher noch dazu bringen, unseren Produktionsstandards auch eine entsprechende Wertschätzung entgegen zu bringen, hat sich die Arbeit erst richtig gelohnt!

In diesem Sinne wünsche ich **der Tagung einen guten und informativen Verlauf!**

---

# Ethik in der Tierhaltung

Dr. Roger J. Busch  
Institut Technik – Theologie – Naturwissenschaften (TTN),  
Ludwig-Maximilians-Universität München,  
Marsstraße 19, 80335 München

## Zusammenfassung

Um in einem durch Polarisierung bestimmten, über die Medien inszenierten Streit über angemessene Formen der landwirtschaftlichen Tierhaltung gesellschaftliche Akzeptanz für die landwirtschaftliche Tierhaltung zu erreichen, ist es unverzichtbar, deren ethische Zulässigkeit aus der Perspektive der Landwirte pro-aktiv zum Thema öffentlicher Darstellungen und Diskussionen zu machen. Denn die gesellschaftliche Akzeptanz ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass auch künftige rechtliche Entwicklungen positive Entwicklungsmöglichkeiten für die Tierhaltung bereitstellen.

Eine ethische Bewertung der landwirtschaftlichen Tierhaltung sollte davon ausgehen, dass Tiere fähig sind, Schmerzen zu empfinden und zu leiden. Dies vorausgesetzt bedeutet für den Tiere haltenden Landwirt, dass er verpflichtet ist, die Belastungen, denen seine Tiere ausgesetzt werden, so gering wie möglich zu halten. Insofern widmet sich die ethische Bewertung der Prüfung der Intensität von Eingriffen am Tier (und auch die Haltung als solche wird in diesem Zusammenhang – ohne Wertung – zunächst als Eingriff interpretiert). Der Intensität des Eingriffs wird der mit dem Eingriff angestrebte Nutzen gegenüber gestellt: dem gewählten pathozentrischen Ansatz (pathos = Leiden) zufolge zuerst als Nutzen für das betroffene Tier, sodann als Nutzen für andere Tiere der Herde und in der Folge für den Landwirt, die Verbraucher und die Umwelt. Schließlich wird das Verhältnis von Eingriffs-Intensität und Nutzen beurteilt und nach möglichen Alternativen zum Eingriff gefragt, die vielleicht mit weniger Belastungen für das Tier auskommen.

Das Institut TTN an der LMU München hat hierfür ein Dialogmodell entwickelt, das ab Herbst 2006 angewendet werden soll, um Landwirte und Verbraucher auf den Höfen moderiert in einen strukturierten und fairen Dialog zu führen.

# Ethics in Animal Husbandry

Dr. Roger J. Busch  
TTN Institute for applied ethics,  
Ludwig-Maximilians-University Munich,  
Marsstraße 19, 80335 Munich / Germany

## Summary

In order to receive social acceptance today, animal husbandry in agriculture must give evidence of its ethical justification. Social acceptance is a prerequisite for such a development of the legal framework that grants animal husbandry the necessary scope for evolution.

An ethical assessment of animal husbandry should start by recognising that animals are able to perceive, and feel the sensation of pain (pathocentric approach). The assessment as such then follows the steps „estimation of infringement (intensity)” – here, every housing system is regarded as infringement and the farmer’s task is to minimise the burdens put on the single animal – „determination of desired benefits” – first in regard of the single animal, second of the other animals on the farm, third of the farmer and then of consumers and environment –, „consideration of infringement (intensity) versus desired benefits”, and „evaluation of potential alternatives”, which might contribute to minimising the burdens put on the animal.

With regard to the future growing need for social acceptance, dialogue with society has to be made open and transparent. Therefore, TTN Institute for applied ethics at Munich University developed a model for fair dialogue. This model is to be used starting late 2006.

## 1 Einleitung

Die landwirtschaftliche Tierhaltung ist in Teilen der Öffentlichkeit – nicht allein in unserem Land, sondern in allen Teilen Europas – umstritten. Eine Internet-Umfrage in der EU ergab, dass der überwiegende Teil der Vielen, die sich an der Umfrage beteiligten, davon ausgeht, dass die Tiere im landwirtschaftlichen Kontext unter (zu) schlechten Bedingungen gehalten werden.<sup>1</sup> Die nur über Internet einsehbare Umfrage von Anfang 2006 war gewiss nicht repräsentativ, aber sie gewährt doch einen Einblick in die Bewertungen der Tierhaltung durch Menschen, die sich eben Zeit nehmen, um an einer solchen Umfrage teilzunehmen – mutmaßlich viele im Tierschutz aktive Laien. Selbst wenn, wie ein großer Teil der Antwortenden eingestand, die eigenen Erfahrungen mit Hofbesuchen eher gering sind, so wirken offenkundig bestimmte Bilder der Tierhaltung im Hintergrund.

Bilder wirken aus sich heraus. Sie dienen bisweilen nicht lediglich als Visualisierung einer bereits formulierten Aussage. Sie *sind* die Aussage. Und diese wirkt erfahrungsgemäß sehr viel länger und intensiver als ein Text.

Insofern ist auch die Tierhaltung mit der Macht der Bilder, die andere (!) sich von ihr machen, konfrontiert. Hier geht es gewiss zunächst um Ästhetik. Es geht aber auch um die Deutungen der Freiheitsgrade, die züchterisches Handeln in unserer Gesellschaft beanspruchen darf.

Damit ist das Parkett, auf dem sich die Diskussion bewegt, das der *ethischen* Bewertung. Ethik ist die systematische Reflexion auf moralische Urteile. Das bedeutet: Was ein Einzelner für sich persönlich als moralisch vertretbar ansieht, muss vor dem Hintergrund allgemeiner gesellschaftlicher Wertvorstellungen bewertet werden. Es muss auf argumentative Konsistenz hin befragt werden. Und es muss daraufhin untersucht werden, ob formulierte individuelle moralische Urteile auch von anderen prinzipiell übernommen werden können. Darin unterscheidet sich der Zugang zum Thema aus der Perspektive der Ethik deutlich von intuitiven und/oder politischen Bewertungen. Damit eröffnet die Ethik den Praktikern die Möglichkeit, ihre als gute Gründe angesehenen Erwägungen gesellschaftlich anschlussfähig zu strukturieren und ihre Kommunikation entsprechend zu gestalten.

## 2 Hinführung zur ethischen Bewertung der Tierhaltung

Besonders im angelsächsischen Sprachraum gibt es seit langem eine Tierrechts-Bewegung. Tiere, so die These, besitzen Rechte wie der Mensch. Und dementsprechend braucht man Anwälte, die diese Tierrechte verteidigen.

Inhaltlich parallel laufen Überlegungen, den Tieren einen inhärenten (d. h. ihnen als einem vom Menschen unabhängigen Subjekt zukommenden) Wert zuzuschreiben, der wiederum mit dem Konzept gestützt wird, den Tieren käme – analog der des Menschen – „Würde“ zu.

Alle diese Überlegungen finden in der Öffentlichkeit starken Widerhall. Sie funktionieren über die Analogie: Wenn ich als Mensch Rechte, einen Eigenwert und Würde besitze, so kann dies angesichts des stets zunehmenden Wissens im Bereich der Verhaltensbiologie und Neurobiologie doch den Tieren kaum vorenthalten werden.

---

<sup>1</sup> [http://europa.eu.int/comm/food/consultations/action\\_plan\\_farmed\\_background\\_de.htm](http://europa.eu.int/comm/food/consultations/action_plan_farmed_background_de.htm)

Nun ist es naturgemäß schwierig, mit einem Tier zu sprechen und herauszufinden, welche Rechte es einklagen und welche Bedürfnisse es gerne ausleben würde. Hier öffnet sich ein weiter Raum, dem Tier etwas zuzuschreiben, das in manchen Fällen mutmaßlich zunächst eher den Bedürfnissen von Menschen entspricht. Tatsächlich wissen wir wenig von den Bedürfnissen der Tiere – verstanden im Sinne eines über den physiologischen Bedarf hinaus gehenden Anspruchs. Den natürlichen Bedarf der Tiere hingegen kann man heute schon zunehmend besser bestimmen.

Man hat nun, anknüpfend an die Diskussion im angelsächsischen Sprachraum, bestimmte „Freiheiten“<sup>2</sup> beschrieben, die dem Tier zukommen, und die der Mensch zu respektieren habe. Diese fünf Freiheiten sollten auch für diejenigen anzuerkennen sein, die nicht von Tierrechten oder von „Würde“ des Tieres im engeren Sinne sprechen möchten. Sie verweisen auf die moralische Verpflichtung des Tiere haltenden und Tiere züchtenden Menschen. Tiere werden hierbei als Subjekte mit Ansprüchen verstanden, die der Mensch zu identifizieren hat. Die Freiheiten fokussieren zunächst auf die Haltung der Tiere, doch scheint es sachgemäß, auch die über die Züchtung an die Tiere weiter gegebenen Merkmale aus der Perspektive des Anspruchs der Tiere zu bewerten.

Im Einzelnen handelt es sich um:

- (1) Freiheit von Hunger und Durst,
- (2) Freisein von Unbehagen,
- (3) Freisein von Schmerzen, Verletzungen und Krankheiten,
- (4) Freisein von Angst und Leiden,
- (5) Freisein zum Ausleben normaler Verhaltensweisen.

Leben Tiere in der freien Natur, geht es zwar in der Regel nicht so zu, dass solche Rechte beachtet würden. „Die Natur ist nicht im Tierschutzverein“. Doch wenn der Mensch Tiere zu seinem Nutzen hält, so kann er sich nicht darauf berufen, dass es in der Natur eben häufig brutal zugeht.

Die fünf Freiheiten vermitteln, komplementär zu den den Tieren zugeschriebenen Abwehransprüchen (nach TSchG §11b), die positiven Ansprüche des Tieres.

### **3 Die Leistungsfähigkeit des pathozentrischen Ansatzes**

Die Fähigkeit des Tieres, Schmerz zu empfinden und zu leiden, ist der sachgemäße Ausgangspunkt, den Umgang des Menschen mit dem Tier ethisch zu bewerten und künftiges Handeln daran auszurichten. Man nennt diesen Ausgangspunkt „pathozentrisch“ (vom griechischen „pathos“ = Leiden).

Dabei muss einschränkend festgestellt werden, dass der pathozentrische Ansatz im hier vorzustellenden Sinne wohl nur im gegebenen Kontext der landwirtschaftlichen Tierhaltung streng durchgehalten werden kann. Denn wenn es Ziel sein würde, den Tieren Leiden unter allen Umständen zu ersparen, so müsste man alle Tiere töten oder gar nicht erst erzeugen (lassen): Wer nicht ist, kann auch nicht leiden. Das ist eine abstrakte und mutmaßlich als zynisch verstandene Schlussfolgerung. Sie ergibt sich aber aus einem Ansatz, der kontextunabhängig vertreten würde.

---

<sup>2</sup> Vgl. Farm Animal Welfare Council, July 2005: [www.fawc.org.uk/freedoms.htm](http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm).

Wir vertreten den pathozentrischen Ansatz im Folgenden bewusst kontextabhängig. Wir nehmen zur Kenntnis, dass der Mensch Tiere mit dem Ziel züchtet, sie seinen Bedürfnissen anzupassen, und Tiere hält, um sie zu nutzen. Der Umstand, dass er dies seit sehr langer Zeit tut, rechtfertigt allerdings nicht, dass er dies auch in Zukunft und uneingeschränkt so tun dürfen soll. Moralische Urteile wandeln sich. Moralische Urteile spiegeln nicht zuletzt wider, welche Vorstellungen von einem gemeinsamen guten Leben in definierten Gesellschaften zu einem gegebenen Zeitpunkt konsensfähig sind. Insofern müssen sich Akteure in diesen Gesellschaften von dort wirkenden, wenn auch gelegentlich eher indirekt erkennbaren moralischen Wertvorstellungen ausgehen und sich in ihrem Handeln darauf beziehen können.

In vielen Gesetzestexten und Politiker-Reden wird eine „artgerechte“ Tierhaltung gefordert – folgerichtig mit entsprechenden Implikationen für Zuchtziele. Das klingt gut und die Absicht ist ehrenwert. Aber die Deutungen dessen, was denn im Blick auf eine Kuh oder ein Schwein oder ein Huhn „artgerecht“ sei, sind weit. Und die Verhaltensbiologen („Ethologen“) sind sich auch hierzu vielfach durchaus nicht einig.

Die Forderung nach einer „artgerechten“ Tierhaltung signalisiert dennoch zunächst einmal zutreffend, dass der Mensch mit dem Tier aus ethischer Perspektive nicht alles machen können sollte, was ihm vielleicht einen ökonomischen Nutzen bescheren würde. Er trägt Verantwortung für sein Tier.

Es erscheint wesentlich sinnvoller, anstelle von „artgerechter“ Haltung von einer *dem einzelnen Tier* gerecht werdenden Haltung zu sprechen. Weil es jeweils das einzelne Tier ist, das leidensfähig ist, muss das Handeln des Menschen dem einzelnen Tier auch darin gerecht werden, Leiden des Tieres (hervorgerufen durch zu hohe Belastungen) zu verhindern.

## 4 Der Gestaltungsspielraum des Landwirts

Landwirtschaftliche Tierhaltung ist eine berufliche Aufgabe. Dies bedeutet, dass die weit- aus meisten Landwirte ihre Tiere zum Gelderwerb halten – und nicht aus Hobby-Interessen.<sup>3</sup> In diesem Zusammenhang ist der Gestaltungsspielraum des Landwirts durch eine Reihe von Einflussfaktoren eingeschränkt: durch ökonomische Rationalitäten, durch rechtliche Vorgaben, durch die mit Haltungssystemen verbundenen und fachlich zu berücksichtigenden physiologischen Einschränkungen der Tiere und – vielleicht nicht zuletzt – durch die bewusste Wahrnehmung moralischer Wertvorstellungen durch den Landwirt selbst.

Dabei steht der Landwirt zugleich vor Herausforderungen, die mit der seit vielen Jahren erkennbaren Veränderung des Produktionsparadigmas verbunden sind: Spezialisierung in der Tierhaltung, möglicherweise steigende Anfälligkeit der gehaltenen Tiere, erhöhter Kontroll- und Lenkungsaufwand, erhöhte Investitionen, Optimierungszwang, Senkung der Kosten und Steigerung der Produktivität und wiederum weitere Spezialisierung – dies alles als eine in sich geschlossene Spirale verstanden.

---

<sup>3</sup> Bekanntermaßen gibt es Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe, die auf keine Form des Broterwerbs mehr angewiesen sind. Ihnen fällt es naturgemäß leicht(er), Maßnahmen in ihrer Tierhaltung durchzuführen, die in ökonomischer Hinsicht für die „normalen“ Landwirte nicht umsetzbar wären. Gleichwohl wird dieser Umstand unterschiedlicher ökonomischer Leistungsfähigkeit in vielen Presse- und Mediendarstellungen galant verschwiegen.

Bei alledem ist zu beachten, dass der Gestaltungsspielraum des Landwirts begrenzt ist – und damit auch seine Verantwortung. Er ist „lediglich“ für die Verfahren und Geschehnisse verantwortlich, die auf seinem Hof stattfinden – für diese jedoch in besonderer Weise!

## **5 Von der Problemstellung zur ethischen Bewertung**

Landwirtschaftliche Tierhaltung ethisch zu bewerten, ist nicht allein für den Landwirt selbst, sondern auch für interessierte Laien von Bedeutung.

Am Institut TTN wurde deshalb in den vergangenen Jahren nicht nur ein ethisches Bewertungsmodell zur Tierhaltung entwickelt, sondern auch ein Dialogmodell, das auf dieser Studie aufbaut.

Landwirte und Laien treffen sich nach einem Hofrundgang, um in etwa einer Stunde ein definiertes Verfahren auf dem betreffenden Hof eingehend zu besprechen. Dabei fungieren der Landwirt als Auskunft Gebender, ein Officialberater (z.B. Landwirtschaftsamt) als zusätzlicher Garant fachlicher Qualität und ein für die Anwendung des Dialogmodells ausgebildeter Moderator als Anwalt des Prozesses. Die Laien bekommen die Möglichkeit, fachliche Daten in gleichsam homöopathischen Dosen aufnehmen zu können und ihre Anliegen in gleichermaßen dosierter Form vorzutragen.

Die Schritte des Dialogs lassen sich kurz benennen:

*Die Tierhaltung als solche lässt sich nicht pauschal bewerten. Würde man dies versuchen, könnte zwischen den verschiedenen Graden des aktuell moralisch Zulässigen nicht differenziert werden. Es kann nicht um eine pauschale Ablehnung oder eine umfassende Bestätigung der Tierhaltung gehen. Es muss kontext-abhängig und in Einzelabwägungen bewertet werden.*

### ***Definierte Problemstellung***

Insofern ist es wichtig, eine ethische Bewertung auf eine möglichst konkrete Problemstellung zu beziehen. Ob Abferkelstand, Vollspaltenboden oder Kleinvoliere – die Problemstellungen lassen sich verhältnismäßig leicht definieren.

### ***Rechtliche Mindestanforderungen***

Der Landwirt muss belegen können, dass die von ihm gewählte Haltungsform zumindest den rechtlichen Anforderungen an die sog. „Gute fachliche Praxis“ entspricht. Es versteht sich von selbst, dass der Bewertungsgang beendet wäre, wenn er die Anforderungen nicht erfüllen würde: was illegal ist, bedarf auch keiner weiteren ethischen Würdigung.

### ***Beschreibung der Eingriffsintensität***

Durch die Haltung werden dem Tier potenzielle Belastungen zugemutet, die grundsätzlich und wertneutral als Eingriff zu interpretieren sind. Möchte man ein Haltungssystem sachgemäß ethisch bewerten und dem im oben skizzierten Sinne modifizierten pathozentrischen Ansatz folgen, so ist es folgerichtig, die für das einzelne Tier durch die Haltungsform bzw. ein konkretes Verfahren „zugemutete“ Eingriffsintensität so genau wie möglich

zu beschreiben. Die Eingriffsintensität reflektiert und gewichtet die dem Tier im Laufe seines Lebens auferlegten Belastungen.

### ***Definition des angestrebten Nutzens des Eingriffs und Abwägung des Verhältnisses von Eingriffsintensität und Nutzen***

Nach der Bestimmung der Eingriffsintensität muss gefragt werden, ob nicht durch die Haltung bzw. darin durchgeführte Verfahren / Anwendungen physische Belastungen für das einzelne Tier hervorgerufen werden, die wiederum durch zusätzliche Interventionen durch den Landwirt kompensiert werden müssen. Der argumentative Stand des Landwirts wäre hier in der Tat verletzlich. Denn der von ihm angestrebte ökonomische Nutzen kann nicht unmittelbar gegen eine potenzielle Belastung des Tieres aufgerechnet werden. Die Belastung eines Tieres kann zunächst nur durch einen Nutzen gerechtfertigt werden, der dem Tier selbst oder anderen Tieren der Herde zugute kommt. Ist die Belastung (gemessen über die Eingriffsintensität, die als Vektor aus Eingriffstiefe x Eingriffsdauer verstanden wird) hoch, so wird eine ethische Rechtfertigung sehr schwierig. Dieses Problem ergibt sich in verschärfter Form für die Züchtung selbst. Denn ihr Resultat betrifft häufig das ganze Leben der erzeugten Tiere.

Haltungsformen, die einer Stabilisierung der Tiergesundheit und der Ermöglichung „normalen Verhaltens“ (vgl. die genannten fünf Freiheiten) dienen, werden in diesem Zusammenhang eher positiv zu bewerten sein. Sie haben das Kriterium des Tierwohls gewissermaßen bereits auf ihrer Seite.

### ***Abwägung von Alternativen***

Selbst wenn eine ethische Bewertung ergibt, dass die Handlung des Landwirts als zulässig anerkannt wird, soll er sich der Betrachtung (ökonomisch) realisierbarer Alternativen stellen.

Dies ist durchaus nicht trivial. Denn aus der Perspektive der Praktiker hat sich ja der Status quo als ein guter erwiesen. Und wenn die gesellschaftliche Diskussion auch noch ergeben sollte, dass die Öffentlichkeit diesen Status als moralisch vertretbar einschätzt: Warum sollte der Akteur sich dann noch Alternativen zuwenden?

Die Antwort ergibt sich, wenn man in die Geschichte der landwirtschaftlichen Entwicklung blickt. Diese Geschichte ist geprägt von einem starken Beharrungsvermögen auf der einen und von einer eindrucksvollen Innovationsfähigkeit auf der anderen Seite. Betrachtet man in diesem Zusammenhang auch die allmähliche Erweiterung der Zuchtzieldefinitionen von Leistungssteigerungen um die der Förderung des Gesundheitsstatus – ein Bereich, der in der öffentlichen Kommunikation bislang kaum angekommen ist (man denke an den stehenden Topos der Puten, die soviel Brustfleisch ansetzen, dass sie kaum noch stehen können; ein „beliebtes“ Beispiel in vielen Broschüren der Kritiker der Tierhaltung) –, so liegt es nahe, diese Zielbereiche ausdrücklich um den der Tiergerechtigkeit zu erweitern. Doch auch das Aufkommen moderner Aufstallungssysteme zeigt, dass im landwirtschaftlich-technischen Bereich große Entwicklungspotenziale vorhanden sind. Der Umstand, dass seitens des Staates ohnehin nur solche Aufstallungssysteme neu gefördert werden, die der Tiergerechtigkeit (noch) besser Rechnung tragen, zeigt, dass Innovation zu den Kernbestandteilen der landwirtschaftlichen Tierhaltung gehört.

## 6 Problemfelder der Tierhaltung, die einer ethischen Reflexion bedürfen

Anhand der oben skizzierten Systematik sollten eine Reihe von Problemstellungen der Tierhaltung zunächst innerhalb der Berufsgruppe der Landwirte diskutiert werden. Sie können an dieser Stelle lediglich beispielhaft und in Auswahl genannt sein.

- Aufstallungssysteme im Hinblick auf die ethologischen Grundanforderungen der Tiere
- Medikamenteneinsatz in der Tierhaltung – zwischen Prophylaxe und Behandlung (ein mutmaßlich weiteres Thema öffentlicher gesellschaftlicher Kontroversen)
- Nutzungsdauer der Tiere (insbesondere in der Milchviehhaltung relevant)
- Semantische Aspekte der Rede von „Qualität“.

Alle diese Themen harren bislang einer sachgemäßen ethischen Analyse. Das ist – im Blick auf die teilweise sehr engagierte öffentliche Diskussion zur landwirtschaftlichen Tiernutzung – kein lässlicher Bereich. Die Öffentlichkeit „entdeckt“ immer mehr Themen für eine Beschäftigung mit einem bis dahin eher unterbelichteten Bereich der Lebensmittelproduktion. Die Tierhaltung wird auf absehbare Zeit ebenfalls im Fokus einer kritischen Aufmerksamkeit bleiben. Hier sollten die Vertreter der Tierhaltung schnell gute Antworten geben können.

## 7 Literaturverzeichnis

- [1] BUSCH, R. J. UND P. KUNZMANN (2006): Leben mit und von Tieren. Ethisches Bewertungsmodell zur Tierhaltung in der Landwirtschaft. Utz Verlag, München, 2. Auflage. Dort: weitere Literatur.
- [2] HIRT, A., CHR. MAISACK UND J. MORITZ (2003): Tierschutzgesetz. Kommentar. München.
- [3] SCHÜTT, H.-P. (1990): Die Vernunft der Tiere. Goldbach.
- [4] WENDEROTH, A. (2002): Die Geschichte von Mensch und Tier. In: GEO 05/2002, S. 88-112.

---

# Verbundprojekt und Pilotvorhaben im Überblick

Dr. Bernhard Haidn  
Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

## Zusammenfassung

Die Tierhaltung hat in Bayern eine herausragende Bedeutung. Als Folge der BSE-Krise wurden in den Jahren 2003 bis 2005 aus Mitteln der „Verbraucherinitiative Bayern“ Pilotvorhaben für beispielhafte artgerechte Tierhaltung und Forschungsvorhaben zur Verbesserung und Optimierung artgerechter Tierhaltungsverfahren unterstützt. Die Umsetzung der Vorhaben erfolgte an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) im Rahmen des Verbundprojektes „Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren, wobei externe Forschungseinrichtungen (TU-München, LMU-München) und weitere bayerische Organisationen (LKV, Berufsgenossenschaft) in Teilbereichen eingebunden waren.

Nach Auswahl von 34 Pilotbetrieben (22 konventionelle und 12 ökologische Wirtschaftsweise) lagen die Untersuchungsschwerpunkte in folgenden Bereichen:

- Dokumentation und Bewertung aller Pilotbetriebe hinsichtlich Gestaltung von Hofanlagen, Gebäudeausführung, Haltungsverfahren und dessen Tiergerechtigkeit, Arbeits- und Betriebswirtschaft
- Spezielle Fragen der Haltung und Fütterung von Schweinen im ökologischen Landbau
- Spezielle Fragen der Tierhaltungsverfahren (Umweltwirkungen und Umsetzung im Genehmigungsverfahren, Stallklima, Laufflächen für Milchviehställe)

Über Projekte, die nicht im Tagungsprogramm dieser Jahrestagung enthalten sind, wird in diesem Beitrag ein kurzer Überblick gegeben.

Aus den zahlreichen Teilprojekten steht für Landwirte, Beratung und Verbraucher ein vielfältiges Informationsangebot in Form von Veranstaltungen, Dokumentationen, LfL-Berichten und Veröffentlichungen zur Verfügung, das auch im Internetangebot der LfL abrufbar ist.

# Joint Project and Pilot Scheme – an Overview

Dr. Bernhard Haidn

Institute for Agricultural Engineering, Farm Buildings and Environmental Technology,  
Bavarian State Research Center for Agriculture,  
Voettinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan / Germany

## Summary

In Bavaria livestock husbandry is of particular importance. In consequence of the BSE-crisis monitoring farms for welfare animal husbandry and research projects to improve and optimize welfare animal keeping were supported by the Bavarian government in the years 2003 – 2005. The realisation was made by the Bavarian State Research Centre for Agriculture (LfL) within the cooperative project “Animal welfare, environment compatible and competitive livestock husbandry”. External research organisations (TU-Munich, LMU-Munich) and other Bavarian organisations (Bavarian Association for Animal Recordings, Accident Prevention & Insurance Association) were involved in parts.

After selecting of 34 pilot farms (22 conventional, 12 organic) the following main topics were researched:

- Documentation and evaluation of all farms considering the arrangement of the farms, the design and structure of buildings, the livestock keeping and its welfare, the labour input and economic
- Special questions about keeping and feeding pigs in organic livestock production
- Special questions about livestock husbandry (environmental effects and realisation in approval process, stable climate, walking surfaces in freestalls for dairy cows)

About all projects which are not content of this meeting a short overview is given.

From all of these projects farmers, advisors and consumers can get a lot of information in form of presentations, documentations, LfL-reports and publications. All of them are also available at the internet offer of the Bavarian State Research Centre for Agriculture.

## 1 Einleitung

Vor dem Hintergrund der BSE-Krise startete die Bayerische Staatsregierung im Jahr 2001 eine „*Verbraucherinitiative Bayern*“. Ziel dieser Initiative war es, Sicherheit für die Verbraucher und Vertrauen in die Nahrungsmittel aus dem eigenen Land wieder herzustellen. Mit etwa 75 Mio. Euro sollte ein beträchtlicher Teil der insgesamt ca. 300 Mio. Euro für ein „*Umstellungsprogramm für die Landwirtschaft*“ eingesetzt werden. Das Kernstück dieses Programms bildete mit 43 Mio. Euro das **Bayerische Programm für artgerechte Tierhaltung**, das im Wesentlichen auf drei Säulen basiert:

- dem Bayerischen Investitionsförderprogramm für artgerechte Tierhaltung (ByPaT)
- Pilotbetrieben für beispielhafte artgerechte Tierhaltung
- Forschungsvorhaben zur Verbesserung und Optimierung artgerechter Tierhaltungsformen

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft war an allen diesen Maßnahmen fachlich unmittelbar eingebunden; insbesondere, wenn es darum ging, Förderkriterien der artgerechten Tierhaltung festzulegen, Pilotbetriebe nach festgelegten Kriterien auszuwählen oder eine wissenschaftliche Betreuung der Betriebe sowie weitere Forschungsvorhaben in diesem Zusammenhang durchzuführen.

### 1.1 Beteiligte Institutionen

Zur Bewältigung der Aufgaben wurde an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft der Arbeitsschwerpunkt „Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren“ eingerichtet. Ein großer Teil der darin mitarbeitenden Fachleute wurde über das vom Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten unterstützte gleichnamige Verbundprojekt finanziert. An dem Forschungsvorhaben nahmen folgende Institute der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft teil:

- Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik (ILT, Koordination)
- Institut für Tierhaltung und Tierschutz (ITH)
- Institut für ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik (ILB)
- Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)

In das Projekt war ebenfalls der Lehrstuhl für Planen und Bauen im ländlichen Raum der TU-München (TUM) integriert. Darüber hinaus wurde eng mit dem Institut und Poliklinik für Arbeits- und Umweltmedizin der LMU-München, den land- und forstwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften Niederbayern/Oberpfalz und Schwaben, dem Landeskuratorium für tierische Veredlung in Bayern (LKV) sowie den Verbänden für ökologischen Landbau Bioland und Naturland zusammengearbeitet.

### 1.2 Zielstellung

Im Mittelpunkt der Arbeiten standen Projekte zu Stallsystemen und Tierhaltungsverfahren. Zentrale Bedeutung hatten die bayerischen Pilotbetriebe für artgerechte Tierhaltung. Die Anforderungen an die Bearbeitung der gesamten Thematik waren sehr umfassend und gingen von einer exakten wissenschaftlichen Datenerfassung und Analyse bis hin zur öffentlichkeitswirksamen Darstellung der vorgenommenen Maßnahmen. Im Wesentlichen sollten folgende Hauptziele erreicht werden:

- Realisierung beispielhafter Stallgebäude für die landwirtschaftliche Nutztierhaltung auf Pilotbetrieben
- Darstellung der Betriebe einer breiten Öffentlichkeit und Wissenstransfer über den Stand der artgerechten Tierhaltung in Bayern
- Wissenschaftliche Begleitforschung zur Bewertung der Stallsysteme in einem institutsübergreifenden Verbundprojekt
- Untersuchung gezielter Fragestellungen zur artgerechten Tierhaltung
- Rationalisierung und Standardisierung zukünftiger Stall- und Betriebsplanungen, Ausarbeitung von Beratungshilfen und -empfehlungen

Diese komplexen Frage-/Zielstellungen waren nur in einem übergreifenden Verbund zu beantworten.

## 2 Das Verbundprojekt „Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren“

Das in Abb. 1 als Übersicht dargestellte Verbundprojekt gliedert sich in die vier Teilbereiche A bis D. Die Basis für das Gesamtprojekt bildet der Teilbereich D mit den Pilotbetrieben. Neben einer ausführlichen Dokumentation dieser Betriebe wurden im Rahmen des Forschungsprojektes zahlreiche spezielle Fragestellungen im Bereich des ökologischen Landbaus, zu den Tierhaltungssystemen aus Sicht von Bauwesen, Technik und Tierschutz, zur Arbeitswirtschaft und Betriebswirtschaft sowie zu den Umweltwirkungen und der Umsetzung im Genehmigungsverfahren untersucht. Soweit kein eigener Beitrag in diesem Tagungsband enthalten ist, sollen wesentliche Ergebnisse der Untersuchungen kurz dargestellt werden.

### 2.1 Das Pilotvorhaben für artgerechte Tierhaltung

#### Auswahlverfahren

Der Landwirt konnte zur Anerkennung als Pilotbetrieb einen formlosen Antrag beim zuständigen Landwirtschaftsamt stellen, dem eine Betriebs- und Baubeschreibung sowie Baupläne beizufügen waren.

Ein durch das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten zu diesem Projekt einberufener Beirat, in dem neben Fachleuten des Ministeriums auch die Landwirtschaftsämter, die Bauberatung und die Landesanstalt für Landwirtschaft vertreten waren, wählte geeignete Betriebe nach fachlichen Kriterien aus. Zuvor fand eine formale Prüfung der Betriebe statt.

#### Auswahlkriterien

Folgende Kriterien waren bei der Auswahl der Betriebe maßgeblich:

- Stellungnahmen der Landwirtschaftsämter und Bauberater zur
  - Eignung des Betriebes hinsichtlich artgerechter Tierhaltung, baulicher Gestaltung, Entwicklungsmöglichkeiten (→ baufachliche Stellungnahme (mindestens AFPaT oder ByPaT-Kriterien)), Eignung des Betriebsleiters hinsichtlich Durchführung und Präsentation des Pilotvorhabens
  - Allgemeiner Betriebszustand zum Zeitpunkt der Antragstellung
  - Wirtschaftlichkeit der geplanten Maßnahme (Berechnung mit ÖKONOM)

*A Ökologische Schweinehaltung*

- Optimierung von Fütterungsstrategien und der Fleischqualität einschließlich der Nährstoffströme in der ökologischen Schweinehaltung (ITE)
- Ethologische Anforderungen an artgerechte Haltungssysteme (ITH)
  - Abferkeln im Außenklimastall
  - Gruppenhaltung ferkelführender Sauen
  - Schweinemast im Offenfrontstall

*B Entwicklung neuer Stallmodelle*

- Dokumentation bestehender Hofanlagen und Testentwürfe für neue Hofmodelle (Lehrstuhl für Planen und Bauen im ländlichen Raum, TU-München)
- Stallmodelle für die Nutztierhaltung (Projektbearbeitung: ILT)

*C Umweltverträglichkeitsprüfung in der Tierhaltung (UVP)**D Wissenschaftliche Betreuung der bayerischen Pilotvorhaben für artgerechte Tierhaltung*

- Dokumentation der Pilotbetriebe (ILT, ILB, ITH)
- Tierhaltung und Tierschutz (ITH)
  - Beleuchtung in Milchviehställen
  - Liegeflächengestaltung bei Fressern und Mastbullen
  - Zuluftkühlung in Schweineställen
  - Sensor-Flüssigfütterung von Mastschweinen am Kurztrug
- Steuerungsparameter für das Klima in Außenklimaställen für Milchvieh (ILT)
- Optimierung von Laufflächen in Milchviehställen (ILT)
- Emissionen/Immissionen (ILT)
- Arbeitszeitbedarf und Arbeitsplatzkonzentrationen von Staub, Gasen und Keimen (ILT)
- Betriebswirtschaftliche Analysen und Vergleiche (ILB)

Abb. 1: Übersicht über die Teilbereiche des Verbundprojektes für artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren

- Berücksichtigung bautechnischer Kriterien (z. B. Verwendung besonderer Materialien und Bauweisen (Gründach))
- Überzeugendes Gesamtkonzept für den Betrieb und das Stallgebäude
- Zuordnung des Betriebes hinsichtlich Tierart und Region

**Ausgewählte Betriebe**

In mehreren Auswahl Sitzungen wurden insgesamt 36 Betriebe als Pilotbetriebe für artgerechte Tierhaltung ausgewählt, von denen in der Folge 2 Betriebe den Antrag wieder zurückzogen. Die räumliche Verteilung in Bayern und die Zuordnung nach Regierungsbezirken ist in Abb. 2 zu sehen.

Von den 34 Betrieben entfallen 18 auf den Bereich der Milchvieh-/Rinderhaltung, 12 auf die Schweinehaltung und 4 auf die Geflügelhaltung. Mit 12 Betrieben wirtschaftet über

ein Drittel nach den Kriterien des ökologischen Landbaus. Eine Kurzbeschreibung der Betriebe ist in Tab. 1 und Tab. 2 zu finden.

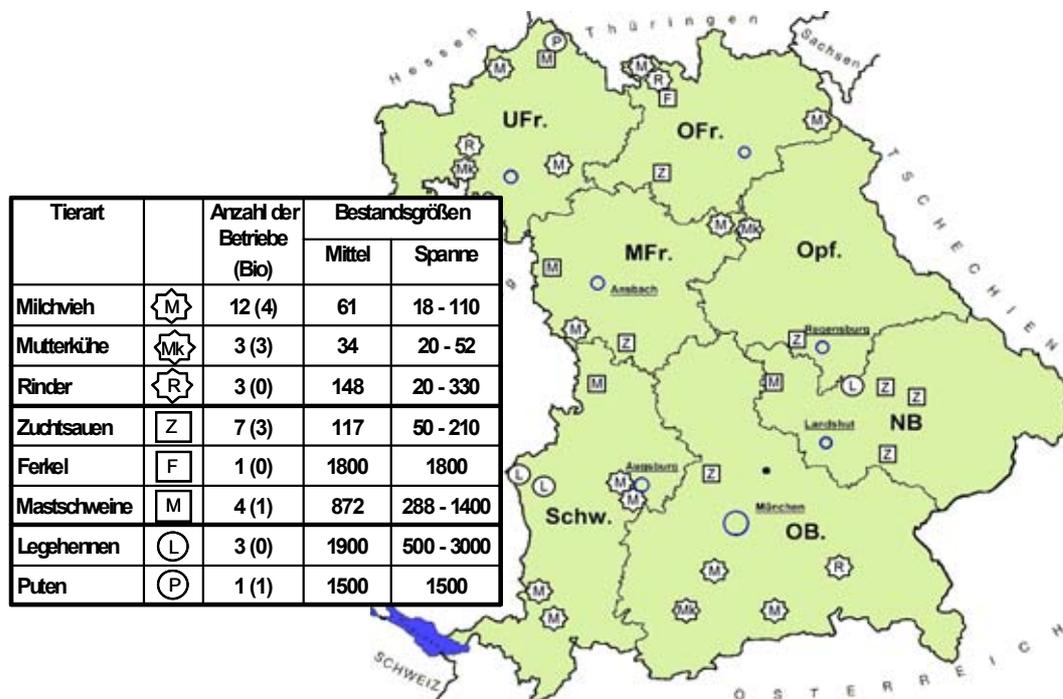


Abb. 2: Verteilung der Pilotbetriebe in Bayern nach Lage und Tierarten

### Aufgaben und Pflichten der Pilotbetriebe

Mit der Teilnahme am Pilotvorhaben für artgerechte Tierhaltung verpflichteten sich die Betriebe

- Baumaßnahmen entsprechend der Planung durchzuführen,
- eine wissenschaftliche Begleitforschung zu gestatten,
- Investitions- und Betriebskosten zu erfassen und
- an der Leistungskontrolle des LKV teilzunehmen.

Honoriert wurden diese Leistungen mit

- einem Grundbetrag bei der Anerkennung zum Pilotbetrieb von bis zu 10.000 €,
- einem Zuschuss von bis zu 80 % der nachgewiesenen Ausgaben für Planungskonzepte und Betriebsmanagement bis zu einem Höchstbetrag von 5.000 € und
- einer Erstattung des nachgewiesenen Dokumentationsaufwands (z. B. 20 €/h; 50 €/h bei Besucherführung) bis zu einer Gesamthöhe von 10.000 €.

### Zuständigkeiten

Im Gesamtprojekt wurden alle Themen, die die Förderung und die Öffentlichkeitsarbeit auf den Betrieben betreffen, federführend durch das Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten sowie die zuständigen Landwirtschaftsämter behandelt.

Alle Fragen, die die Forschung, die fachliche Bewertung sowie die überregionale Darstellung der Betriebe im Gesamtprojekt betreffen, wurden durch die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft federführend abgedeckt.

Tab. 1: Umfang und Art der Tierhaltung auf den Pilotbetrieben für Milchvieh- und Rinderhaltung

Nr.	Tierplätze	Wirtschaftsweise	Haltungssystem, Besonderheit
<b>Milchvieh</b>			
MV 1	60	BIO	Altgebäude – Fresshalle, Außenklima – Liegehalle, eingestreute Tiefboxen, Milcherzeugung zur Emmentalerproduktion
MV 2	110		Außenklimastall, eingestreute Tiefboxen, Laufflächen mit Gussasphalt, Querlüftung, großflächige Wandrollos
MV 3	18		Um- und Anbau Liegeboxenlaufstall, eingestreute Tiefboxen, Laufhof
MV 4	110		Außenklimastall, eingestreute Tiefboxen, Laufflächen mit Gummiauflage, Querlüftung, großflächige Wandrollos
MV 5	43	BIO	Außenklimastall mit Gründach, eingestreute Tiefboxen, Laufflächen mit Gussasphalt, Querlüftung, Wandrollos
MV 6	90		Außenklimastall, eingestreute Tiefboxen, Melkkarussell, Querlüftung, großflächige Wandrollos
MV 7	52		Offenfrontliegeboxenlaufstall, eingestreute Tiefboxen, Laufflächen mit Gussasphalt
MV 8	18	BIO	Außenklimastall, eingestreute Lauf- und Liegeflächen, Weidegang
MV 9	64		Außenklimastall in Cuccettenbauweise, eingestreute Tiefboxen, Laufflächen mit Gussasphalt, Lüftung über Wandrollos
MV 10	45		Offenfronttremmiststall, Laufflächen mit Gussasphalt, Flachschieberentmistung mit Presskanal, stationäre Einstreumaschine
MV 11	73		Außenklimastall, Um- und Anbau eines Liegeboxenlaufstalls, eingestreute Tiefboxen, Lüftung über Windnetze
MV 12	51	BIO	Umstellung auf Biobetrieb, mehrhäusiger Außenklimastall mit eingebundenem Altgebäude, eingestreute Tiefboxen
<b>Mutterkühe</b>			
MK 1	30	BIO	Außenklimastall, off. Seitenwände, Tretmistliegefläche, Weidehaltung
MK 2	20	BIO	Direktvermarktung, Außenklimastall (zweihäusig), Zweiraumtiefstreu-stall, Weidehaltung
MK 3	52	BIO	Dreihäusiger Außenklimastall, eingestreute Tiefboxen für Kühe, Rinder-mast auf Tretmist
<b>Kälber</b>			
K 1	53		Altgebäudenutzung, Gruppenhaltung für Kälber, Zweiflächenbucht mit Tiefstreu, Tränkeautomat, Einzeltiererkennung
<b>Mastrinder</b>			
MR 1	60		Außenklimastall, Hochboxen mit Gummimatten, Querlüftung, Wandrollos
MR 2	330		Außenklimastall, Quarantänestall (75 Pl.), perforierte Lauf- und Liegeflächen mit Gummiauflage, teilweise Buchten mit Auslauf; 255 Pl. im Maststall

Tab. 2: Umfang und Art der Tierhaltung auf den Pilotbetrieben für Schweine- und Geflügelhaltung

Nr.	Tierplätze	Wirtschaftsweise	Haltungssystem, Besonderheit
<b>Zuchtsauen</b>			
ZS 1	64	BIO	Außenklima Abferkel-, Deck-, und Wartestall, Gruppenhaltung, Einstreu, zwei Klimazonen
ZS 2	120		Deck- und Wartestall, Gruppenhaltung, Liegebereich wärmegeklämmt, Laufbereich perforiert und Offenfront, zwei Klimazonen, duale Lüftung
ZS 3	141		Warte- (110 Pl.) und Aufzuchtstall (720 Pl.), Gruppenhaltung mit Abruffütterung, Liegekojen, perforierte Laufflächen
ZS 4	100	BIO	Außenklima Abferkel- und Wartestall, Gruppenhaltung, Einstreu, zwei Klimazonen
ZS 5	210		Außenklimastall, Gruppenhaltung tragender Sauen, Ruhekisten, perforierte Laufflächen
ZS 6	50	BIO	Abferkel- (14 Pl.), Deck- (16 Pl.) und Aufzuchtstall (200 Pl.), eingestreute Buchten mit Auslauf
ZS 7	139		Wärmegeklämmt Abferkel- (32 Pl.), Deck- und Wartestall (96 Pl.), Gruppenhaltung tragender Sauen, Abruffütterung, Kühldecke
<b>Ferkel</b>			
F 1	1.800		Wärmegeklämmt Stall, Großgruppen, perforierte Lauf- und Liegeflächen, Sensorflüssigfütterung am Kurztrug
<b>Mastschweine</b>			
MS 1	1.200		Außenklimastall, System Pig-Port 1, beheizte Ruhekisten, computergesteuerte Sensor-Flüssigfütterung, Lüftung über großflächige Wandrollos
MS 2	1.400		Gedämmt Stall mit Großraumabteil, strukturierte Großbuchten, beheizbare Buchtenwände, duale Lüftung, Sensorfütterung
MS 3	288		Außenklimastall, System PigPort 2, Zweiflächenbucht mit perforierten Laufflächen, Liegekojen, Breifutterautomaten
MS 4	600	BIO	Außenklimastall, Rundholzbauweise, Zweiraumtiefstreustall mit Auslauf, Breifutterautomat
<b>Legehennen</b>			
GH 1	2.200		Wärmegeklämmt Stall, Ganzrostbodenhaltung + Kaltscharraum, Zweietagen-Voliere, Gruppennester
GH 2	3.000		Wärmegeklämmt Stall, Volierenhaltung mit Kaltscharraum, Gruppennester, Gleichdrucklüftung, Wasservernebelung
GH 3	500		Mobilstall, Volierenhaltung, Freilandhaltung, Querlüftung über Wandrollos
<b>Mastputen</b>			
GP 1	1.500	BIO	Außenklimastall, Rundholzbauweise, Grünauslauf

## 2.2 Dokumentation der Pilotbetriebe

Ziel der Dokumentation war die Grunddatenerhebung zur Beschreibung der betrieblichen Rahmenbedingungen sowie die zeichnerische Dokumentation und Analyse der realisierten Bauvorhaben. Diese Daten dienen der Information der Fachberatung, als Datenpool für die Öffentlichkeitsarbeit und als Rahmen für die einzelnen Forschungsschwerpunkte innerhalb des Projektes. Nachfolgende Themen wurden für alle Pilotbetriebe in der Dokumentation behandelt.

### **Betriebliche Rahmenbedingungen** (bearbeitet vom ILT und ILB)

Neben der Standortbeschreibung und der Faktorausstattung wurden Entscheidungsgründe und Erweiterungsmöglichkeiten dargelegt.

### **Stallgebäudeausführung** (bearbeitet vom ILT)

Die Standarddokumentation in allen Betrieben beinhaltete die Erstellung von Grundriss- und Schnittzeichnungen im Maßstab 1/100 und 1/500, die Darstellung des Stallkonzeptes mit der Gebäudekonstruktion sowie eine ausführliche Dokumentation in Bildern. Darüber hinaus wurden von 10 Betrieben alle Gebäudeelemente (Tragwerk, Bodenplatte, Wände, Decke usw.) beschrieben sowie zwei- und dreidimensionale Ansichten erstellt.

### **Haltungsverfahren und dessen Tiergerechtigkeit** (bearbeitet vom ILT und ITH)

Tierumtrieb, Management sowie Funktionsbereiche und Funktionsabläufe wurden in Beschreibungen, Zeichnungen und Bildern dargestellt. Die Funktionsbereiche Laufen, Fresen, Liegen wurden zweimal (Winter und Sommer) hinsichtlich der Tiergerechtigkeit bewertet. Dabei kamen speziell entwickelte Bewertungsbögen zum Einsatz, die sich an bereits bekannten TGI-Bewertungen und Checklisten orientierten. Die Funktionsbereiche wurden mit + (positive Beurteilung), ± (Änderungen werden empfohlen) und – (Änderungen sind dringend erforderlich) bewertet. Zusätzlich wurde ein Teil der Herde einer genauen Beurteilung des Integuments hinsichtlich Verletzungen und Verschmutzungen unterzogen.

### **Arbeitswirtschaft** (bearbeitet vom ILT)

Arbeitszeiterhebungen fanden in allen Betrieben (zwei Ausnahmen) durch Aufzeichnungen der Landwirte in Arbeitszeittagebüchern statt. Darin wurde das gesamte Produktionsverfahren erfasst (z. B. für die Milchviehhaltung in 8 Arbeitsvorgängen und 38 Arbeitsteilvorgängen). Täglich waren vom Landwirt über mehrere Durchgänge bzw. Jahreszeiten die aufgewendeten Arbeitszeiten in das bereitgestellte Formular einzutragen.

Ausführliche Messungen der Arbeitsbedingungen wurden in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft in 13 ausgewählten Betrieben durchgeführt. Dabei wurden neben den Temperaturen, der Luftfeuchte und den Schadgaskonzentrationen der Stallluft auch der Staub-, Endotoxin- und Keimgehalt bestimmt.

### **Betriebswirtschaft** (bearbeitet vom ILB)

Bei allen Pilotbetrieben wurden die notwendigen Daten zur Erstellung der Betriebszweigabrechnung einschließlich dazugehöriger natürlicher Ergänzungsdaten erhoben. Diese detaillierte Erfassung der Leistungen und Kosten erfolgte in den Pilotbetrieben erstmals für die Periode (Wirtschaftsjahr), in der die Stallanlage ganzjährig genutzt wurde.

## 2.3 Spezielle Fragen der Haltung von Schweinen im ökologischen Landbau

Nach Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel in der Verordnung (EG) 1804/1999, waren viele Fragen der Fütterung und Haltung von Schweinen offen.

Die Situation im Bereich der **Fütterung** in den bayerischen schweinehaltenden Ökoberrieben wurde durch eine Arbeitsgruppe bestehend aus staatlichen Beratern, Beratern der Ökoverbände Naturland und Bioland, aus Mitarbeitern des ökologischen Lehr-, Versuchs- und Fachzentrums Kringell sowie dem Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE) über zwei Wirtschaftsjahre festgehalten. Zusammenfassend wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- In den Betrieben sind große Fehler bei der Bewertung der Futtermittel und der Zusammenstellung von Futterrationen festzustellen.
- Bei sinnvollen Rationen und dreimal täglicher Ferkelfütterung sind gute Aufzuchtleistungen auch bei 100 % Ökofutter machbar.
- Mit der Vorgabe „100 % Ökofuttermittel“ wird die Fütterung teurer, so dass ein um 10 bis 25 Euro höherer Erlös je Mastschwein notwendig ist.
- Eine Ökofutterdatenbank wurde aufgebaut und eine Ökofütterungsfiel mit den Ökofutterwerten und zahlreichen Rationsbeispielen als Beratungshilfe erstellt.

Die Untersuchungen zu den ethologischen **Anforderungen an artgerechte Haltungssysteme** durch das Institut für Tierhaltung und Tierschutz (ITH) betrafen vor allem das Abferkeln und die Haltung ferkelführender Sauen sowie die Schweinemast im Offenfrontstall.

### Abferkeln im Außenklimastall

In einem Öko-Außenklimastall mit „Schweitzer-Abferkelbuchten“ wurden die Klimabedingungen und Produktionsergebnisse der Ferkelproduktion im Zeitraum November 2004 bis Oktober 2005 erfasst und ausgewertet.

Die Wintermonate brachten zahlreiche Probleme zu Tage. So lag die durchschnittliche Stalltemperatur nur um rund 2 K über der Außentemperatur. Aufgrund von konzeptionellen Schwachstellen des Stallgebäudes und der Stalleinrichtung, als auch von baulichen Detaillösungen, lagen die Temperaturen in den Wintermonaten sowohl im Liegebereich der Sauen, als auch in den Ferkelnestern zu einem großen Teil der Zeit unter den erforderlichen Werten.

Durch Modifizierung der Buchten konnten Defizite bei der Ausbildung eines ausreichenden Kleinklimas zwar erheblich verbessert werden, jedoch sind verschiedene Problembereiche weiterhin ungelöst bzw. systemimmanent.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse erscheint ein Außenklimastall für säugende Sauen unter den hiesigen Klimaverhältnissen nicht empfehlenswert. Alternativ sollte ein wärmegeämmtes Stallgebäude, welches auch in den Wintermonaten Stallinnentemperaturen über dem Gefrierpunkt bietet, in Erwägung gezogen werden. Kleinklimazonen, mit entsprechenden Nachteilen bezüglich Arbeitswirtschaft und Übersichtlichkeit, wären in diesem Fall weiterhin notwendig. Die bessere Alternative ist aber die Abferkelung im „er-

proben“ Warmstall und Umstallung der ferkelführenden Sauen nach 10-14 Tagen in einfachere Stallgebäude.

### **Gruppenhaltung ferkelführender Sauen**

Als Empfehlung zur Gruppenhaltung ferkelführender Sauen lässt sich aus den Untersuchungen ableiten, dass

- Gruppensäugen im nicht isolierten Stall grundsätzlich möglich ist,
- das Auftreten von Fremdsaugern im System ein entscheidender Faktor für das Gelingen darstellt,
- Maßnahmen ergriffen werden sollten, die Ruhe in der Gruppe und damit die Synchronität der Säugeakte zu fördern,
- das Gemeinschaftsnest der Ferkel möglichst nahe am Liegeplatz der Sauen und mit einem breiten Ferkelschlupf versehen sein sollte,
- erhöhte Managementanforderungen vorhanden sind.

Die Untersuchungen zu den Einflüssen der Buchtenstrukturierung ergab eine mangelhafte Akzeptanz von Kojenbuchten gegenüber Einraumbuchten. Wenngleich beide Varianten Vorteile in verschiedenen Bereichen aufweisen, waren keine Unterschiede in der Ferkelentwicklung, dem Säugeverhalten, dem Anteil Fremdsauger und den Produktionsergebnissen feststellbar. Deshalb ist die Entscheidung für die eine oder andere Buchtenform je nach betrieblicher Situation zu treffen.

### **Schweinemast im Offenfrontstall**

Die Untersuchungen in einem privaten Schweinemastbetrieb offenbarten, dass bei guten Mastergebnissen die Gestaltung der Liegekisten verbesserungswürdig ist. Die Temperaturen waren nicht immer im für die Tiere optimalen Bereich. Vorteile hatte die massive Bauweise eines der beiden untersuchten Ställe. Im Winter lagen die Tiefsttemperaturen deutlich über und die Höchsttemperaturen unter denen in der ungedämmten Bauweise. Kennwerte zum Mist- und Jaucheanfall sowie zum Strohbedarf ergänzen die Planungsdaten aktueller Haltungssysteme für Biobetriebe.

## **2.4 Spezielle Fragen der Tierhaltungsverfahren (Bauwesen/Technik/Tierschutz)**

Im Rahmen des Verbundprojektes wurden zahlreiche spezielle Fragen zu den Tierhaltungsverfahren bearbeitet. Über die in diesem Tagungsband enthaltenen Beiträge zu Stallmodellen, Laufflächen für Milchvieh, Arbeitswirtschaft und Betriebswirtschaft hinaus wurden weitere Themen zu neuen Hofmodellen, Stallklima und Flüssigfütterung von Mastschweinen am Kurztrug mit Sensor intensiv bearbeitet. Eine kurze Übersicht dieser Arbeiten soll im Folgenden gegeben werden.

**Neue Hofmodelle** (bearbeitet vom Lehrstuhl für Planen und Bauen im ländlichen Raum der TU-München)

In einem Teil A „Dokumentation“ wurden für alle 34 Pilotbetriebe eine Dokumentation über Luftbilder vorgenommen und für 11 Betriebe hofbezogene Analysen erstellt. Neben Lage- und Flächennutzungsplänen sind darin Grundriss- und Schnittzeichnungen, Angaben zu Nutzungs- und Freiflächen, Gebäudeerschließungen und -beziehungen sowie den Bauphasen enthalten. Luftbilder und Hofansichten ergänzen die Dokumentation ebenso wie die Bilder der erstellten Holz-Modelle.

Für den Teil B „Hofmodelle“ wurden über Testentwürfe grundsätzliche Hofmodelle für ausgewählte Pilotbetriebe erarbeitet. Die enthaltenen Planungshilfen für entwicklungsfähige Hofmodelle gehen auf den städtebaulichen Rahmen, Image und Kundennähe, Innovationen und die Qualität der Kulturlandschaft ein.

### **Steuerungsparameter zur Optimierung des Klimas in Außenklimaställen für Milchvieh** (bearbeitet vom ILT)

Die automatische Erfassung des Liegeverhaltens in zwei Milchviehställen und die gleichzeitige Aufzeichnung von Stallklima und Witterungsbedingungen zeigten folgende Erkenntnisse:

- Bei der Belegung der verschiedenen Liegeboxen im Stall ist eine große Schwankungsbreite vorhanden. Besonders Randboxen sind sehr gering belegt.
- Bei mittleren Stalltemperaturen (5 bis 20 °C) ist kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Stallklima und der Liegeboxenbelegung nachzuweisen. In diesem Temperaturbereich ist deshalb keine Regelung erforderlich. Curtains können je nach Windverhältnissen entweder offen oder geschlossen bleiben.
- Bei hohen Temperaturen liegen Kühe signifikant weniger lang als bei niedrigen. Dies lässt auf eine verminderte Behaglichkeit für die Tiere schließen. Je nach Lage und Ausrichtung des Stallgebäudes sollten bei Wärmeperioden, die mehrere Tage anhalten, unterstützende Maßnahmen zur besseren Wärmeabgabe (z. B. mechanische Lüfter) vorgenommen werden.

### **Zuluftkühldecken** (bearbeitet vom ITH)

Bei Auslegung der Lüftung nach DIN 18910 darf die Stalltemperatur an warmen Tagen um nicht mehr als 2-3 K über die Außentemperatur ansteigen. Dabei sind Schweine einer hohen körperlichen Belastung (Hitzestress) ausgesetzt. Die Wirkung einer Zuluftkühldecke in Form von wasserdurchflossenen Aluminium-Wärmeleitprofilen im Zentralgang eines Zuchtsauenstalles auf die Stalltemperatur wurde durch das Institut für Tierhaltung und Tierschutz (ITH) in den Jahren 2003 bis 2005 untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich die Lufttemperatur an heißen Sommertagen (>30 °C) um 4-5 K senken lässt. Die Energieaufnahme der Kühldecke betrug 64 kWh je Meter Profillänge.

Bei einer Investition von etwa 12.000 Euro verursachte die Kühldecke Stromkosten von etwa 15,8 Cent pro eingesetzter Stunde. Kosten für Kühlwasser entstanden nicht.

### **Flüssigfütterung von Mastschweinen am Kurztrog mit Sensor** (bearbeitet vom ITH)

Bei Flüssigfütterung von Mastschweinen am Kurztrog mit Sensor teilen sich mehrere Tiere den Fressplatz. Ein weites Fressplatz-Tierverhältnis führt zu häufiger Futtervorlage und begünstigt die Hygiene am Fressplatz. Ein enges Verhältnis zieht weniger aggressive Auseinandersetzungen nach sich und begünstigt die Entwicklung der Tiere. Die Beratungsempfehlungen hierzu sind nicht eindeutig. In einem Pilotbetrieb wurde dieser Fragestellung nach dem erforderlichen Fressplatzangebot durch das Institut für Tierhaltung und Tierschutz (ITH) nachgegangen.

Die Untersuchungen über je 3 Durchgänge in Vormast (20 Tiere/Bucht) und Hauptmast (12 Tiere/Bucht) brachten keine Unterschiede hinsichtlich der aggressiven Auseinandersetzungen, der Mast- und Schlachtleistungen zwischen den eingesetzten Troglängen von 1,25, 1,50 und 1,75 Meter.

### 3 Informationsangebot für landwirtschaftliche Praxis, Beratung und Verbraucher

Aus den Ausführungen in Kapitel 2 und der Übersicht in Abb. 1 wird deutlich, dass im Rahmen des Verbundprojektes „Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren“ eine sehr breite Thematik untersucht wurde. Die Ergebnisse sind daher sehr vielschichtig und können ein breites Informationsangebot über verschiedene Medien für Landwirte, Beratung, Firmen und Verbraucher, aber auch andere Forschergruppen bieten. Hierzu sollen im Folgenden einige Beiträge beispielhaft herausgegriffen werden.

#### Besichtigung der Pilotbetriebe für artgerechte Tierhaltung

Nach Aufzeichnungen der Betriebsleiter waren bis November 2005 ca. 8.000 Besucher auf den 34 Pilotbetrieben. Die tatsächliche Anzahl dürfte aber noch bedeutend höher liegen. Die Besucherzahl schwankte zwischen den Betrieben sehr stark (Abb. 3). Sie ist vom Bezugszeitpunkt des neuen Stalles (einige Ställe waren erst wenige Monate bezogen) aber auch von der Intention des Betriebsleiters abhängig, seinen Betrieb der Öffentlichkeit vorzustellen.

Besonderes Interesse, den Betrieb zu präsentieren hatten solche mit direktem Kundenkontakt über Direktvermarktung oder Direktabsatz. Vor allem Betriebe des ökologischen Landbaus und zwei Legehennenbetriebe (GH1 und GH3) sind hier zu nennen. Besonders hohe Besucherzahlen weisen auch jene Betriebe auf, die vor oder nach Stallbezug einen Tag der offenen Tür durchführten (z. B. die Betriebe MV5, F1, MS4). Diese Maßnahme kann deshalb als besonders öffentlichkeitswirksam empfohlen werden.

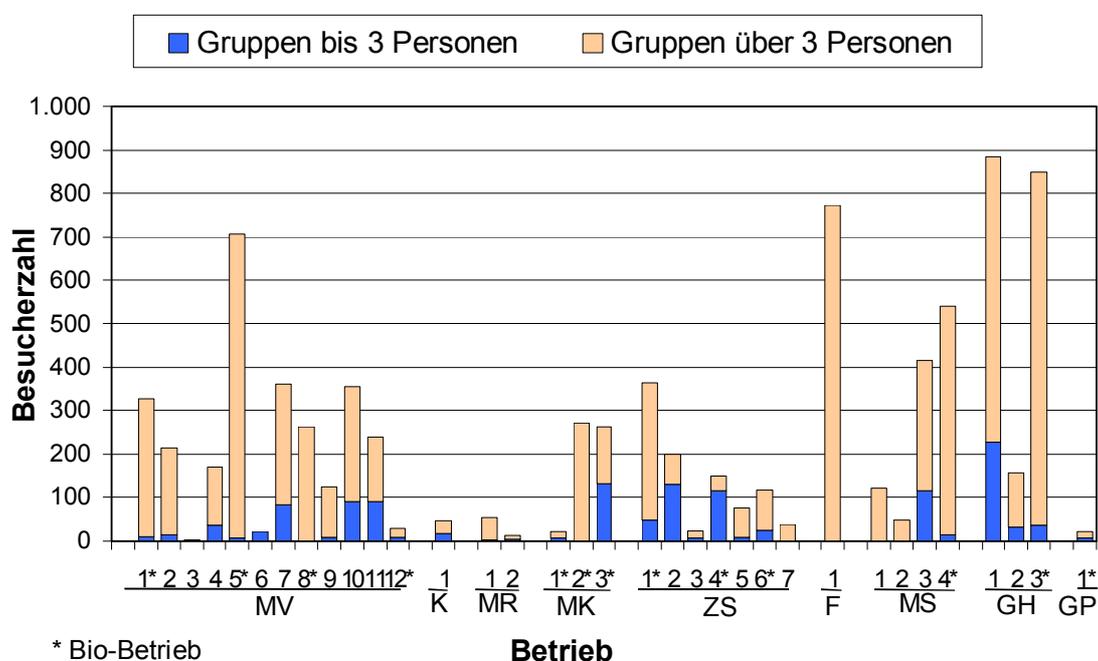


Abb. 3: Besucherzahlen auf den Pilotbetrieben nach Gruppengröße

### **Darstellung der Pilotbetriebe in der Fachliteratur (Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt) und im Internet**

In zahlreichen Beiträgen wurde auf die Arbeiten des Forschungsprojektes hingewiesen und die Pilotbetriebe beschrieben und erläutert. Insgesamt erschienen allein im Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblatt 30 Beiträge, von denen in 20 ein Pilotbetrieb vorgestellt wurde. Diese Beiträge sind auch im Internetangebot der LfL abrufbar. Insgesamt wurde die Internetseite des Arbeitsschwerpunktes „Artgerechte Tierhaltung“ im letzten Jahr über 10.000 mal aufgerufen. Die Summe der Abrufe aller Einzelartikel, die im Wochenblatt enthalten waren, betrug sogar etwa 20.000.

### **Ausführliche Dokumentation der Betriebe mit vielen Details und einer Bewertung der untersuchten Kriterien**

Über die bis zum jetzigen Zeitpunkt veröffentlichten Informationen hinaus liegt eine ausführliche Dokumentation mit vielen fachlichen Details jedes Einzelbetriebes vor. Alle wesentlichen betrieblichen Bereiche des Pilotvorhabens finden sich in einer Gesamtbewertung. Funktionsbereiche, die das Tier unmittelbar betreffen, wurden sogar bis ins Detail bewertet. Nach Abstimmung mit dem Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten und nach Bereinigung um sensible betriebswirtschaftliche Daten werden die Dokumentationen der Beratung im Intranet zum Abruf bereitgestellt.

Über die dargestellten öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen des Wissenstransfers hinaus können Informationen auch über folgende Medien bezogen werden:

- LfL-Schriften oder LfL-Informationen mit Fachberichten der Teilprojekte
- Fachbeiträge und Publikation der Ergebnisse von Teilprojekten auf nationalen und internationalen Tagungen sowie in Fachzeitschriften
- Vorträge mit Untersuchungsergebnissen bei verschiedenen Veranstaltungen mit unterschiedlichem Teilnehmerkreis

## **4 Erkenntnisse und Ausblick für die Arbeit an der LfL und die Forschung zur artgerechten Tierhaltung in Bayern**

Mit der Neuorganisation der bayerischen Agrarforschung im Geschäftsbereich des Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten und der Zusammenführung in den Instituten der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ist ein Instrumentarium gegeben, aktuelle Haltungssysteme mit sehr komplexen Zusammenhängen gemeinsam aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten.

Das nun abgeschlossene Forschungsprojekt war das erste große Verbundprojekt nach Gründung der LfL. Anlaufschwierigkeiten waren zu erwarten und blieben auch nicht aus. Der regelmäßige Informationsaustausch zwischen den Fachrichtungen wurde von den Teilnehmern stets begrüßt, weil Zusammenhänge klarer erkennbar wurden, Querverbindungen sich zeigten und davon auch die eigene Arbeit profitierte. Hervorzuheben ist die Zusammenarbeit der Institute für Tierhaltung und Tierschutz (ITH), Agrarökonomie (ILB) und Landtechnik (ILT) bei der Erstellung der Dokumentation und Bewertung der Pilotbetriebe. Jeder Betrieb wurde aus der jeweiligen Fachrichtung betrachtet und bewertet, so dass dem Leser eine umfassende Beurteilung als Ergebnis der gemeinsamen Arbeit vorliegt.

Ansätze für Verbesserungen sind bei der Abstimmung von Teilprojekten am Beginn der Arbeiten zu sehen. Mehr als bisher sollte darauf geachtet werden, dass sich Untersuchungen insbesondere bei der Ermittlung von Rahmendaten ergänzen.

Mit den Arbeiten dieses Forschungsprojektes ist es gelungen, eine breite Basis mit Erkenntnissen zu folgenden Bereichen zu schaffen:

- Gestaltung von Hofanlagen und Stallgebäuden
- tiergerechte Ausführung wichtiger Funktionsbereiche unserer Nutztiere sowie technischer Einrichtungen
- arbeitswirtschaftliche Belastungen
- betriebswirtschaftliche Leistungen und Kosten
- Auswirkungen der Tierhaltung auf Umwelt und Verbraucher sowie das Genehmigungsverfahren

Die weiteren Arbeiten müssen auf diesen Grundlagen aufbauen und hinsichtlich der genannten Kriterien optimierte Modelllösungen anbieten.

In der bayerischen Landwirtschaft ist die Tierhaltung von herausragender Bedeutung; denn zwei Drittel der Verkaufserlöse entfallen auf die tierische Produktion und sogar in drei Viertel aller Betriebe sind Tiere anzutreffen. Eine schlagkräftige Landesforschung im Bereich der artgerechten Tierhaltung ist deshalb auch in Zukunft besonders wichtig. Dadurch entstehen neue innovative Lösungen oder werden bestehende weiterentwickelt. Innovationen sind notwendig, um auch weiterhin im nationalen und internationalen Wettbewerb mithalten zu können. Dies gilt nicht nur für den Bereich der herkömmlichen Erzeugung, sondern genauso für den ökologischen Landbau.

Mit dem Auslaufen der Finanzierung des Verbundprojektes „Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren“ ist eine weitere Betreuung der Pilotbetriebe durch die LfL aus jetziger Sicht nicht möglich. Hierfür stehen in keinem der beteiligten Institute personelle Kapazitäten zur Verfügung.

Insgesamt waren über das Verbundprojekt 16 Mitarbeiter finanziert, die sich in die Thematik der artgerechten Tierhaltung einarbeiteten und die jeweils ihre Aufgaben mit großem Engagement bearbeiteten. Nur zu einem kleinen Teil können diese Mitarbeiter weiterhin an der LfL beschäftigt werden. Mit deren Weggang ist auch ein großer Wissensverlust verbunden.

Als Koordinator des Verbundprojektes danke ich allen Mitarbeitern und ehemaligen Kollegen für die Unterstützung sowie die konstruktive und kollegiale Zusammenarbeit. Den Pilotbetrieben danke ich für die Mitarbeit und die Unterstützung bei der Datenermittlung und wünsche ihnen weiterhin viel Erfolg.

## **5 Veröffentlichungen im Rahmen des Verbundprojektes „Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren“**

- [1] DORFNER, M. UND J. REISENWEBER: Was bleibt übrig? In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 25, S. 25 – 26
- [2] ENDERS, ST. UND B. HAIDN: Bei Hitze unruhiger. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 25, S. 24 – 25
- [3] ENDERS; ST., J. MAČUHOVÁ UND B. HAIDN: Einfluss des Stallklimas auf das Liegeverhalten von Milchkühen. Landtechnik 61 (2006) H. 2, S. 94 – 95
- [4] FAULHABER, I.: Nur Landschaftspfleger? In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 15, S. 33
- [5] GUTERMANN, S., M. FREIBERGER; J. LECKER, ST. BÖCK, R. PEIS, ST. ENDERS UND B. HAIDN: Stallklimadaten und Liegeverhalten von Milchkühen als Bestimmungsgrößen für die Steuerung von Curtains im Liegeboxenlaufstall. In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 7. Internationalen Tagung 2005, Braunschweig, 01.-03.03.2005. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt, 2005, S. 115 - 120
- [6] HAIDN, B. UND J. SIMON: Klassisch und artgerecht. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 12, S. 22 - 23
- [7] HAIDN, B. UND J. SIMON: Ganz viel Holz verbaut. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 12, S. 24 - 25
- [8] HAIDN, B. UND J. SIMON: Auf tiefes Stroh gebettet. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 15, S. 30 - 31
- [9] HAIDN, B. UND J. SIMON: Der Stall aus Frankreich. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 15, S. 31 - 32
- [10] HAIDN, B. UND J. SIMON: Den Kot schnell draußen. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 19, S. 32 - 33
- [11] HAIDN, B. UND J. SIMON: Bodeneier kaum ein Thema. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 19, S. 34 - 35
- [12] HAIDN, B. UND J. SIMON: Öko-Puten im Rundholzstall. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 19, S. 36 - 37
- [13] HAIDN, B. UND J. SIMON: Nach außen drei Gebäude. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 24, S. 24 - 25
- [14] HAIDN, B. UND J. SIMON: Ein Stall für zwei Familien. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 24, S. 26 - 27
- [15] HAIDN, B. UND J. SIMON: Liegehalle für 22 Kühe. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 24, S. 28 - 29
- [16] HAIDN, B. UND J. SIMON: Großraum mit Kleinklima. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 28, S. 20 - 21

- [17] Haidn, B. und J. Simon: Warten in der Gruppe. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 28, S. 22 - 23
- [18] Haidn, B. und J. Simon: Alle Sauen in einem Raum. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 29, S. 31 - 32
- [19] Haidn, B. und J. Simon: Auf das Fahrsilo gesetzt. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 29, S. 33 - 34
- [20] Haidn, B. und J. Simon: Sanftmütige auf weichem Lager. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 32, S. 33 - 34
- [21] Haidn, B. und J. Simon: Zuerst in Quarantäne. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 32, S. 35 - 36
- [22] Haidn, B. und J. Simon: Viel Auslauf und viel Luft. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 37, S. 31 - 32
- [23] Haidn, B. und J. Simon: Zwei unter einem Dach. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 39, S. 19 - 20
- [24] Haidn, B. und J. Simon: Gras auf dem Dach. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 39, S. 21 - 22
- [25] Haidn, B. und J. Simon: Einstreu auf Knopfdruck. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 39, S. 22 - 23
- [26] Haidn, B.; J. Simon und St. Neser: Bayerisches Verbundprojekt für artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren. In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 7. Internationalen Tagung 2005, Braunschweig, 01.-03.03.2005. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt, 2005, S. 403 - 408
- [27] Haidn, B., M. Kilian, St. Enders und J. Mačuhová: Kuhkomfort unter besonderer Berücksichtigung des Stallklimas und der Laufflächen. In: Perspektiven in der Milchviehhaltung. Tagungsband zur Jahrestagung am 24.11.2005 in Bayreuth. Hrsg.: Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Freising, 2005, S. 31 - 52 (LfL-Schriftenreihe 10/2005)
- [28] Jais, C. und F. Freiburger: Mit Grundwasser kühlen. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 28, S. 24
- [29] Jais, C. und F. Freiburger: Einsatz einer Kühldecke mit wasserdurchflossenen Wärmeleitprofilen zur Zuluftkühlung in einem Sauenstall. LfL-Information. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2006
- [30] Jais, C. und P. Niemi-Reichel: Schweinemast in zwei unterschiedlich gestalteten Offenfrontställen. LfL-Schriftenreihe, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 5/2006, ISSN 1611-4159
- [31] Kühberger M. und C. Jais: Allen gleiche Nestwärme. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 38, S. 28- 39
- [32] Kühberger M. und C. Jais: Ferkel frieren oft. Bioland-Fachmagazin 11/ 2005, S. 17-18
- [33] Kühberger M. und C. Jais: Gestaltung des Ferkelnestes im Öko-Zuchtsauenbetrieb, Naturland-Nachrichten, Dezember 2005, S.47-49

- [34] KÜHBERGER, M. UND C. JAIS: Abferkeln im Außenklimastall. LfL-Schriftenreihe, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 8/2006, ISSN 1611-4159
- [35] KÜHBERGER M. UND C. JAIS: Gruppenhaltung ferkelführender Sauen. LfL-Schriftenreihe, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (in Druck)
- [36] LINDERMAYER, H., P. RIEMI-REICHEL; G. PROBSMEIER; C. JAIS, M. KÜHBERGER, W. WOLFRUM UND E. PIERINGER: Fütterungsfibel Ökologische Schweinehaltung. LfL-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2005
- [37] MAČUHOVÁ, J., M. KILIAN UND B. HAIDN: Laufflächen und Klauenpflege – Umfrageergebnisse aus bayerischen Milchviehbetrieben. Landtechnik 61 (2006) H. 1, S. 46 – 47
- [38] PUSCH, M.: Artgerechte Tierhaltung. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 9, S. 38
- [39] REICHENBACH-KLINKE, M. UND J. SIMON: Dorfgrenzen übersprungen. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005) H. 12, S. 26 - 27
- [40] SIMON, J., A. BEIBL, E. KRÄNSEL UND E. LINGENFELSER: Bauliche Lösungen für Milchviehställe. Tagungsband zur Jahrestagung am 24.11.2005 in Bayreuth. Hrsg.: Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Freising, 2005, S. 73 - 91 (LfL-Schriftenreihe 10/2005)
- [41] SIMON, J., B. HAIDN, M. KILIAN UND J. MACUHOVA: Flüssigentmischung in Außenklimaställen. Tagungsband zur Gumpensteiner Bautagung am 1./2.02.2005 in Raumberg Gumpenstein. Hrsg.: Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg - Gumpenstein, 2005, S. 79 - 83
- [42] SCHNEIDER, F., R. EICHELSER UND S. NESER: Feinstaub im Stall. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005), H.19, S. 38 – 39
- [43] SCHNEIDER, F., R. EICHELSER UND S. NESER: Nur wenig Schadstoffe. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005), H.32, S. 36 – 37
- [44] SCHNEIDER, F., R. EICHELSER, S. NESER, B. HAIDN, A. GRONAUER, R. SCHIERL UND U. EGGER: Es liegt was in der Luft. DGS Magazin 26 (2005) S. 14 - 17
- [45] SCHNEIDER, F., S. NESER, B. HAIDN, A. GRONAUER, R. SCHIERL UND U. EGGER: Untersuchung und Bewertung von Staub, Endotoxin, Ammoniak und Keimen in ausgewählten Stallsystemen mit überwiegend freier Lüftung. In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 7. Internationalen Tagung 2005, Braunschweig, 01.-03.03.2005. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt, 2005, S. 313 - 318.
- [46] SCHOPFER, C. JAIS, K. REITER UND W. PESCHKE: Einfluss der Troglänge auf Mast- und Schlachtleistung sowie auf das Verhalten während der Fütterung. LfL-Schriftenreihe, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 6/2006, ISSN 1611-4159
- [47] TUTSCH, S., A. KOBMANN UND K. REITER: Den Stall selbst bewerten. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 195 (2005), H.24, S. 30
- [48] WENSAUER, E. UND S. NESER: Ergebnisse zur Sensitivitätsanalyse des Modells austal2000-g. In: Landtechnik 60 (2005) H. 6, S. 346 – 347

- [49] WENSAUER, E., S. NESER, F. SCHNEIDER UND A. GRONAUER: Evaluierung von numerischen Modellen zur Ermittlung von Emissionen aus landwirtschaftlichen Tierhaltungsanlagen. In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 7. Internationalen Tagung 2005, Braunschweig, 01.-03.03.2005. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt, 2005, S. 601 – 606



---

# Tiergerechtheit der Haltungssysteme

Dr. Klaus Reiter, Sandra Tutsch, Andrea Koßmann  
Institut für Tierhaltung und Tierschutz,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2, 85586 Poing

## Zusammenfassung

Im Rahmen des Pilotprojektes wurden 31 landwirtschaftliche Betriebe (18 Rinder, 9 Schweine- und 4 Geflügelbetriebe) auf Tiergerechtheit überprüft. Dabei wurden Checklisten verwendet, die die Haltungsbedingungen, Hygiene und Sauberkeit der einzelnen Funktionsbereiche der Ställe bewerteten. Die Tiergerechtheit wurde zweimal im Jahr überprüft, sie war in den Betrieben sehr unterschiedlich. Positive und negative Gesichtspunkte werden dargestellt. In den Milchviehbetrieben wurden bei einigen Betrieben die Liege- und Laufbereiche bemängelt. In einzelnen Zuchtschweinebetrieben waren die Ruhe- und Aktivitätsbereiche und die Möglichkeiten zur Beschäftigung negativ bewertet worden. Die Hygiene ist in einigen Mastschweinebetrieben ein Problem. In den Geflügelbetrieben waren Bewegungsmöglichkeiten für die Legehennen vorhanden. Die Ausgestaltung der Volieren und die Hygiene wurden als Problembereiche erkannt. Die Bewertung der Tiergerechtheit kann als Instrument für eine Verbesserung der Haltungsbedingungen eingesetzt werden.

# Animal Welfare of Husbandry Systems

Dr. Klaus Reiter, Sandra Tutsch, Andrea Koßmann  
Institute for Animal Husbandry and Welfare,  
Bavarian State Research Center for Agriculture,  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2, 85586 Poing / Germany

## Summary

In the context of the pilot project 31 agricultural farms (18 cattle, 9 pigs and 4 poultry farms) were checked for their animal welfare properties. Check lists which assess the husbandry conditions, behaviour, hygiene and cleanness were used. The animal welfare properties were assessed two times in the year, they were very different in the farms. Positive and negative points of view were represented. The lying and walking areas were found with problems in some dairy cow farms. The rest and activity areas and the occupational techniques had been assess negatively in some housing systems for sows Problems of hygiene existed in some fattening pig farms. The laying hens had possibilities for walking in the farms. The arranging of the aviaries and the hygiene were assessed as problem areas. The assessment of the animal welfare properties can be used for an improvement of the husbandry conditions.

## 1 Einleitung

Verbraucher tierischer Lebensmittel zeigen immer mehr Interesse dafür, wie die Tiere gehalten werden, von denen die Lebensmittel stammen. Folglich ist es von Bedeutung, die Haltungssysteme für landwirtschaftliche Nutztiere auf Tiergerechtheit zu überprüfen. Einerseits, um das Einhalten der gesetzlichen Vorschriften nachzuprüfen, andererseits um das Vertrauen in tierisch erzeugte Lebensmittel zu verbessern. Die Beurteilung von Haltungssystemen mit Hilfe der Bewertung der Tiergerechtheit geht über die gesetzlichen Haltungsvorschriften hinaus und überprüft, inwieweit die Haltungssysteme den Tieren Wohlbefinden ermöglichen.

Mit Hilfe einer exakten und nachvollziehbaren Bewertung wurde bei 31 für dieses Projekt ausgewählten Betrieben aus dem Rinder-, Schweine- und Geflügelsektor gezeigt, wie die Forderung nach „tiergerechter Haltung“ auf den landwirtschaftlichen Praxisbetrieben umgesetzt wird. Dabei wurden die Funktionsbereiche bewertet und in der vorliegenden Veröffentlichung positive und negative Beispiele gegenüber gestellt.

## 2 Stand des Wissens

SUNDRUM (1998) hat eine umfassende Definition des Begriffs „tiergerecht“ formuliert: „Haltungsbedingungen sind dann tiergerecht, wenn sie den spezifischen Eigenschaften der in ihnen lebenden Tiere Rechnung tragen, indem die körperlichen Funktionen nicht beeinträchtigt, die Anpassungsfähigkeit der Tiere nicht überfordert und essentielle Verhaltensmuster der Tiere nicht so eingeschränkt und verändert werden, dass dadurch Schmerzen, Leiden oder Schäden am Tier entstehen.“ In dieser Definition sind Vorschriften aus dem deutschen und schweizerischen Tierschutzgesetz (TierSchG, 2002; TSchG, 2003) verarbeitet.

Tiere agieren nach dem Bedarfsdeckungs- und Schadenvermeidungsprinzip nach TSCHANZ (FACHGRUPPE VERHALTENSFORSCHUNG, 1987), d.h. sie sind generell bestrebt durch Nutzen und Meiden von Ressourcen aus der Umwelt ihren Bedarf zu decken und Schäden zu vermeiden (KNIERIM, 2002; RICHTER, 2001). Dazu steht den Tieren ein angeborenes und erlerntes Verhalten zur Verfügung. Nicht ausreichend tiergerechte Haltungssysteme können sich in morphologischen (z.B. Verletzungen am Integument), physiologischen (z.B. veränderte Herzfrequenz) und ethologischen (z.B. Besaugen bei Kälbern) Veränderungen äußern.

Die Fachleute sind sich darüber einig, dass für eine hinreichende Tiergerechtheitsbeurteilung von Haltungssystemen mehrere verschiedene Indikatoren erhoben werden müssen (KNIERIM, 1998, TROXLER, 1998; BORELL, 2002; SUNDRUM, 1998). Die Kombination mehrerer Indikatoren ergibt nach TROXLER (1998) mehr Sicherheit bei der späteren Bewertung der Ergebnisse. Grundsätzlich können ethologische, physiologische, pathologische und leistungsbezogene Parameter erhoben werden.

Ethologische Parameter bedeuten einen erheblichen methodischen Aufwand und sind nur eingeschränkt auf Praxisbetrieben einsetzbar (SUNDRUM, 1998). Außerdem muss sich eine Beeinträchtigung durch das Haltungssystem nicht in einer Änderung des Verhaltens äußern. In Wahlversuchen beispielsweise zeigt das Tier einem nur die momentane Bevorzugung einer Alternative, das ist aber nicht mit dem absoluten Wert für das Tier gleichzusetzen (KNIERIM, 1998). Physiologische Parameter sind gut für eine objektive Bewertung,

setzen jedoch Fachwissen und eine gute technische Ausstattung voraus. Mit physiologischen Parametern lassen sich Reaktionen der Tiere feststellen, die bei alleiniger Verhaltensbeobachtung unentdeckt blieben. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, sollten physiologische Parameter nur zusammen mit anderen Indikatoren erhoben werden, da beispielsweise die Hormonkonzentration von vielen verschiedenen Regulationsvorgängen im Körper beeinflusst wird. Pathologische Indikatoren sind vergleichsweise einfach und für große Tierzahlen zu erfassen. Bei der Interpretation der Ergebnisse muss darauf geachtet werden, dass sie auch ein komplexes Ursachengefüge haben. Besonders gut für die Beurteilung von Haltungssystemen in der Praxis ist die Integumentbeurteilung geeignet. Der Zustand des Integuments stellt sich als „Spiegel der Tier-Umwelt-Interaktionen“ dar (TROXLER, 1998). Die Läsionen der Haut können von der Aufstallung stammen (z. B. scharfe Kanten) oder indirekt vom Verhalten (z. B. Rankkämpfe). Somit lässt eine genaue Beurteilung des Integuments Rückschlüsse auf die Haltungsumgebung und Betreuung zu. Bei der Bewertung von Leistungsparametern müssen die wichtigen Einflüsse Züchtung und Fütterung berücksichtigt werden.

In der Vergangenheit wurden bereits viele verschiedene Beurteilungssysteme entwickelt (ZEEB, 1985; BOCK 1990; IRPS, 1985; TSCHANZ, 1995; SMIDT, 1987; SMIDT, 1990; BRÄCKE et al., 1997; BARTUSSEK und AK TGI, 1997; SCHLICHTING und SMIDT, 1987, (zitiert bei Andersson und Sundrum, 1998); KNIERIM und WINCKLER, 2002). In der Praxis werden im deutschsprachigen Raum vor allem der TGI nach Bartussek und eine von Knierim und Winckler entwickelte Checkliste eingesetzt. „Der TGI versucht, die Potenziale eines Haltungssystems hinsichtlich be- und entlastender Faktoren für das Tier zu erfassen und zu bewerten“ (ANDERSSON, 1998). Es werden definierte Einflussbereiche abgefragt und nach einem Punkteschema bewertet. Je höher die Punktezahl, desto tiergerechter der bewertete Betrieb. Probleme bereitet, dass sich einzelne Einflussgrößen (Raumstruktur, Bodenbeschaffenheit, etc.) nicht pauschal nach Bedeutung gewichten lassen, d. h. Mängel in einem Einflussbereich lassen sich nicht oder nur in geringem Umfang durch Positives in einem anderen Einflussbereich kompensieren (BORELL et al., 2002). Anhand der vergebenen Punktezahl oder Note lässt sich nicht erkennen, warum diese Bewertung vergeben wurde. Es ist unbedingt eine fachliche Einführung in die Handhabung des TGI erforderlich. Der Einsatz von Checklisten, die vor allem bautechnische und managementspezifische Indikatoren abfragen, hat den Vorteil der einfachen, objektiven und replizierbaren Erhebung. Um eine hohe Aussagekraft zu erlangen, ist die Bewertung in abgestufter Form durchzuführen (ANDERSSON und SUNDRUM, 1998). Dafür sind wissenschaftlich erarbeitete Schwellenwerte und Grenzwerte nötig. In unzähligen Untersuchungen über z.B. Gestaltung der Liegeboxen, dem Tier-Fressplatz-Verhältnis, der Bodenbeschaffenheit, etc. wurden Maße und Richtwerte erarbeitet, die nun als Maßstab für Tiergerechtheitsbewertungen dienen. Das alleinige Abfragen von Parametern mit einer Checkliste reicht nicht aus für eine gute Tiergerechtheitsbewertung. Sehr gut geeignet für den Praxiseinsatz ist nach TROXLER (1998) die Kombination der Checkliste mit einer Integumentbeurteilung.

Die Tiergerechtheit eines Haltungssystems wird neben den Haltungsbedingungen maßgeblich von Managementscheidungen, der Mensch-Tier-Beziehung sowie vom Genotyp der Tiere beeinflusst. Eine punktuelle Bewertung der Haltungsbedingungen kann nur einen Überblick über die aktuellen Bedingungen geben. Das Bewertungssystem der Tiergerechtheit sollte deshalb weiterentwickelt werden.

### 3 Zielstellung

Unsere Nutztiere sollen tiergerecht gehalten werden. Ein Haltungssystem ist tiergerecht, wenn die Körperfunktionen und die Gesundheit nicht beeinträchtigt, die Anpassungsfähigkeit nicht überfordert und die wichtigsten Verhaltensweisen nicht eingeschränkt werden. Nur wenn sich die Tiere in ihrer Haltungsumgebung wohl fühlen, erbringen sie die von ihnen erwarteten Leistungen. 31 für dieses Verbundprojekt ausgewählte Betriebe aus dem Rinder-, Schweine- und Geflügelbereich wurden auf ihre Tiergerechtheit untersucht. Es sollte geprüft werden, ob eine Bewertung der Tiergerechtheit mithilfe von Checklisten eine Möglichkeit ist, Fehler bei der Haltung aufzudecken und somit zur Verbesserung der Haltungsbedingungen in der bayerischen Landwirtschaft beizutragen. Die Checklisten können von der Beratung genutzt und das Bewertungssystem zukünftig für Cross Compliance verwendet werden.

### 4 Material und Methoden

31 der 34 Pilotbetriebe wurden zweimal hinsichtlich Tiergerechtheit beurteilt. Die Betriebe wurden einmal im Sommer und einmal im Winter angefahren.

Zum Einsatz kamen für jede Tierart speziell entwickelte Bewertungsbögen. Im Bereich Milchvieh wurde die von KNIERIM und WINCKLER (2002) entwickelte Checkliste verwendet. Diese Checkliste kombiniert mit einer Tierbeurteilung, ist die aktuellste und sehr praktikable Version eines Bewertungssystems im Bereich Milchviehhaltung. Mit Hilfe einer Checkliste wurden die für die Milchkuh wichtigen Funktionsbereiche Liegen, Bewegung, Fressen, Tränke und Komfort überprüft und mit +, ± und – bewertet (wobei + = positive Beurteilung, ± = Änderung sollte erwogen werden und - = Änderung dringend erforderlich bedeuten).



Abb. 1: Blick in einen Pilotbetrieb mit den verschiedenen Funktionsbereichen Liegen, Laufen, Fressen und Trinken

So wurden im Bereich Liegen u. a. das Tier-Liegeboxenverhältnis, die Verformbarkeit der Liegefläche, die Boxenbreite und -länge und die Höhe der Kotkante sowie der Bugschwelle gemessen und bewertet (Abb. 2).

Bereich	Anzustreben	Akzeptabel	Vorgefunden	Bemerkung	Ergebnis <sup>1</sup>		
					+	±	-
<b>Liegen</b>							
Tier:Boxen-Verh.	< 1:1	1:1					
Verformbarkeit Liegefläche	hoch						
Sauberkeit Liegefläche	geringe Feuchte oder Verschmutzung						
Absorptionsver- mögen Liegefläche	gut						
Rutschfestigkeit Liegefläche	Widerstand bei „Stiefeltest“						
Trittsicherheit Liegefläche	ebener Untergrund						
Boxenbreite <sup>2</sup>	(0,86*WH) + 5% = _____ cm	(0,86*WH) = _____ cm					
Höhe der Kotkante (Hochbox)	15-20 cm						

Abb. 2: Teil einer Checkliste für den Funktionsbereich Liegen

Zusätzlich wurde ein Teil der Herde einer genauen Bewertung des Integuments nach Verletzungen und Verschmutzungen unterzogen (siehe Anhang). Der Verschmutzungsgrad wurde an 7 Körperzonen mittels folgendem Notenschlüssel erhoben:

- 0,0 = keine Verschmutzung/ Vernässung
- 0,5 = vereinzelte, geringgradige Verschmutzung/ Vernässung
- 1,0 = verbreitete Verschmutzung/ Vernässung, aber weniger als 50% der jeweiligen Körperzone
- 1,5 = verbreitete Verschmutzung, mehr als 50% der jeweiligen Körperzone
- 2,0 = ganzflächige Verschmutzung/ Vernässung, bzw. eine Verschmutzung der Körperzone mit dicken Krusten

Die vollständigen Checklisten für Milchkühe sind im Anhang zu finden.

Für die Fresser- und die Mastbullenbetriebe wurde eine an das System der Milchvieh-Checkliste angelehnte neue Checkliste entworfen. Grundlage für die Checklisten für die Mastschweine- und Zuchtsauenbetriebe ist ein von BORELL (2002) entwickeltes Bewertungssystem. Die Geflügelbetriebe wurden mit einem an den Tiergerechtheitsindex für Legehennen (BARTUSSEK, 1995) angelehnten Schema bewertet.

Die Bewertungen wurden in einer Dokumentation zusammengefasst und für die einzelnen Funktionsbereiche in Form einer Ampel dargestellt, wobei grün „tiergerecht“ bedeutet, rot „mangelhaft“ und orange „vereinzelt Probleme“.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Rinder

Bei den 12 beurteilten Milchviehställen handelt es sich um 11 Liegeboxenlaufställe und 1 Tretmiststall.

#### 5.1.1 Laufen

Planbefestigte Laufgänge mit Schieberentmistung fanden sich in 8 Betrieben (2x mit Gummiauflage), perforierte Böden in 5 Betrieben, die Kombination beider Systeme in 3 umgebauten Ställen. Bei perforierten Böden sollten Spaltenweiten von  $< 3,0$  cm (max. 3,5 cm) und Balkenbreiten von  $> 10$  cm (mind. 8 cm) angestrebt werden. Alle 5 Betriebe lagen im akzeptablen Bereich. Damit die Kühe sicher und viel laufen, sollte der Boden rutschfest (Widerstand „Stiefeltest“), trittsicher (keine losen Balken oder Löcher), sauber und weitgehend trocken sein. Lediglich in einem Betrieb waren die Laufgänge stark verschmutzt, was sich auch in den stärker verschmutzten Tieren spiegelte.

Der Fressgang sollte mindestens 3,0 m, im Optimalfall  $> 3,5$  m breit sein, so dass eine Kuh fressen kann und dahinter bequem eine andere Kuh vorbeilaufen kann. Die Laufgänge zwischen den Liegeboxenreihen sollten so breit sein, dass zwei Kühe bequem aneinander vorbeilaufen können, d.h. mindestens 2,5 m, besser  $> 3,0$  m. Quergänge sollten möglichst alle 10-12 Liegeboxen eingeplant sein, damit die Wege zu Futter und Tränke möglichst kurz sind. Sackgassen sollten sich nach Möglichkeit nicht im Stall befinden, damit rangniedrige Tiere immer ausweichen und flüchten können.

Die Optimalmaße bei den Laufgängen werden nicht in allen Betrieben eingehalten. Dies liegt zum einen daran, dass es sich teilweise um Umbauten handelt, wo durch eine ältere Bauhülle die Maße vorgegeben werden, zum anderen beschränken die Spaltenbodenelemente die Gangbreiten. Eine schöne Umbaulösung für den Futtergang zeigt Abb. 3.



Abb. 3: Futtergang entlang der alten Futterachse

Laufhöfe werden von den Milchkühen sehr gut angenommen, sie bieten den Tieren Abwechslung, frische Luft und erweitern den Bewegungsraum. Die Tiere können sich direkt der Witterung aussetzen, z. B. im Sommer abregnen lassen oder sich an einem schönen Herbsttag sonnen, und anderen Tieren leichter ausweichen. Tränken, Heuraufen, Liegeboxen oder Bürsten machen Laufhöfe noch attraktiver. 8 der 12 Betriebe bieten einen ständig zugänglichen Auslauf bzw. nur teilüberdachte Laufflächen. Bei 4 der 12 Betriebe hatten die Milchkühe zusätzlich im Sommer Weidegang, was aus Sicht des Tieres sehr positiv zu sehen ist. Lediglich 2 Betriebe bieten weder Weide noch Auslauf bzw. nicht überdachten Laufbereich.



Abb. 4: Laufhofvarianten

### 5.1.2 Liegen

Alle Liegeboxenlaufställe hatten ein sehr gutes Tier-Liegeboxen-Verhältnis von  $< 1:1$ , so dass alle Tiere gleichzeitig liegen können und Einzeltiere nicht von ranghöheren verdrängt werden. Sehr positiv fällt auf, dass sich alle Betriebe für Tiefboxen entschieden haben, davon 10 mit Stroh-Mist- bzw. Kalk-Stroh-Einstreu sowie je einer mit Sägemehl- bzw. Laubeinstreu. In 2 Betrieben fanden sich zusätzlich noch eine geringe Anzahl an Hochboxen. Die meisten Liegeboxen waren in einem gut gepflegten Zustand, d. h. die Tiefboxen waren rutschfest und eben, hatten eine feste, geschlossene Matratze mit einer verformbaren, sauberen und trockenen Liegefläche. Auch Hochboxen sollten auf jeden Fall eingestreut werden, um v. a. Flüssigkeiten (Milch, Harn) zu binden und die Oberfläche rutschfest zu halten. Die Boxenpflege sollte täglich mindestens zweimal am besten zu den Melkzeiten durchgeführt werden. In Einzelfällen war eine fehlende oder löchrige Matratze sowie zu wenig Einstreu zu bemängeln.

Die Pflege der Liegefläche spiegelt sich im Grad der Verschmutzung der Kühe deutlich wider. Der Verschmutzungsgrad wurde bei einem Teil der Herde (je nach Bestandsgröße 10-25 Tiere) an 7 Körperzonen nach einem Notenschlüssel von 0 = keine Verschmutzung/Vernässung, 1 = verbreitete Verschmutzung < 50 % der jeweiligen Körperzone bis 2 = ganzflächige Verschmutzung bzw. Verschmutzung mit dicken Krusten erhoben. Die durchschnittliche Verschmutzung der Kühe lag im Sommer bei 0,66, im Winter bei 0,71.

In Abb. 5 sind dazu die Ergebnisse der Tierbeurteilung dargestellt, zur Verdeutlichung als Abweichung vom Mittelwert. Wie zu erwarten ist die Verschmutzung der Tiere im Tretmiststall am größten (Betrieb 10).

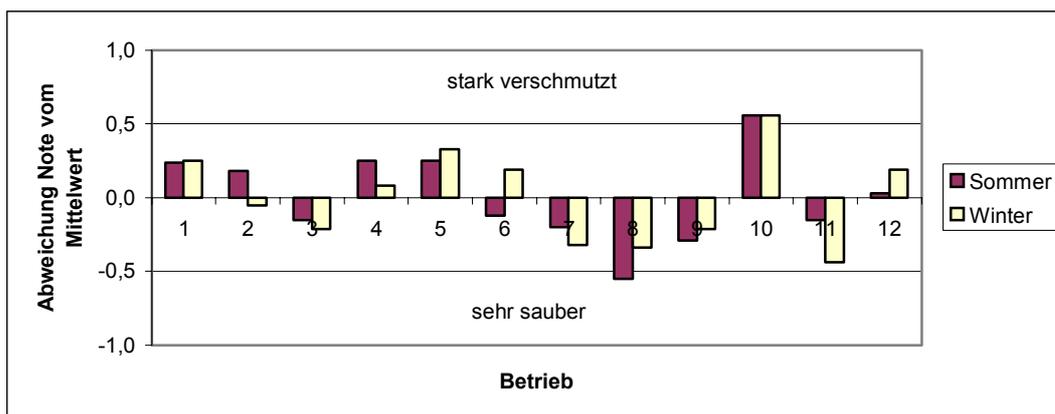


Abb. 5: Verschmutzung der Tiere (Betriebsvergleich)

Die Boxenmaße sollten sich an den größten Tieren der Herde orientieren. Dazu wurde bei jeweils 5 der größten Kühe je Betrieb die Widerristhöhe und schräge Rumpflänge gemessen und anhand der in der Checkliste im Anhang angegebenen Formeln die Optimalmaße berechnet. Es zeigte sich, dass bei den meisten Betrieben die Boxenlänge und -breite ausreichend ist und die Kühe genügend Freiraum für den arttypischen Kopfschwung beim Aufstehen haben. Die Bugschwelle ist jedoch in einigen Betrieben zu hoch, zu kantig, in einem neugebauten Liegeboxenstall waren einige der Bugbretter bereits 9 Monate nach Bezug gebrochen. Zu hohe Bugschwelle (be-)hindern die Kühe, den Kopf oder einen Vorderfuß über die Bugschwelle zu legen. Bei Tiefboxen kann eine zu hohe Bugschwelle durch ausreichend Einstreu ausgeglichen werden, bei Hochboxen bieten sich Rundhölzer als Bugschwelle an.



Abb. 6: Links Bugwellenhöhe gut, rechts viel zu hoch

Die seitlichen Abtrennungen (8 frei auskragend, 3 mit Mittelstütze) boten in den meisten Betrieben ausreichend Platz zum Liegen. Lediglich in einem Betrieb fand sich eine über die gesamte Boxenlänge gehende Gurtabtrennung mit Endstütze, die die Kühe bei der Einnahme einer gestreckten Seitenlage sehr behinderte. In einem umgebauten Stall zeigten 17 von 20 beurteilten Kühen haarlose Stellen im Bereich des Karpalgelenkes, die eindeutig auf einen rauen Übergang vom Liegebereich zum Kopfraum beruhten.



Abb. 7: Einfluss der Seitenabtrennung auf das Liegeverhalten

Tiergerechter im Vergleich zu Liegeboxen einzustufen ist die freie Liegefläche im Tretmiststall auf Grund der maximalen Bewegungsfreiheit. Nachteilig ist das ungehinderte Abkoten und Harnen der Kühe auf der Liegefläche, wodurch nicht nur diese, sondern auch die Kühe selbst stärker verschmutzen.

### 5.1.3 Fressen

Milchkühe möchten gleichzeitig fressen, dafür sollte für jedes Tier ein Fressplatz zur Verfügung stehen, optimal ist ein Tier-Fressplatz-Verhältnis von  $< 1:1$ . Bei Vorratsfütterung kann das Tier-Fressplatz-Verhältnis auch  $> 1:1$  sein, dann sollte aber gleichmäßig das Futter nachgeschoben werden. Wird Grünfutter angeboten, dann muss jede Kuh ihren Fressplatz haben. Die Fressplatzbreite sollte mindestens 65 cm sein, besser  $\geq 75$  cm, der Futtertisch sollte 15-20 cm über dem Standplatzniveau der Kühe sein. Idealerweise ist das Fressgitter leicht nach vorne zum Futter geneigt, das erleichtert den Kühen die Futteraufnahme, da der Radius größer ist, und kommt der natürlichen Fresshaltung entgegen. 8 der 12 Betriebe hatten mehr Fressplätze als Tiere, bei 2 Betrieben war das Fressgitter geneigt, die Fressplatzbreite war in allen Betrieben gut bis akzeptabel. Bei behorneten Tieren sollte ein Rundbogenfressgitter gewählt werden mit möglichst breiten Fressplätzen, damit eine Kuh im Panikfall schnell nach oben ausfädeln kann und nicht im Fressgitter hängen bleibt und sich verletzt. Ein Nackenholm als Futtertischabtrennung bietet den Kühen optimale Bewegungsfreiheit und Futtererreichbarkeit, ermöglicht andererseits aber auch ein Abdrängen rangniedriger Tiere.

Wird das Leistungsfutter über eine Kraftfutterstation zugeteilt, so sollte eine Station für maximal 25 Tiere vorgesehen sein und um die Station ausreichend Platz zur Verfügung stehen ( $> 3$  m Radius). 5 der 12 Betriebe hatten eine oder zwei Kraftfutter-Stationen, bei 2 umgebauten Ställen war auf Grund der vorgegebenen Gangbreiten im Altgebäude der Freiraum hinter der Station sehr eingeschränkt (Abb. 9). In 2 Fällen wurden mehr als 25 Kühe von einer Station versorgt. Gemildert wird dieser Mangel dadurch, dass in diesen Betrieben das Kraftfutter teilweise in Form einer aufgewerteten Grundfuttermischung gegeben wird.



Abb. 8: Links Rundbogenfressgitter für behornte Kühe, rechts Nackenholm



Abb. 9: Geringer Freiraum hinter einer Kraftfutter-Station (Umbaulösung)

#### 5.1.4 Tränke

Der freie Zugang zu frischem Wasser ist eine Grundvoraussetzung für die artgerechte Versorgung der Rinder, für Leistung und Wohlbefinden. Eine einwandfreie Wasserqualität muss durch tägliche Kontrolle und Reinigung der Tränken sichergestellt werden. In Milchviehställen haben sich Trogränken mit Schwimmerregulierung und Kippmechanismus am besten bewährt. Das Fassungsvermögen sollte mindestens 100 Liter, in größeren Herden 200 Liter betragen. Durch diesen Vorrat können große Wassermengen in kurzer Zeit entnommen werden, auch wenn der Wassernachlauf geringer als die Trinkgeschwindigkeit ist. Trogränken ermöglichen den Kühen ein natürliches Saugtrinken mit eingetauchtem Flotzmaul, es können mehrere Tiere gleichzeitig trinken und schrägstehende Tiere blockieren nicht den Durchgang. Pro Tiergruppe sollten mindestens zwei Tränken vorhanden sein und je Kuh mindestens 8 cm Trogkantenlänge. Die Trogkante sollte sich auf ca. 80-85 cm Höhe befinden, damit die Kuh eine weitgehend natürliche Haltung beim Trinken einnehmen kann und das Tränkewasser nicht verkotet wird. Sehr gut angenommen, vor allem von den randniedrigen Tieren, wird ein zusätzliches Tränkeangebot im Melkstand in Form einer Tränkerinne oder als Schalenränke.

Wenn Schalenränken zum Einsatz kommen (z. B. in Abkalbebuchten), sollte der Schalendurchmesser mindestens 20 cm, besser 25-30 cm betragen, die Schalentiefe mindestens 5 cm. Der Wassernachlauf sollte bei 15-20 Liter/Minute liegen. Zu bevorzugen sind großvolumige Schwimmertränken.

Die Tränken sollten so angeordnet sein, dass sie von drei Seiten gut zugänglich sind und um die Tränke herum ein Freiraum von  $> 3$  m Radius zur Verfügung steht. Günstige Standorte, die auch alle Pilotbetriebe gewählt haben, sind die rückwärtige Stall- oder Fressgangwand, Quergänge (ausreichend breit!) bei mehrreihigen Boxenlaufställen, die untere Kante von Tretmistflächen und der Auslauf. In Außenklimaställen sind Frostschutzmaßnahmen z. B. (beheizbare Tränken, Ringleitungen mit vorgewärmtem Wasser) unbedingt erforderlich.

In 9 der 12 Betriebe war das Tier-Tränke-Verhältnis gut, für die laktierenden Kühe standen meist große Trogtränken mit Kippmechanismus zur Verfügung. Durchgehend positiv war die Sauberkeit der Tränken, der Wassernachlauf und die Anordnung der Tränken. In 2 Betrieben wurden jedoch die Quergänge bedingt durch die schmale Bauweise kleiner Trogtränken durch trinkende Kühe blockiert, da diese nicht schräggehend aus diesen Tränken trinken können. Fast alle Tränken waren bei normalen winterlichen Temperaturen frostsicher, bei extremen Minusgraden hat es nach Auskunft der Betriebsleiter jedoch teilweise starke Probleme gegeben.



Abb. 10: Tränkestandort links optimal, rechts Kuh blockiert beim Trinken den Gang

Ungünstig zu beurteilen ist in einigen Betrieben das Tränkeangebot für die Trockensteher. In 4 Betrieben stehen nur Schalenränken zur Verfügung, die auf Grund der geringen Wasseroberfläche und Tiefe kein arttypisches Saugtrinken ermöglichen. Teilweise sind die Tränken in sehr engen Gängen angeordnet.

### 5.1.5 Komfort

Bürsten als Scheuermöglichkeit werden von allen Kühen sehr gut angenommen, diese können als automatische Kuhputzbürsten oder als einfache Bürsten zum selber Scheuern angeboten werden. Bei den Pilotbetrieben genossen die laktierenden Kühe in 8 Betrieben eine elektrische Kuhbürste und in 3 Betrieben eine einfache Bürste. Im Trockensteherbereich befanden sich jedoch nur auf 3 Betrieben einfache Bürsten.



Abb. 11: Scheuereinrichtungen

In einem Betrieb fand sich als besonderes Komfortangebot eine Beregnungsanlage über dem Fressgang.

### 5.1.6 Abkalbbereich

Kühe ziehen sich auch unter natürlichen Bedingungen zum Kalben von der Herde zurück, gehen aber immer wieder zurück zur Herde. Man sollte ihnen auch im Stall einen separaten, ausreichend großen Bereich zur Verfügung stellen, in dem sie in Ruhe kalben können. Dieser Bereich sollte nach Möglichkeit so angelegt sein, dass die kalbende Kuh wenigstens Blickkontakt zur Herde hat. Würde sie komplett von der Herde getrennt, bedeutet das für das Herdentier Kuh zusätzlichen Stress zur Kalbung. Je Kuh sollten 9 m<sup>2</sup> Platz zur Verfügung stehen, je weiterer Kuh 5 m<sup>2</sup>. Der Abkalbbereich sollte ausschließlich als solcher genutzt werden und nicht, wie in der Praxis häufig üblich, auch als Krankenbox. Von den 12 Betrieben hatten 11 eingestreute Abkalbeboxen, wobei jedoch in einem dieser Betriebe die Kühe im Normalfall im Stall abkalben und die Abkalbebox als Kälberbox genutzt wird. In einem Betrieb mit sehr kleinem Kuhbestand stehen für die Trockensteher und abkalbenden Tiere lediglich Anbindeplätze zur Verfügung. Alle Abkalbeboxen waren ausreichend groß (z. T. unterteilbar) und mit Sichtkontakt zur Herde bzw. in einem Betrieb mit Sicht zu den Kälbern. In 6 Betrieben waren die Buchten mit direktem Zugang zum Futtertisch angeordnet. Auf den meisten Betrieben dient die Abkalbebox auch als Krankenbereich, in 2 Betrieben stehen dafür Anbindeplätze zur Verfügung. Eine separate Krankebucht ist nur auf einem Betrieb vorhanden.



Abb. 12: Links Abkalbebox, rechts ehem. Futtertisch als Abkalbbereich (Umbaulösung)

### 5.1.7 Zusammenfassender Vergleich

Es wurden insgesamt 12 Milchvieh-, 3 Mutterkuh-, 2 Mastrinderställe und 1 Kälberstall im Hinblick auf Tiergerechtheit bewertet, während bei dieser Veröffentlichung nur auf die Milchviehbetriebe eingegangen wurde. Bei fast allen neugebauten Ställen wurde sehr viel Wert darauf gelegt, den Tieren möglichst geräumige, rutschfeste Laufflächen sowie komfortable Liegeflächen zu bieten. In den Milchviehställen fanden sich fast ausschließlich Boxenlaufställe mit eingestreuten Tiefboxen sowie ein Tretmiststall. Die Auswertung der Tiergerechtheit zeigte, dass vereinzelt Mängel im Lauf-, Liege- und Fressbereich auftraten. Die Laufgänge, speziell die Quergänge, waren in einigen Betrieben nicht ausreichend breit, vor allem bei gleichzeitiger Anordnung von Tränken oder Scheuereinrichtungen. Weitere Mängel wurden im Liegebereich festgestellt. Vor allem zu hohe Bugschwellen und ungünstige Seitenabtrennungen behindern die Kühe beim Liegen. Bei der Wasserversorgung geht der Trend eindeutig zu großvolumigen Trogränken bei den laktierenden Kühen. Zusätzlichen Komfort bieten Scheuereinrichtungen, die in fast allen Betrieben zur Verfügung standen. Bei einigen Betrieben wurden zur Erhöhung der Laufaktivität Weidengang und Laufhöfe bzw. nur teilüberdachte Laufgänge angeboten. Insgesamt konnten alle Betriebe der Milchviehhaltung als tiergerecht bis sehr tiergerecht bewertet werden.

## 5.2 Schweine

Im Rahmen des Projektes wurden 9 Schweinebetriebe bewertet. Davon waren 4 Ferkelerzeuger, 1 Ferkelaufzuchtbetrieb und 4 Mastbetriebe. Für die Tiergerechtheit bei Schweinen sind die folgenden Bedingungen wesentlich:

- Aufteilung der Buchten in Funktionsbereiche
- Platz für Liegen und Bewegen
- trittsichere und saubere Böden
- ausreichend Fressplätze und Tränken
- erreichbare Beschäftigungsmöglichkeiten
- gutes Hygienemanagement
- schadgasarme Stallluft
- angemessene Umgebungstemperaturen
- aufmerksame und konsequente Tierbetreuung

### 5.2.1 Funktionsbereiche

Wichtig bei der Schweinehaltung ist eine Einteilung der Buchten in Funktionsbereiche. Die Tiere sollten zwischen Ruhebereich und Aktivitätsbereich trennen können. Der Kotplatz muss sich auf der Aktivitätsfläche befinden. Eine interessante Lösung wurde bei einem Zuchtsauenbetrieb (120 Sauen) gefunden. In einem Deck- und Wartestall befanden sich 4 Buchten im Stallinneren und überdachte Ausläufe auf jeder Seite.

Der Liegebereich war planbefestigt und der Auslauf perforiert. Die Tiere konnten somit zwischen verschiedenen Klimazonen wählen. Im Sommer wurde der schattige Außenbereich vermehrt zum Liegen genutzt. Die Besatzdichte war mit  $>3 \text{ m}^2 / \text{Tier}$  großzügig bemessen. Die Licht- und Luftverhältnisse waren sehr gut.



Abb. 13: Neuer Deck- und Wartestall mit innen liegender Liegefläche und Aktivitätsbereich außen

Auch in Mastställen ist eine Einteilung in Funktionsbereiche von großer Bedeutung für die Tiergerechtigkeit. Beispielgebend ein Pig-Port 2 Stall mit 350 Plätzen. Der Liegebereich war planbefestigt, der Aktivitäts- und Fressbereich perforiert. Über dem wärmegeämmten Liegebereich befanden sich Ruhekisten, die manuell hochgeklappt werden konnten. Die unterschiedlichen Klimareize wirken sich positiv auf die Tiergesundheit aus.



Abb. 14: Strukturierung im Mastschweinestall. Aktivitätsbereich und Ruhebereich mit Ruhekisten

### 5.2.2 Liegebereich

Schweine liegen über einen großen Teil des Tages. Die Liegefläche sollte deshalb den Ansprüchen der Tiere angepasst werden. Wichtig ist, dass diese trittsicher, rutschfest, wärmegeämmt und wenig verschmutzt ist. Die Tiere sollten genügend Platz haben. Bei einem Beispielsbetrieb für Zuchtsauen waren 1,35 m<sup>2</sup> Liegefläche je Tier vorhanden. Somit konnten die Sauen alle Liegepositionen einnehmen. Sichtblenden zur Nachbarbucht sorgten für Ruhe im Stall. Der Ruhebereich war dunkler und wärmer als der Aktivitätsbereich.



Abb. 15: Der Liegebereich in einem Wartestall und eingestreuter Liegebereich in einem Maststall

Liegeflächen mit Stroheinstreu sind für die Tiere positiv. Die Liegefläche ist wärmegeämmt, weich und das Stroh kann zur Beschäftigung genutzt werden. Zusätzlich waren Ruhekisten für die Tiere vorhanden, die für alle Tiere Platz boten. Im Sommer legten die Tiere jedoch den Kotplatz im Liegebereich an und suhlten sich in der vernässten und verkoteten Einstreu. Die Tiere waren somit stark verschmutzt und hygienische Probleme können entstehen.

Die Sauberkeit der Tiere ist auch in Zweiflächenbuchten problematisch. Entscheidend sind die Klimaverhältnisse insbesondere im Sommer. Im linken Bild der Abbildung 16 ist ein Abteil eines Maststalles mit sehr guter Luftführung zu sehen. In keinem der Abteile (gesamt 350 Mastschweine) waren die Liegeflächen verschmutzt.



Abb. 16: Vergleich der Verschmutzung zweier Mastschweinställe. Die Liegefläche (rechts) war im Sommer verschmutzt.

Im Sommer waren in einem anderen Mastbetrieb (Bild rechts) die Trennungen zwischen Kot- und Liegebereich „umgekippt“. Die Liegeflächen mehrerer Buchten waren stark verschmutzt.

Die Gestaltung des Liegebereiches ist insbesondere im Abferkelbereich von entscheidender Bedeutung. Die Liegeflächen für die Sauen müssen rutschfest und planbefestigt sein. Verletzungen von Klauen und Zitzen können somit weniger auftreten. Stroheinstreu ist für

die Sauen sehr tiergerecht. Die Liegefläche ist weich und die Tiere können dann das art-spezifische Nestbauverhalten ausführen. Bewegungsbuchten sind für die Sauen sehr positiv. Das Stützsystem kann trainiert werden, was Erdrückungsverlusten vorbeugt. Jedoch müssen diese Buchten mindestens 7 m<sup>2</sup> groß sein. Erhöhte Ferkelverluste sind sonst die Folge. Für die Ferkel ist die Temperatur und Wärmedämmung im Ferkelnest entscheidend. Deshalb sollte Stroh oder beheizbare Liegeflächen vorhanden sein.



Abb. 17: Bewegungsbucht und Ferkelnest in einem Außenklimastall

Insbesondere in Außenklimaställen ist die Einhaltung der Temperaturansprüche problematisch. Untersuchungen in mehreren Praxisbetrieben zeigten, dass aufgrund der fehlenden Isolierung des Stallgebäudes und der großflächig gestalteten Zuluftflächen (Spaceboard) im Stallinnenraum die Temperatur nur 2 – 3 Grad Kelvin über der Außentemperatur liegt. Die Schwankungen im Jahres- und Tagesverlauf wirken direkt auf die Temperaturen im Stall (M. KÜHBERGER UND C. JAIS, Abferkeln im Außenklimastall, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, 2006). Wenn zusätzlich die Fläche unter der Heizquelle zu gering ist, wie auf dem rechten Bild ersichtlich, ist die Tiergerechtigkeit nicht gegeben. Infrarotstrahler geben nur Strahlungswärme ab. Somit ist nur direkt unter dem Strahler die Temperatur erhöht. Die Ferkel reagieren mit Haufenlage.

Aufgrund der festgestellten Probleme und durchgeführter weiterer Untersuchungen kann ein Außenklima-Abferkelstall unter den Klimabedingungen in Bayern nicht empfohlen werden.

### 5.2.3 Aktivitätsbereich

Der Aktivitätsbereich sollte die Verhaltensweisen Laufen, Wühlen, Scheuern und Koten ermöglichen. Der Boden im Lauf- und Fressbereich sollte den Tieren einen sicheren Tritt geben, trocken sein und genügend Platz bieten. Stroheinstreu kommt dem Verhalten der Tiere, insbesondere Aufzuchtferkeln entgegen. Sie können wühlen und sich beschäftigen. Zusätzliche Ausläufe aktivieren das Erkundungsverhalten.



Abb. 18: Stroheinstreu und planbefestigte Ausläufe auf einem Biobetrieb zur Aktivierung der Tiere

Jedoch müssen die Einstreu und die Ausläufe sauber gehalten werden. Die Reinigung und Desinfektion ist in Außenklimaställen insbesondere im Winter ein Problem. Spaltenböden bieten den Vorteil, dass der Kot durchgetreten wird und die Böden somit trocken und rutschfest sind. Der Klauenabrieb ist ein weiterer zu beachtender Gesichtspunkt. Dieser Boden bietet aber wenig Reize für die Schweine.



Abb. 19: Blick in eine Bucht für Mastschweine eines Pilotbetriebes

#### 5.2.4 Beschäftigungsmöglichkeiten

Insbesondere in reizarmen Haltungen sind Beschäftigungsmöglichkeiten notwendig. Die Tiere verbringen einen großen Teil des Tages mit Futtersuche. Sind keine Möglichkeiten zur Beschäftigung vorhanden, suchen die Tiere nach Ersatzobjekten. Dadurch kann es zu Schwanz- und Ohrenbeißen kommen.

Wichtig ist, dass die Beschäftigungsobjekte frei im Raum zugänglich sind. Hängen sie an der Wand, werden sie kaum genutzt. Ketten haben sich zur Beschäftigung bewährt. Zusätzlich an den Ketten befestigte Holzteile wirken aktivitätssteigernd.



Abb. 20: Beschäftigungsmöglichkeiten freihängend und an der Trennwand befestigt

Eine sehr interessante Lösung wurde in einem Zuchtsauenbetrieb entwickelt. Ein Kratzbaum wurde in der Mitte des Abteils eingebaut und die Beschäftigungsmöglichkeiten an diesem befestigt.



Abb. 21: Ein Kratzbaum verbunden mit Ketten ist eine gute Idee für die Schweinehaltung

Kratzbürsten eignen sich sehr gut zum Selbstputzen der Tiere. Somit wird der Komfort der Tiere verbessert.

### 5.2.5 Fressbereich und Tränke

Schweine sind Synchronfresser, daher gehört infolge des Zusammenlebens in einer Rotte und gleichzeitigen Aufsuchens von Fressstellen Futterneid zum normalen Verhalten. Wenn Futter restriktiv verabreicht wird, ergeben sich Konkurrenzsituationen, die zu Aggressionen und Verletzungen führen können. Schweine verbringen einen großen Teil des Tages mit Futtersuche und Futteraufnahme. Bei der Gestaltung des Fressbereiches müssen diese Bedürfnisse berücksichtigt werden. Mindestfressplatzbreiten, Sichtblenden als bautechnische Lösung sowie ein enges Tier-Fressplatz-Verhältnis sind daher von sehr großer Bedeutung.

Einzelfressstände bei Sauen in kleineren Gruppen (Deck- und Wartebereich, Jungsauen) ermöglichen ein Synchronfressen aller Tiere. Die Zuteilung kann von Hand (kostengünstig, gute Tierkontrolle) oder über Volumendosierer erfolgen.

Bei der Kleingruppenhaltung mit Dribbelfütterung (Wartebereich eines Pilotbetriebes) sind die Tiere (9 pro Gruppe) zu keinem Zeitpunkt mechanisch fixiert. Lediglich während der Fütterungszeiten suchen sie die nur durch Sichtschutz getrennten Fressstände auf, bei denen sie durch das langsam fließende Futter biologisch fixiert werden.

In Großgruppen haben sich Abrufstationen mit geschlossenen Seitenwänden bewährt, bei denen die Sauen ungestört von anderen Tieren tierindividuell gefüttert werden können. Wichtig ist, dass der Ausgangsbereich möglichst weit entfernt ist vom Eingangsbereich. Der Nachteil des „Nacheinander-Fressens“ ist zwar grundsätzlich gegeben, durch die Wahl des Fütterungsstart-Zeitpunktes, der sicheren Einzeltiererkennung und den heute gut entwickelten Türschließmechanismen ist dieser aber weitgehend abgemildert. Bei Abrufstationen ohne geschlossene Seitenwände besteht die Gefahr, dass rangniedrige Tiere von den ranghohen Tieren verdrängt werden.



Abb. 22: Links Abrufstation mit geschlossenen Seitenwänden, rechts ohne

In der heutigen Schweinehaltung erübrigt sich die Futersuche, das Bedürfnis der Schweine zu wühlen besteht aber weiterhin. In eingestreuten Buchten können die Schweine im Stroh wühlen, in einstreulosen Buchten verwenden die Schweine das Futter als Wühlsubstrat oder weichen auf Artgenossen aus. Bei den ökologisch wirtschaftenden Pilotbetrieben (Einstreu vorgeschrieben) haben die Schweine eine ausreichende Wühlmöglichkeit.

In den Mastbetrieben erfolgt die Fütterung zumeist über Flüssigfütterung oder Breiautomat. Der Breiautomat ist ethologisch einerseits positiv zu beurteilen, da Schweine breiiges Futter anderen Konsistenzen vorziehen. Negativ ist andererseits, dass nicht mehr alle Tiere gleichzeitig fressen können. Flüssigfutter wird von Mastschweinen im Vergleich zu Trockenfutter ebenso bevorzugt aufgenommen. Da jedoch zur Aufnahme des Futters nur ein Bruchteil der Zeit aufgewendet wird, ist es sinnvoll, die Tagesfuttermenge auf möglichst viele Futterzeiten aufzuteilen.

Das Tier-Fressplatz-Verhältnis sollte bei Flüssigfütterung bei max. 6:1, beim Breifutterautomat bei max. 12:1 liegen.



Abb. 23: Fütterung von Mastschweinen: Flüssigfütterung über Kurztrug bzw. Breifutterautomat

Bei der Wasseraufnahme saugen Schweine wie Rinder mit gesenktem Kopf Wasser aus einer stehenden Wasserfläche auf. Schweine werden daher ebenfalls den Saugtrinkern zugeordnet. Schalen- und Trogtränken kommen den Verhaltensansprüchen am nächsten. Beiß- und Nippeltränken bieten den Tieren zwar stets sauberes Wasser, ermöglichen jedoch kein Saugtrinken.

Im Deck- und Wartebereich bewährt haben sich großvolumige Schwimmertränken (z. B. Rindertränken) sowie der Einsatz von Aqualevel-Trogflutern bei Einzelfressplätzen.



Abb. 24: Umgebaute Rindertränke und Trogfluter im Deckbereich

Im Abferkelbereich positiv sind sog. Mutter-Kind-Tränken, da die Sau auch im Liegen trinken kann und Schalentränken von den Ferkeln in der Regel schneller als Wasserquelle erkannt werden. Nachteilig an diesen Tränken ist, dass der Liegebereich der Sau eingeengt und mitunter auch benässt wird.



Abb. 25: Mutter-Kind-Tränke

Tränken sollten immer im Aktivitätsbereich frei zugänglich angeordnet sein, z. B. an den Trenngittern zur Nachbarbucht oder im Auslauf. Das Tier-Tränke-Verhältnis sollte bei max. 12:1 liegen, auch bei Flüssigfütterung sollte eine zusätzliche Tränke zur Verfügung stehen. Sehr wichtig ist ein guter Wassernachlauf, der bei Zuchtsauen bei mindestens 1,5 l/min und bei Mastschweinen bei mindestens 0,8 l/min liegen soll. Eine regelmäßige Kontrolle ist unabdingbar.

Im Mastbereich finden sich in der Regel Nippeltränken, da diese den geringsten Arbeitsaufwand mit sich bringen. Ein artgerechtes Saugtrinken ist jedoch nicht möglich.



Abb. 26: Nippeltränken in Mastbuchten zusätzlich zur Flüssigfütterung

### 5.2.6 Hygiene

Das Hygienemanagement ist ein ganz entscheidender Punkt bei der Erhaltung der Tiergesundheit. Diese hat bei der Bewertung der Tiergerechtigkeit einen hohen Stellenwert.

Seit 1999 gilt die Schweinehaltungshygieneverordnung. Mittlere Betriebe von 20 bis zu 700 Mastplätzen und 150 Sauenplätzen müssen eine Umkleidemöglichkeit, große Betriebe eine Hygieneschleuse zur Trennung von Schwarz- und Weiß-Bereich haben. Die Kadaverlagerung soll stallfern und in geschlossenen Behältern erfolgen. Weiterhin sind Vorrichtungen zur Reinigung und Desinfektion von Fahrzeugrädern vorgeschrieben. Große Betriebe müssen über eine Einfriedung verfügen.

Bei wenigen Betrieben des Pilotprojektes wurden konsequente Lösungen zur Tierhygiene gefunden. Ein wesentliches Element ist der Tierzukauf aus nur einem Betrieb. Diese Problematik wird zukünftig an Bedeutung gewinnen. Wichtig ist weiterhin der Einbau von Sortierbuchten und separaten Krankenabteilen. Die Gefahr der Einschleppung von Krankheitserregern durch den Landwirt wird oftmals falsch eingeschätzt. Der Zugang zu den Tieren nur über eine Hygieneschleuse mit Waschbecken, Dusche, Umziehen ist dabei wesentlich. Zumindest sollen beim Wechsel in andere Ställe die Schuhe und Overalls erneuert werden.

Ein weiterer Gesichtspunkt ist die Trennung der einzelnen Produktionsbereiche. Bei einem Ökobetrieb wurden Wartesauen, Abferkelbereich, Ferkelaufzucht und Schweinemast in einem Stall ohne Trennwände gehalten. Die einzelnen Bereiche wurden kontinuierlich belegt. Eine Reinigung und Desinfektion war damit nicht möglich und zielführend. Das Hygienemanagement wurde bei diesem Betrieb als schlecht bewertet.

Hygieneprobleme wurden insbesondere in Außenklimaställen und Ställen mit Auslauf festgestellt. Die Reinigung und Desinfektion insbesondere im Winter ist problematisch. Weiterhin ist der Kontakt mit anderen Säugern und Vögeln zu beachten. In einem Betrieb waren Vogelschutznetze und Nagerkästen vorhanden. Somit kann die Gefahr der Einschleppung von Erregern reduziert werden.

In den Tierhaltungen ist dem Tierzukauf und der Unterbrechung von Infektionsketten besondere Aufmerksamkeit zu geben.

### **5.2.7 Zusammenfassender Vergleich**

Es wurden 9 Schweinebetriebe (4 Ferkelerzeuger, 1 Ferkelaufzuchtbetrieb und 4 Mastbetriebe) nach Tiergerechtheit bewertet. Bei nur zwei Betrieben konnte der Deck- und Wartebereich durchgehend als fehlerfrei beurteilt werden. Insbesondere die Wasserverabreichung und die Beschäftigungsmöglichkeiten waren mangelhaft. In einem Betrieb war die Hygiene aufgrund fehlender Trennungen zwischen den verschiedenen Produktionsbereichen sehr problematisch. Im Abferkelbereich waren insbesondere die Aktivitäts- und Ruhebereiche bemängelt worden. Die Bewegungs- und Ruhemöglichkeiten der Sauen waren eingeschränkt. Stroh im Abferkelbereich ist für die Sauen sehr positiv zu bewerten. In den Bewegungsbuchten muss aber genügend Platz zur Verfügung stehen. Die Temperaturbedürfnisse der Ferkel müssen insbesondere im Winter in Außenklimaställen berücksichtigt werden. In den Deckbereichen konnten keine Mängel festgestellt werden.

Bei den Mastbetrieben konnte kein Betrieb als völlig fehlerfrei bewertet werden. Es waren insbesondere die hygienischen Bedingungen (Trennung in Schwarz-Weiß-Bereich und Tierzukauf aus mehreren Betrieben) mangelhaft. Die Sauberkeit der Ruhebereiche war auch bei Zweiflächenbuchten im Sommer teilweise problematisch. In eingestreuten Halungen traten hier ebenfalls Mängel auf. Die Beschäftigungsmöglichkeiten waren nur bei 2 Betrieben ausreichend installiert.

Die „klassischen Konflikte“ bei der Schweinehaltung konnten auch in den Pilotbetrieben nicht gelöst werden. Insbesondere in der ökologischen Schweinehaltung müssen weitere Entwicklungen getätigt werden.

### 5.3 Legehennen

Im Folgenden werden die Funktionsbereiche der drei Legehennenpilotställe aus Sicht der Tiergerechtigkeit miteinander verglichen. Im Betrieb GH1 wurden 2200 Legehennen (LB und LSL gemischt) in drei Gruppen in einer 2-etagigen Voliere mit Familiennestern, Kettenfütterung und Futterpfannen, Nippeltränken mit Auffangschalen und Kunststoffsitzen, mit einem Ganzrostboden und Kaltscharrraum gehalten.



Abb. 27: Betrieb GH1, links: Ganzrostboden im Stall, rechts: eingestreuter Kaltscharrraum

Im Betrieb GH2 waren 3000 Legehennen (LB und LSL gemischt) in zwei Gruppen in einer Voliere mit Familiennestern, Kettenfütterung, Nippeltränken mit Auffangschalen und runden Eisenstangen als Sitzstangen, mit Innenscharrraum, der sich über die gesamte Stallgrundfläche erstreckt, und Kaltscharrraum aufgestellt.



Abb. 28: Betrieb GH2, links: doppelstöckig angeordnete Familiennester, rechts: 2-etagige Voliere und Scharrraum

Im Betrieb GH3 wurde eine Herde mit 500 Tieren (Lohmann Tradition) in einem Mobilstall in Bodenhaltung mit Familiennestern, Nippeltränken mit Auffangschalen und gehoblen und gebrochenen Dachlatten als Sitzstangen, mit Innenscharrraum auf Naturboden und Grünauslauf gehalten.



Abb. 29: Betrieb GH3, links: Mobilstall mit Querlüftung, rechts: Innenscharrraum und Fütterungseinrichtung

### 5.3.1 Legenester

Den Legehennen standen auf den drei Pilotbetrieben jeweils Familiennester zur Eiablage zur Verfügung. Familiennester wirken sich positiv auf die Nestannahme aus, da eine bereits im Nest legende Henne das Nest für eine suchende Henne attraktiver macht. Im Betrieb GH1 waren die Nester doppelstöckig auf der dem Kaltscharrraum gegenüberliegenden Seite angeordnet, auf dem Betrieb GH2 fand sich eine sehr tiergerechte Lösung, die Nester waren doppelstöckig in den Volierenblock integriert (Abb. 28). Das hat den Vorteil, dass die Nester von den Tieren sehr leicht erreicht werden können und die Tränke- und Fütterungseinrichtung nicht weit vom Nest entfernt sind, was für eine bessere Akzeptanz der Nester sorgt. Auf dem Betrieb GH3 waren die Nester mittig auf der Futterebene angeordnet, hier befand sich die Tränkelinie auch direkt vor den Nestern. Die Nestfläche war auf den Betrieben GH1 und GH2 großzügig kalkuliert, auf 1 m<sup>2</sup> Nestfläche kamen weniger als 90 Hennen. Ein in der Praxis bewährter Wert ist 1 m<sup>2</sup> Nestfläche für 100 Hennen, damit die Tiere gerade zu Beginn der Legeperiode ausreichend Fläche zur Verfügung haben. Einzig auf dem Betrieb GH2 war die Nestfläche knapp bemessen, auf 119 Tiere kam 1 m<sup>2</sup> Nestfläche (5 % Verluste einkalkuliert). Als Nestaustriebssystem wurde auf den Betrieben GH1 und GH2 ein Kippboden verwendet; dieser ist hygienisch sehr gut, da beim Schließen der Nester Kot und Federn etc. abfallen und der Nestboden besser abtrocknen kann. Die Nestflächen waren auf diesen Betrieben auch sehr sauber. Auf dem Betrieb GH3 wurde als Nestaustriebssystem ein Rechen genutzt, neben den hygienischen Nachteilen im Vergleich zum Kippboden besteht hier die Gefahr für geschwächte Tiere beim Nestaustrieb eingeklemmt zu werden. Aus Sicht der Tiere wäre Nesteinstreu wünschenswert, in der Praxis ist das leider in den seltensten Fällen realisierbar, so auch auf keinem der drei Pilotbetriebe. Um den Hennen dennoch bestimmte Elemente des Nestbauverhaltens, wie Scharren und Nestmulden, zu ermöglichen, können bestimmte Materialien als Nestboden Verwendung finden, z. B. grauer, langer Astroturfrasen. Hennen zeigten für dieses Material in Wahlversuchen starke Präferenz. Barrieren vor den Nestern sorgen für eine gleichmäßige Nestbelegung und verhindern eine Überbelegung der Nester am Beginn und Ende der Blöcke. Solche Barrieren fanden sich nur auf dem Betrieb GH2. Die Legeleistungen waren laut Auskunft der Betriebsleiter auf den Betrieben GH1 und GH2 sehr zufriedenstellend mit Spitzenleistungen > 90 % und geringen Anteilen an Brucheiern sowie verlegten Eiern und Schmutzeiern. Auf dem Betrieb GH3 wurden dagegen nicht in jeder Herde anfängliche Spitzenleistungen > 90 % erreicht, u. a. war dafür die krasse Lichtumstellung vom Aufzuchtbetrieb mit Lichtprogramm in den Mobilstall mit freier Lüftung und Tageslicht im Stallgebäude ursächlich.

### 5.3.2 Voliere bzw. Bodenhaltung

In den drei Pilotbetrieben stand den Legehennen ausreichend Fläche zur Verfügung, um ihr natürliches Verhaltensrepertoire ausführen zu können ( $\leq 9$  Tiere/m<sup>2</sup> nutzbare Stallgrundfläche). Die Hennen der drei Betriebe waren an den Bewertungstagen gleichmäßig über alle Ebenen der Voliere (Betriebe GH1 und GH2) bzw. über den ganzen Stall der Bodenhaltung (Betrieb GH3) verteilt. Die Gruppengrößen reichten von stallbedingten, tierfreundlichen 500 Tieren (Betrieb GH3), über 900 Tiere (Betrieb GH1), bis hin zu akzeptablen 1500 Tieren (Betrieb GH2). Angestrebt werden sollten Gruppengrößen von  $< 500$  bis 1000 Tieren, maximal erlaubt sind nach der Hennenhaltungsverordnung 6000 Tiere. Alle drei Legehennenbetriebe stellten ihre Tiere mit 18 Monaten ein, damit haben die Junghennen ausreichend Zeit, sich vor Beginn der Legeperiode an den neuen Stall zu gewöhnen. Die Junghennen auf dem Betrieb GH3 wurden in Bodenhaltung mit A-Reutern aufgezogen, die Tiere sind also bereits an das Stallsystem und die Sitzstangen gewöhnt. Auf den Betrieben GH1 und GH2 stammten die Junghennen dagegen von unterschiedlichen Aufzüchtern aus Boden- oder Volierenhaltung. Optimal und tiergerechter wäre stets dasselbe Haltungssystem wie später im Legebetrieb, damit sich die Tiere im Legebetrieb leichter und schneller zurecht finden. Um den Einstallungsstress für die Tiere möglichst gering zu halten, sollten weiter ein ähnliches Fütterungsmanagement, Lichtprogramm, Lüftung etc. wie auf dem Aufzuchtbetrieb durchgeführt werden. Der Betrieb GH1 führte als stressmindernde Maßnahme das Lichtprogramm des Aufzüchters fort, auf den Betrieben GH2 und GH3 wurden dagegen keine Maßnahmen dergleichen durchgeführt.



Abb. 30: Links: Betrieb GH1, Kunststoffsitzenstangen; rechts: Betrieb GH2, runde Eisenstangen als Sitzstangen

In den drei Legehennenställen wurden unterschiedliche Sitzstangen montiert. Das leicht abgerundete und rutschsichere Kunststoffprofil der Sitzstangen auf dem Betrieb GH1 war als sehr tiergerecht einzustufen (Abb. 30 links), die Sitzstangen wurden von den Hennen auch sehr gut angenommen. Die runden Eisenstangen auf dem Betrieb GH2 (Abb. 30 rechts) boten dagegen kein optimales Profil zum Sitzen und Ruhen und förderten Fußballengeschwüre, ebenso die selbstkonstruierte Variante aus gehobelten und gebrochenen Dachlatten des Betriebes GH3, gekahlte Holzsitzenstangen wären bereits tierfreundlicher (siehe Skizze in Abb. 31).

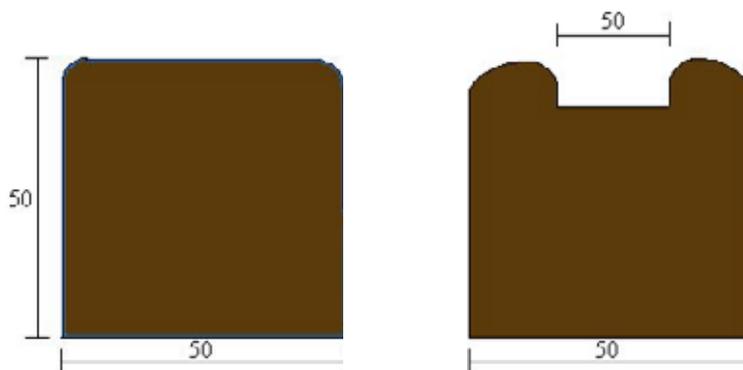


Abb. 31: Links: normale Holz Sitzstange, rechts: gekahlte Holz Sitzstange

Die Bewegungsflächen im Volierenblock auf dem Betrieb GH2 sowie die Bewegungsfläche auf der Kotgrube der Bodenhaltung im Betrieb GH3 bestanden aus Kunststoffrosten. Diese sind als tiergerecht einzustufen und bieten den Tieren einen höheren Fortbewegungskomfort durch die größere Auftrittsfläche und sind hygienisch auch vorteilhaft. Auf dem Betrieb GH3 waren die Kunststoffroste am Stoß nicht mehr bündig und bargen Verletzungsgefahr. Auf dem Betrieb GH1 bildeten Drahtroste die Bewegungsfläche im Volierenblock, diese haben eine gute Selbstreinigung durch den hohen Anteil perforierter Fläche, bieten den Tieren jedoch weniger Fortbewegungskomfort durch die geringe Auftrittsfläche.

Auf dem Betrieb GH1 war der Stall mit Ganzrostboden ausgerüstet (Abb. 27), aus hygienischer Sicht ist dieser als sehr positiv einzustufen, die Tiere kommen praktisch nicht mit ihrem Kot in Berührung, da dieser durch den Rostboden hindurchfällt. Die Staubentwicklung war in dem Ganzrostbodenstall minimal. Die Belastung durch Ammoniak und Staub ist dadurch für die Tiere minimiert, es sind dadurch aber auch die Arbeitsbedingungen im Stall für den Tierbetreuer verbessert. Aus Sicht der Tiere hat dieses System den Nachteil, dass im Stall keine Möglichkeit zum Scharren oder Staubbaden besteht. Den Tieren muss in einem solchen System unbedingt täglich ausreichend Zugang in einen eingestreuten Kaltscharrraum gewährt werden (Abb. 27), ansonsten besteht erhöhte Gefahr für Federpicken und Kannibalismus. Auf dem Betrieb GH1 war ein Drittel der nutzbaren Stallgrundfläche als Kaltscharrraum angegliedert, der auch täglich zugänglich war. Sehr tiergerecht war der Innenscharrraum auf dem Betrieb GH2 (Abb. 28), der Scharrraum erstreckte sich über die gesamte Stallgrundfläche und war mit Mais- und Getreideabputz und wenig Stroh eingestreut. Noch attraktiver könnte der Innenscharrraum durch das Verteilen von Ganzkörnern in der Einstreu gestaltet werden. Nachteilig bei dieser Variante war die Staubentwicklung und höhere Belastung mit Ammoniak aus dem Kot in der Einstreu und die erschwerte Reinigung der Fläche unter dem Volierenblock. Sehr tiergerecht war auch der Innenscharrraum des Mobilstalles auf dem Betrieb GH3 (Abb. 29), da der Stall auf Naturboden gesetzt wurde, war die Scharfläche mit Stroheinstreu sehr attraktiv zum Scharren, Sandbaden und Picken. Mobilställe ohne feste Bodenplatte sind aus Umweltschutzgründen allerdings bedenklich.

### 5.3.3 Kaltscharrraum bzw. Grünauslauf

Vorteile eines Kaltscharrraums oder Grünauslaufes sind die erweiterte Bewegungsfläche für die Tiere und, dass sich die Tiere individuell den Klimareizen, Frischluft und Tageslicht aussetzen können; zudem ist die Keimbelastung reduziert. Letztendlich bedeutet ein Kaltscharrraum oder Grünauslauf mehr Abwechslung und Komfort (Scharren, Picken,

Sandbaden) für die Tiere und ist als sehr tiergerecht einzustufen. Auf dem Betrieb GH1 war an der Nordseite ein Kaltscharrraum angegliedert (Abb. 27), dieser war mit einem Sand-Stroh-Gemisch eingestreut. Der Kaltscharrraum war i. d. R. täglich 14 Stunden über zwei ausreichend große Zugänge (1,15 m breit) je Abteil zugänglich. Trotz der attraktiven und gepflegten Einstreu und in Rundtrögen angebotenen Ganzkörnern wurde der Kaltscharrraum von den Tieren nur mäßig angenommen. Durch z. B. das Verteilen der Ganzkörnern in der Einstreu könnte die Attraktivität verbessert werden. Das Anbringen von Windschutznetzen oder Curtains könnte ebenso die Akzeptanz des Kaltscharrraumes an Schlechtwettertagen verbessern helfen. Der Kaltscharrraum auf dem Betrieb GH2 war i. d. R. täglich 11 Stunden über drei ausreichend groß bemessene Öffnungen (1,45 m breit) zugänglich. Eingestreut war dieser Kaltscharrraum mit dem Abputz von Mais und Getreide. In den feuchten und kalten Monaten war der Kaltscharrraum auf dem Betrieb GH2 nur eingeschränkt oder gar nicht zugänglich, da sich die Feuchtigkeit laut Aussage des Betriebsleiters in die Einstreu zog und diese feucht und klumpig wurde. Curtains anstelle der Windschutznetze als Abzäunung könnten dieses Problem lösen. Sehr tiergerecht war der Grünauslauf auf dem Betrieb GH3 (Abb. 32), der gut von den Hennen genutzt wurde. Laut Information des Betriebsleiters gingen bei Auslauföffnung zunächst alle Legehennen in den Grünauslauf, nach einer halben Stunde reduzierte sich der Anteil Hennen im Auslauf auf ca. 1/3. Die Qualität der Grünfläche war gut durch täglich angepasste Portionsweide. Ca. alle drei Monate wurde der Stall versetzt und damit die Auslaufläche gewechselt. Zum Schutz vor z. B. Greifvögeln stand den Hühnern ein selbstgebauter Unterstand aus Silonetzen zur Verfügung, der mit rund 20 m<sup>2</sup> ausreichend Deckungsfläche bot (>350 cm<sup>2</sup>/Tier). Der Auslauf war den Tieren für gewöhnlich erst ab den Mittagsstunden bis abends zugänglich, an Schlechtwettertagen hatten sie keinen Zugang. Die Öffnungszeiten waren damit knapp bemessen. Die Zugänge in den Grünauslauf waren mit 0,5 x 2,0 m auf den Längsseiten des Mobilstalls großzügig bemessen.



Abb. 32: Betrieb GH3: Grünauslauf mit selbstgebautem Unterstand

### 5.3.4 Fütterungs- und Tränkeeinrichtungen

In den Betrieben GH1 und GH2 wurden die Tiere am Längstrog mit Kettenfütterung mehrmals täglich gefüttert. Je Legehenne standen im Betrieb GH2 10 cm Futterfläche am Längstrog zur Verfügung, im Betrieb GH1 9 cm Futterfläche am Längstrog plus zusätzliche Futterpfannen, so dass auch hier die je Henne vorgeschriebenen 10 cm Futterfläche

erreicht wurden. Die Tröge waren in beiden Betrieben sehr sauber und nicht verkotet. Die Beschäftigungsmöglichkeiten beschränkten sich in den Betrieben GH1 und GH2 auf ein oder zwei Kleinballen Stroh je Kaltscharrraumabteil zum selber Verteilen, auf die Einstreu in den Scharräumen sowie auf Ganzkörnerzufütterung in Rundtrögen im Kaltscharrraum im Betrieb GH1. Die Beschäftigungsmöglichkeiten könnten durch das Verteilen von Ganzkörnern in die Einstreu verbessert werden. Speziell auf dem Betrieb GH1 mit dem Ganzrostboden im Stall und keiner weiteren Beschäftigung im Stall wäre es sinnvoll, beispielsweise in den Futterpfannen im Stall Austernschalen oder Ganzkörner zuzufüttern.

Das Hauptproblem im Fütterungsmanagement ergab sich in den Betrieben GH1 und GH2 aus der Aufstallung der drei bzw. zwei Altersgruppen. Die Stallabteile waren kammartig angeordnet und teilten sich dasselbe Futterband sowie dasselbe Kotband. Ein Futterband versorgt damit zwei bzw. drei Altersgruppen, die Legehennen können nicht bedarfsgerecht mit Phasenfutter versorgt werden. Bei der Einstellung werden die Legehennen einer krassen Futterumstellung ausgesetzt, da keine Anpassung an das Fütterungsmanagement des Aufzüchters möglich ist. Der Futterverbrauch einzelner Tiergruppen lässt sich nicht abschätzen. Die Schwierigkeiten bei der bedarfsgerechten Versorgung der unterschiedlichen Altersgruppen kann gesundheitliche Folgeprobleme verursachen, das Auftreten von Fettleibigkeit in den Herden des Betriebs GH1 könnte mitunter dadurch verursacht sein. Als geeignetste Lösung dieser Fütterungsprobleme bietet sich an, den kompletten Stall im Rein-Raus-Verfahren zu belegen, um phasenangepasst füttern zu können. Der Betrieb GH2 möchte diese Lösung nach Umbau eines alten Stallgebäudes umsetzen. Aus wirtschaftlichen Gründen ist die Umsetzung dieser Lösung im Betrieb GH1 jedoch kaum möglich. Alternativ könnte man im Betrieb GH1 alle drei Tiergruppen mit Phasenfutter 1 füttern, bei den alten Herden sollte die Ration noch mit 20 % Weizen, im Kaltscharrraum angeboten, verdünnt werden und zusätzlich Austernschalen zur freien Verfügung gestellt werden. Diese Empfehlung stellt zudem eine betrieblich leicht umsetzbare Lösung dar.

Die Legehennen im Betrieb GH3 wurden an 6 Rundtrögen mit Futter versorgt, diese boten den Tieren mit > 4 cm Troglänge ausreichend Futterfläche. Die Rundtröge waren allerdings durch den großen Umfang stark Platz einnehmend (Abb. 29), eine Futterkette oder ein Längstrog wären besser geeignet. In der Folge wäre auch mehr Platz auf dem Kotkasten, so dass die beengte Situation mit den Sitzstangen verbessert werden könnte. Da der Stall frei auf dem Feld steht, gestaltet sich die Automatisierung der Fütterung und Futterlagerung etwas schwierig. Die Rundtröge wurden per Hand befüllt, der Futtermvorrat reichte für ca. eine Woche. Die Futtermration wurde weitgehend in Form von zwei Phasen an den Bedarf der Tiere angepasst, zu Beginn der Legeperiode wurden 1/3 Weizenkörner mit 2/3 Ergänzern gefüttert, gegen Ende der Legeperiode wurde der Weizenanteil erhöht und C-Phos zugefüttert. Die Tröge wurden per Hand befüllt, dadurch konnte der Betriebsleiter den Futterverbrauch je Tier abschätzen. Sehr positiv für die Nahrungsaufnahme war der Grünauslauf und der mit Stroh eingestreute Innenscharrraum. Das Nahrungsangebot wird dadurch stark bereichert und die Hühner können sich intensiv der Nahrungssuche widmen, wie es ihrem natürlichen Verhalten entspricht.

Die Wasserversorgung der Tiere wurde in allen drei Betrieben über Nippeltränken mit Auffangschalen sicher gestellt, mit 8 bis 9 Tieren je Tränkenippel war das Tier-Tränke-Verhältnis sehr gut. Die Auffangschalen waren unterschiedlich sauber. Im Mobilstall des Betriebes GH3 wurde das Tränkewasser in einem 1.000 Liter-Kunststofftank vorgehalten. Ohne Zusatzheizung war die Frostsicherheit im Winter nicht gewährleistet. Im Sommer war die Wasservorratshaltung in dem 1.000 Liter-Kunststoffbehälter aus hygienischer Sicht kritisch zu sehen.

### 5.3.5 Lüftung und Licht

Die Stallabteile der Betriebe GH1 und GH2 wurden mit einer automatisch gesteuerten Unterdrucklüftung klimatisiert. Über einseitig angeordnete Lüftungsklappen erfolgte der Lufteinlass und über drehzahlgesteuerte Abluftventilatoren bzw. zusätzlich einen nicht regelbaren herkömmlichen Abluftventilator im Betrieb GH2 (je 16.000 m<sup>3</sup>/h) wurde die verbrauchte Luft abgeführt. Das Erreichen der notwendigen Sommer- und Winterluftraten von 4,5 m<sup>3</sup>/kg LM\*h bzw. ca. 0,6 m<sup>3</sup>/kg LM\*h war kein Problem. Die Öffnungen in die Kaltscharräume waren in beiden Betrieben ausreichend groß bemessen, so dass keine Zugluft entstehen dürfte. Im Betrieb GH2 möchte der Betriebsleiter trotzdem die Öffnungsschieber mit PVC-Vorhängen unten abdichten. Der für Legehennen optimale Temperaturbereich von 15-25°C kann i. d. R. sowohl im Sommer als auch im Winter in beiden Betrieben eingehalten werden. Positiv wirkte sich im Betrieb GH2 die Sprühkühlung auf Temperatur, Staubbelastung und Wohlbefinden der Tiere im Sommer aus, trotzdem bereiteten im Sommer manchmal Staub- und NH<sub>3</sub>-Belastungen wegen des eingestreuten ganzflächigen Innenscharrraums Probleme. Im Winter stieg dagegen im Betrieb GH2 die Luftfeuchte an feuchten Tagen über das Optimum von 40-60 % auf 60-70 % an. Im Betrieb GH1 ergaben sich keine Probleme mit dem Einhalten der Optimalwerte für die relative Luftfeuchtigkeit, auffallend gut war an den Besuchstagen die Stallluft im Betrieb GH1, NH<sub>3</sub>-Belastung oder Staubbentwicklung spielten auf diesem Betrieb wegen der periodischen Bandentmistung und wegen des Ganzrostbodens keine Rolle. Ungünstig war in den beiden Betrieben die einseitige Anordnung der Lüftungsklappen, eine gleichmäßige Verteilung über beide Stalllängsseiten würde für eine gleichmäßigere Lüftung sorgen.

Der Mobilstall des Betriebes GH3 wurde frei über die Längsseiten gelüftet, regulieren lässt sich der Luftstrom mit manuell einstellbaren Curtains. Die Stalltemperatur war stark den Außenklimaschwankungen unterworfen, an sehr kalten Tagen wurde ein Gasstrahler zum Heizen eingesetzt. Im Sommer bestand keine Möglichkeit einer Zusatzbelüftung. Die notwendigen Lüftungsraten im Sommer und Winter wurden wohl nicht erreicht. Aufgrund der kleinen Gruppe und des vergleichsweise kleinen Stallgebäudes war die Lüftung ausreichend (Querlüftung bis 12 m Stallbreite möglich), zumal die Tiere den Grünauslauf nutzen konnten und somit ihre Temperaturansprüche selbst individuell regulieren konnten. Zudem steht der Stall frei auf einem Feld, so dass keine Hindernisse, wie Bäume oder andere Gebäude, die Querlüftung beeinträchtigen. Die Temperatur und relative Luftfeuchte waren an den Besuchstagen in Ordnung. In den Wintermonaten war der Stall allerdings ziemlich staubig, dieses Problem könnte durch häufigeres Stallumsetzen oder eine Zwischenreinigung eingedämmt werden.

Ein Legehennenstall sollte gleichmäßig ausgeleuchtet sein ohne „Lichtflecken“ durch beispielsweise direkte Sonneneinstrahlung an Lüftungsclappen. Die Hühner würden sich nach Abschalten des Kunstlichts an diesen „Lichtflecken“ sammelndrängen und es kann zu Erdrückungsverlusten kommen. Nach Möglichkeit sollten flackerfreie Hochfrequenzlampen eingesetzt werden, denn Hühneraugen verfügen im Gegensatz zum menschlichen Auge über ein höheres Auflösungsvermögen und sehen das Licht von Niederfrequenzlampen flackernd, was zu unruhigem Verhalten z. T. verbunden mit dem Auftreten von Untugenden wie Federpicken führen kann.



Abb. 33: Betrieb GH1: dimmbare Glühbirnen an der Decke und Lichtschläuche im Volierenblock

Die Stallabteile im Betrieb GH1 waren sehr gleichmäßig durch dimmbare Glühbirnen an der Decke und Lichtschläuche im Volierenblock ausgeleuchtet (Abb. 33). Die Fensterflächen können abgedunkelt werden, jedoch fehlen den Zuluftklappen an der Außenseite sogenannte Lichtfallen, wodurch „Lichtflecken“ im Stall entstehen können. Der künstliche Lichttag beginnt morgens um 6:00 Uhr und endet abends um 21:30 Uhr mit einer tiergerechten „Sonnenuntergangssimulation“, d. h. das Licht wird zunächst unter den Nestern gelöscht, dann im Volierenblock und zuletzt an der Decke; dieser Prozess dauert eine Stunde und fördert das natürliche Verhalten der Hühner erhöht zu ruhen. An den Besuchstagen wurden im Tierbereich lediglich zwischen 5 und 15 Lux gemessen, wünschenswert sind mindestens 20 Lux. Im Betrieb GH2 war der Stallraum nicht gleichmäßig ausgeleuchtet (6 Watt-Energiesparlampen), es wurden Werte im Tierbereich von nur 5 Lux gemessen und in Lampennähe von 20-30 Lux. Die Fensterflächen können auch hier abgedunkelt werden, so dass ein vom Tageslicht unbeeinflusstes Lichtprogramm gefahren werden kann. Der künstliche Lichttag dauert in diesem Stall von 5:00 Uhr morgens und endet mit einer „Sonnenuntergangssimulation“ um 21:00 Uhr abends. Der Mobilstall des Betriebs GH3 wurde mit 4 „Schiffsleuchten“, die an den Längswänden montiert sind, beleuchtet. Diese leuchten den Stall lediglich suboptimal aus, der künstliche Lichttag beginnt um 4:00 Uhr morgens und geht bis 21:30 Uhr abends. Ein geregeltes Lichtprogramm kann wegen der offenen Längsseiten des Stalls nicht gefahren werden, der Tagesrhythmus der Legehennen wird stark vom natürlichen Lichttag beeinflusst. Der Mobilstall ist auch tagsüber ungleichmäßig ausgeleuchtet, im Tierbereich wurden an einem sonnigen Novembertag Werte zwischen 10 und 50 Lux gemessen.

### 5.3.6 Entmistung

Der Stall des Betriebs GH1 war an beiden Besuchstagen sehr sauber. Positiv v. a. für die merklich gute Stallluft ist das periodische Entmisten, die zwei Kotbänder im Volierenblock werden 1 x wöchentlich entmistet und der Unterflurschieber unter den Ganzrostböden läuft 14-tägig. Sehr positiv ist der Ganzrostboden im Stall, der Kot fällt direkt hindurch und die Tiere kommen praktisch nicht mehr mit ihrem Kot in Berührung. Hygie-

nisch nachteilig wirkt sich wiederum die kammartige Aufstallung der drei Altersgruppen aus, da der Stall nicht im Rein-Raus-Verfahren belegt wird. Die Reinigung und Desinfektion eines einzelnen Stallabteils nach Ausstallung der Tiere ist nicht effektiv, da Futter- und Kotbänder aus den beiden noch belegten Abteilen durch das gereinigte Abteil laufen. Die hygienischen Bedingungen waren deswegen als mangelhaft zu bezeichnen. Die in einem Abteil auftretenden Milbenprobleme lassen sich so nicht konsequent bekämpfen und die Gefahr des Übertragens auf die anderen Abteile ist sehr groß.

Im Betrieb GH2 war die hygienische Situation ähnlich der auf dem Betrieb GH1. Zwei Altersgruppen waren kammartig nebeneinander aufgestellt und teilten sich dieselben Futter- und Kotbänder. Die beiden Altersgruppen waren lediglich durch ein Gitternetz voneinander getrennt. Der Stall war an beiden Besuchstagen mäßig sauber und v. a. im Sommer staubig. Während der Legeperiode wird der Stall monatlich entstaubt und nach der Legeperiode trocken gereinigt und desinfiziert. Die auftretenden Probleme mit Federlingen lassen sich so nicht konsequent bekämpfen. Der Betriebsleiter möchte zukünftig den Stall komplett im Rein-Raus-System belegen, wodurch dann eine effektive Nassreinigung und Desinfektion ermöglicht würde. Positiv v. a. für die Stallluft ist das periodische Entmisten, die Kotbänder im Volierenblock werden 1 x wöchentlich entmistet.

Der Mobilstall des Betriebes GH3 wurde nach dem Rein-Raus-Verfahren belegt, aus hygienischer Sicht ist das sehr positiv zu sehen. Das Reinigungsmanagement ist gut: die Stalleinrichtung wird ausgebaut und extra gereinigt, der Stall wird dann zunächst nass gereinigt und bleibt für wenigstens eine Woche leer stehen. Während dieser Reinigungsphase wird der Stall mehrmals versetzt. Eine Desinfektion wurde bislang nicht durchgeführt, sollte aber in Betracht der zeitweiligen Milbenprobleme in Erwägung gezogen werden. Für die Reinigung eines solchen Mobilstalles sollte grundsätzlich aus Umweltschutzgründen ein befestigter Waschplatz vorhanden sein. Ansonsten wird der Stall ca. alle 3 Monate komplett versetzt, um Hygieneproblemen vorzubeugen und die Grünflächen für den Auslauf zu schonen. Das Stall Versetzen findet nachts statt, dann sitzen die Hühner zum Ruhen auf den Sitzstangen und das Versetzen kann tierschonend und stressfrei vollzogen werden, außerdem ist die Verletzungsgefahr für die Tiere dann minimiert.

### 5.3.7 Tiere

Die Tierverluste im Betrieb GH1 lagen im Durchschnitt über mehrere Herden bei rund 12 %, für Legehennen in Volierenhaltung ist das ein noch akzeptabler Wert. Die Hennen auf dem Betrieb GH1 waren schnabelkupierrt. Die Tiere im ersten Abteil machten einen vitalen Eindruck (30. Wo.), sie waren auch neugierig auf die fremden Besucher. Das Federkleid war dem Alter entsprechend intakt und glänzend (Abb. 34), lediglich die Rückenpartien waren verschmutzt, zudem zeigte sich erstes Federpicken in dieser Herde. In den beiden anderen Abteilen zeigte sich dagegen ausgeprägtes Federpicken, das Federkleid der Hennen war in einem sehr schlechten Zustand (Abb. 34). Die Tiere dieser beiden Herden waren auch nervöser bzw. scheuer als die der ersten Herde, zahlreiche Tiere saßen zusammengekauert herum. Das gehäufte Auftreten von Fettlebern macht den Tieren körperlich zu schaffen, eine angepasste Phasenfütterung könnte sicherlich helfen. Mehr Abwechslung und Beschäftigung der Tiere könnte zu eingeschränktem Federpicken führen, der fehlende Innenscharrraum spielt hier sicherlich auch eine Rolle. Das extrem ausgeprägte Federpicken hat aber sicherlich multifaktorielle Ursachen und nur die Verbesserung von Fütterung und Beschäftigung zusammen könnten zu merklichen Besserungen führen. Dazu ist es Grundvoraussetzung, dass die Tiere täglichen Zugang in den Kaltscharrraum haben, gerade auch deshalb, da im Stallinneren mit dem Ganzrostboden wenig Beschäfti-

gungsmöglichkeiten bestehen. Augenmerk sollte auch immer auf ordentlich kupierte Schnäbel gelegt werden, um Problemen mit Federpicken und Kannibalismus entgegen zu wirken. Zehen- oder Kloakenkannibalismus wurde in keiner der Herden festgestellt. Fußballengeschwüre wurden an einzeln bonitierten Tieren v. a. bei der Sommerbonitierung bei den Weißlegern gefunden. Das Auftreten von Pododermatitis ist ein grundsätzliches Problem von Ganzrostställen, da die Kunststoffroste schlechter abtrocknen. Deformationen des Brustbeines fielen keine auf, häufig ein Problem in Volieren- oder Bodenhaltungssystemen. Die größte Gefahr besteht wohl beim Anfliegen auf Sitzstangen und Nester, wenn die Legehennen das Anfliegen in der Aufzucht nicht gelernt haben.



Abb. 34: Betrieb GH1: links: intaktes Federkleid (Herde, 30. Wo.), rechts: stark ausgeprägtes Federrupfen in einer alten Legehennengruppe (40. Wo.)

Im Betrieb GH2 lagen die Tierverluste im Durchschnitt über mehrere Herden bei rund 10 %, für Legehennen in Volierenhaltung ist das ein akzeptabler Wert. Die Hennen auf dem Betrieb GH2 waren leicht schnabelkupiert. Die Tiere machten insgesamt an den Besuchstagen einen vitalen Eindruck, sie waren auch neugierig auf die fremden Besucher. Das Federkleid in der ersten Herde (7 Mo.) war dem Alter entsprechend intakt und glänzend (Abb. 35), lediglich die Rückenpartien waren leicht verschmutzt, zudem zeigte sich erstes Federpicken in dieser Herde. Es ließen sich vereinzelt Federverluste im Halsbereich feststellen sowie leichte Schäden am Schwanzgefieder. Die zweite Herde (11 Mo.) war ebenso dem Alter entsprechend befiedert, Federrupfen war stärker ausgeprägt als in der jüngeren Herde, insgesamt sind aber < 10 % Federverluste v. a. am Hals, teils am Rücken und Bauch, aufgetreten. Besonderes Augenmerk sollte in diesem Betrieb im Zusammenhang mit dem Federrupfen auf sauber schnabelkupierte Tiere gelegt werden. Auffällig im gesamten Stall war der Schnupfen der Tiere. Laut Aussage des Betriebsleiters besteht seit geraumer Zeit das Gesundheitsproblem Mykoplasmosen im Stall. Zehen- oder Kloakenkannibalismus wurde in keiner der Herden festgestellt, ebenso keine Fußballengeschwüre.



Abb. 35: Betrieb GH2: links: dem Alter entsprechend intaktes Federkleid (25. Wo.), rechts: teilweise stark gerupfte Körperpartien (30. Wo.)

Im Betrieb GH3 lagen die Tierverluste im Durchschnitt über mehrere Herden bei rund 10 %, für Legehennen in Freilandhaltung ein akzeptabler Wert. Bei einem Durchgang fielen die meisten Tiere einem Greif zum Opfer. Die schnabelkupierten Legehennen machten bei beiden Besuchstagen einen äußerst vitalen und gesunden Eindruck, sie waren sehr neugierig und scharten sich schnell um die fremden Besucher. Es fanden sich keine Anzeichen für Kannibalismus oder Federpicken, das Federkleid der Hennen war dem Alter gemäß intakt, straff und glänzend und auch sehr sauber (Abb. 36). Die Kopfanhänge waren gut durchblutet, typisch für Auslaufhennen, gesund und ohne Verletzungen. Fußballengeschwüre wurden an den einzeln bonitierten Tieren keine gefunden, ebenso fielen keine Deformationen des Brustbeines auf.



Abb. 36: Betrieb GH3: Legehennen mit straffem, glänzendem Federkleid

### 5.3.8 Zusammenfassender Vergleich

Zusammenfassend fielen auf dem Betrieb GH1 das gute Platzangebot, das Vorhandensein eines Kaltscharrraumes sowie das sehr gute Stallklima (kein Staub) auf. Die Nestfläche ist großzügig kalkuliert, die Gruppengrößen mit bis zu 900 Tieren je Gruppe sind gut. Die Tiere wurden mit 18 Wochen eingestallt und hatten damit ausreichend Zeit, sich vor Be-

ginn der Legeperiode an den neuen Stall zu gewöhnen. Das Tränkeangebot war gut kalkuliert, die Fressfläche jedoch knapp bemessen. Durch die Queraufstallung der drei Altersgruppen ergaben sich hygienische Probleme und folgeträchtige Schwierigkeiten in der Fütterung. Ein großes Problem stellte das ausgeprägte Federpicken dar. Die Voliere mit Ganzrostboden und Kaltscharrraum ist hygienisch ein sehr gut funktionierendes Haltungssystem, jedoch fehlt den Legehennen ausreichende Beschäftigung im Stall in einem Innenscharrraum. Damit dieses Haltungssystem insgesamt funktionieren kann, muss das komplette Management (Rein-Raus, Lüftung, Phasenfütterung, Beschäftigungsmöglichkeiten, täglicher Zugang in den Kaltscharrraum) stimmen, was hohe Anforderungen an den Betriebsleiter stellt. Die Voliere mit Ganzrostboden und Kaltscharrraum stellt eine tiergerechte und zukunftsfähige Variante für die Legehennenhaltung dar.

Auf Betrieb GH2 fielen das gute Platzangebot, das Vorhandensein eines großzügigen Innenscharrraumes und Kaltscharrraumes auf. Fressfläche und Tränkeangebot waren gut kalkuliert. Die Nestfläche war zu knapp, die Gruppengrößen mit bis zu 1.500 Tieren je Gruppe waren akzeptabel, problematisch für Mensch und Tier war die starke Staubentwicklung im Stallgebäude. Die Tiere wurden mit 18 Wochen eingestallt. Durch die Aufstallung der drei Altersgruppen mit nur einem Futter- und Kotband ergaben sich hygienische Mängel und Probleme der bedarfsangepassten Fütterung. Das Haltungssystem Voliere mit Innen- und Außenscharrraum ist als tiergerecht zu bewerten.

Im Betrieb GH3 positiv fielen das gute Platzangebot sowie das Vorhandensein eines Innenscharrraums und eines Grünauslaufes auf. Die Nestfläche war auch großzügig kalkuliert. Die Gruppengröße, nicht zuletzt durch die Stallgröße bedingt, war aus Sicht der Tiere als sehr gut einzustufen. Die Tiere wurden mit 18 Wochen eingestallt. Die Nestfläche sowie Fressfläche und das Tier-Tränke-Verhältnis waren gut kalkuliert. Der komplette Stall wurde im Rein-Raus-Verfahren mit ausreichend langen Leerzeiten belegt, was aus hygienischer Sicht sehr positiv ist. Auffällig waren bei beiden Betriebsbesuchen die sehr neugierigen und vitalen Hühner und das geschlossene glänzende Federkleid, ein Zeichen für das Funktionieren dieses Haltungssystems. Mobilställe ohne festen Boden sind aus Umweltschutzgründen heutzutage nicht mehr Stand der Technik. Der Mobilstall des Betriebes GH3 stellt ein sehr tiergerechtes Haltungssystem dar und ist für kleine Tiergruppen als alternative Haltungsvariante gut geeignet.

## 6 Schlussfolgerungen

Die in diesem Pilotprojekt durchgeführte Bewertung der Tiergerechtheit ist eine Methode Haltungssysteme ganzheitlich zu beurteilen. Dabei werden die einzelnen Funktionsbereiche eines Stalles (Liegen, Laufen, Fressen/Trinken, Komfort usw.) nach baulicher Ausführung, Verhalten, Sauberkeit und Hygiene mit Hilfe von Checklisten bewertet. Für jeden Bereich gibt es bereits in der Praxis und Forschung erarbeitete Optimalwerte, die mit dem verglichen werden, was im Stall vorgefunden wird. Dieser Vergleich ergibt für die einzelnen Bereiche eine Bewertung in positiv, teilweise positiv und negativ. Die Ergebnisse der Bewertungen wurde in der Dokumentation jedes einzelnen Pilotbetriebes in Form einer Ampel dargestellt. Steht die Ampel auf grün, dann ist der Funktionsbereich als tiergerecht anzusehen, steht sie dagegen auf rot, sind Mängel in diesem Bereich vorhanden, bei orange sind vereinzelte Probleme festgestellt worden.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil des Bewertungsbogens ist die Beurteilung der Verschmutzungen und Verletzungen. Diese Bewertung ist bei Rindern im Stall relativ leicht möglich, bei Mutterkühen auf der Weide jedoch schlecht durchführbar. Problematisch ist

die Beurteilung von Verletzungen bei Tieren, die im Laufe eines Jahres bzw. Laktation mehrere Stallsysteme durchlaufen, wie es bei mehreren Pilotbetrieben der Fall ist, in denen die trockenstehenden Kühe in Altgebäuden untergebracht sind bzw. bei denen der neu gebaute Pilotstall erst kurz vorher bezogen worden ist. Eine exakte Ursachenbenennung ist in diesen Fällen kaum möglich.

Im Bereich der Schweinehaltung war eine Beurteilung der Verschmutzung und Verletzungen von Einzeltieren nicht durchführbar. Auf den Geflügelbetrieben wurde jeweils der Gesamtbestand hinsichtlich Gesundheit bewertet.

Problematisch war in allen Bereichen, dass jeder Betrieb nur einmal im Sommer und einmal im Winter bewertet wurde, d.h. es wurde der Zustand an zwei Stichtagen beurteilt, die nicht in jedem Fall für das Stallsystem repräsentativ sein müssen (z. B. Beurteilung der Buchtensauberkeit in Schweinemastställen an extrem heißen Sommertagen). Ein häufigere Beurteilung eines Stalls ist für eine fundierte Einschätzung unbedingt angeraten.

Die Bewertung der Tiergerechtheit mit Hilfe solcher Checklisten ist eine Möglichkeit, Fehler bei der Haltung aufzudecken, und kann somit zur Verbesserung von Haltungssystemen beitragen. Selbstverständlich üben Managemententscheidungen (z. B. Fütterung, Klauenpflege beim Rind usw.) oder die Mensch-Tier-Beziehung großen Einfluss auf das Funktionieren eines Haltungssystems aus, so dass nur das gute Zusammenspielen aller Faktoren die Tiergerechtheit einer Haltung ausmacht.

Weitere Forschungsaktivitäten sind in dieser Richtung notwendig, um die Bewertung der Tiergerechtheit exakter und objektiver durchführen zu können. Möglichkeiten wären Verhaltensersfassungen über längere Zeiträume mit automatisierten Datenloggern.

Die Bewertung der Tiergerechtheit kann jedoch nicht nur vom Landwirt zur Verbesserung der Tiergerechtheit genutzt werden, sondern kann auch von kontrollierenden Einrichtungen oder Organen für die Einhaltung von Haltungsvorschriften bzw. in Zusammenhang mit Cross Compliance eingesetzt werden.

## Literaturverzeichnis

- [1] ANDERSSON, R. (1998): Der Tiergerechtheitsindex TGI. In: Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen. KTBL-Schrift 377, S. 99-109
- [2] ANDERSSON, R. UND SUNDRUM (1998): Methoden zur Bewertung der Tiergerechtheit auf betrieblicher Ebene. In: Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen. KTBL-Schrift 377, S. 92-109
- [3] BARTUSSEK, H. (1995): Tiergerechtheitsindex für Legehennen, TGI 35 L/1995- Legehennen, BAL Gumpenstein
- [4] BARTUSSEK, H. (1996): Tiergerechtheitsindex für Rinder, TGI L/1996 – Rinder, BAL Gumpenstein
- [5] BORELL, E., D. HESSE, U. KNIERIM, A. SUNDRUM, S. WAIBLINGER, S. VAN DEN WEGHE UND C. WINCKLER (2002): Bewertung praktikabler Kriterien zur Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen. Artgerechte Tierhaltung in der modernen Landwirtschaft. Rentenbank Schriftenreihe Band 17, S. 49-104
- [6] FACHGRUPPE VERHALTENSFORSCHUNG (1987): Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung, DVG, Gießen

- [7] KNIERIM, U. (1998): Wissenschaftliche Konzepte zur Beurteilung der Tiergerechtheit im englischsprachigen Raum. In: Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen. KTBL-Schrift 377, S. 31-39
- [8] KNIERIM, U. (1998): Wissenschaftliche Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Tiergerechtheit. In: Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen. KTBL-Schrift 377, S. 40-50
- [9] KNIERIM, U. (2002): Beurteilung von Haltungssystemen für Rinder unter besonderer Berücksichtigung des Tierverhaltens. XXII. World Buiatrics Congress, 18.-23. August 2002, Hannover, Hrsg.: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
- [10] KNIERIM, U. UND C. WINCKLER (2002): Checklisten zur Überprüfung der Haltungsbedingungen im Boxenlaufstall für Milchkühe. XXII. World Buiatrics Congress, 18.-23. August 2002, Hannover, Hrsg.: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
- [11] RICHTER, T. (2001): Vergleich von Verfahren zur Beurteilung der Tiergerechtheit von Tierhaltung. 15. IGN-Tagung, Tierschutz und Nutztierhaltung, Halle-Kröllwitz, 4.-6. Oktober 2001, S. 2-7
- [12] SUNDRUM, A. (1998): Zur Beurteilung der Tiergerechtheit auf betrieblicher Ebene. Tagungsband „Tierschutz und Nutztierhaltung“, 5.-7 März 1998, Fachhochschule Nürtingen, S. 38-43
- [13] TIERSCHG DEUTSCHLAND (2002): Tierschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland vom 25. Mai 1998, Stand: 6. August 2002, Hrsg.: Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
- [14] TROXLER, J. (1998): Prüfung von Aufstallungssystemen und Stalleinrichtungen. In: Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen. KTBL-Schrift 377, S. 51-91
- [15] TSCHG (2003): Tierschutzgesetz der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 9. März 1978; Stand: 2. Dezember 2003
- [16] VAN DEN WEGHE, S. (1998): Beurteilung der Tiergerechtheitsindices TGI 35 L und TGI 200/1994. In: Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen. KTBL-Schrift 377, S. 110-119

## 7 Anhang

### Kontrollbereich Tiergerechtigkeit:

#### Checklisten zur Überprüfung der Haltungsbedingungen im Boxenlaufstall für Milchkühe nach KNIERIM, U. UND CH. WINCKLER (2002)

Bereich	Anzustreben	Akzeptabel	Vorgefunden	Bemerkung	Ergebnis <sup>1</sup>		
					+	±	-
<b>Liegen</b>							
Tier-Boxen-Verh.	< 1:1	1:1					
Verformbarkeit Liegefläche	hoch						
Sauberkeit Liegefläche	geringe Feuchte oder Verschmutzung						
Absorptionsver- mögen Liegefläche	gut						
Rutschfestigkeit Liegefläche	Widerstand bei „Stiefeltest“						
Trittsicherheit Liegefläche	ebener Untergrund						
Boxenbreite <sup>2</sup>	$(0,86*WH) + 5\%$ = _____ cm	$(0,86*WH)$ = _____ cm					
Höhe der Kotkante (Hochbox)	15-20 cm						
Boxenlänge <sup>2</sup> (Zuschlag Tiefbox 10 cm)	wandständig: $(0,92*SR+15+$ $0,56*WH)+5\%$ = _____ cm gegenständig: $(0,92*SR+15+$ $0,32*WH)+5\%$ = _____ cm	wandständig: $(0,92*SR+15+$ $0,56*WH)$ = _____ cm gegenständig: $(0,92*SR+15+$ $0,32*WH)$ = _____ cm					

Höhe Nackenriegel	0,75-0,85*WH = _____ cm, flexibel						
Lage Nackenriegel	10-20 cm vor Bugschwelle/ Liegeflächen- Ende						
Nasenriegelhöhe	0,55*WH ± 5% = _____ cm						
Bugschwellen- Wandabstand	wandständig: > (0,56*WH) + 5% = _____ cm gegenständig: > (0,32*WH) + 5% = _____ cm	wandständig: > (0,56*WH) + 5% = _____ cm gegenständig: > (0,32*WH) + 5% = _____ cm					
Höhe Bugschw.	8 – 12 cm	5-7cm/13-15cm					
Seitenbügelhöhe (Abstand vom Boden)	≥ 40 cm, flexibel						

<sup>1</sup>: + positive Beurteilung; ± Änderung sollte erwogen werden; - Änderung dringend erforderlich

<sup>2</sup>: WH = Widerristhöhe; SR = schräge Rumpflänge (Sitzbeinhöcker – Buggelenk), es sollten 3-5 der größten Tiere vermessen werden

Bereich	Anzustreben	Akzeptabel	Vorgefunden	Bemerkung	Ergebnis <sup>1</sup>		
					+	±	-
<b>Bewegung</b>					+	±	-
Spaltenweite	2,5 – 3,0 cm	3,0 – 3,5 cm					
Balkenbreite	> 10 cm	8 – 10 cm					
Rutschfestigkeit	Widerstand bei „Stiefeltest“						
Trittsicherheit	eben, keine Lösen Balken						
Sauberkeit des Bodens	mäßige Feuchte und Verschmut- zung						
Breite Fressgang	> 3,5 m	3 – 3,5 m					

Breite Laufgang	> 3 m	2,5 – 3 m					
Sackgassen?	keine toten Enden < 3m Breite	1 Sackgasse					
Quergänge?	nach 10 – 12 Boxen	Nach max. 18 Boxen					
Auslauf	ständig zugänglich, > 5 m <sup>2</sup> /Tier						

Bereich	Anzustreben	Akzeptabel	Vorgefunden	Bemerkung	Ergebnis <sup>1</sup>		
					+	±	-
<b>Fressen</b>							
Tier:Fressplatz-Verhältnis	< 1:1						
Fressplatzbreite	≥ 75 cm	≥ 65 – 70 cm					
Höhe Futtertisch über Standplatz	15-20 cm						
Tier:Fressplatz-Verhältnis Kraftfutterstation	≤ 25 : 1						
Zugänglichkeit Kraftfutterstation	≥ 3 m um Station						
Neigung Fressgitter	geneigt (10°)						

Bereich	Anzustreben	Akzeptabel	Vorgefunden	Bemerkung	Ergebnis <sup>1</sup>		
					+	±	-
<b>Tränke und Komfort</b>							
Tier:Tränke-Verhältnis	Ventiltrogtränken <sup>1</sup> ≤ 7 : 1 Trogtränken ≥ 8cm/Kuh	Ventiltrogtränken ≤ 15 : 1					
Sauberkeit der Tränken	gut						
Funktionsfähigkeit der Tränken	ausreichender Nachlauf, z.B. ca. 18l/min bei Ven-						

	tiltrogränken						
Anordnung	≥ 3 m Freiraum um Tränke; guter Wasserablauf						
Bürsten	vorhanden, frei zugänglich						
Zustand und Funktionsfähigkeit der Stalleinrichtung	gut (z.B. Gängigkeit der Fressgitter)						
Verletzungsgefahr	Keine						
Weidegang	≥ 150 d/Jahr						

<sup>1</sup> : Def. Ventiltrogtränken: Einzeltränke mit Wasservorrat, Trinken mit eingetauchtem Flotzmaul ist möglich, Schalentränken sind als nicht akzeptabel einzustufen

Bereich	Anzustreben	Akzeptabel	Vorgefunden	Bemerkung	Ergebnis <sup>1</sup>		
					+	±	-
<b>Stallklima</b>					+	±	-
Verhältnis Lichteinfallfläche zu Stallgrundfläche	≥ 1/10, oder frei zugänglicher Auslauf	≥ 1/20					
Behinderung des Lichteinfalls?	Keine						
(bei Trauf-First-Lüftung):							
Luftvolumen	> 40 m <sup>3</sup> /Kuh	32-40 m <sup>3</sup> /Kuh					
Zuluftfläche Umrechnungsf.: Netze: 1 mm <sup>2</sup> = 1,8 Spaceboard: 20 mm B/T = 5,6	> 0,3 m <sup>2</sup> /Kuh	0,24-0,3 m <sup>2</sup> /Kuh					
Abluftfläche	> 0,2 m <sup>2</sup> /Kuh	0,16-0,2 m <sup>2</sup> /Kuh					
Schimmel-/Kondenswasser-Bildung?	keine						



Betrieb: \_\_\_\_\_

Bonitur Verschmutzungen:

Anzustreben: Herdenmittelwert <= 0,35, alle Einzeltiere <= 1,5

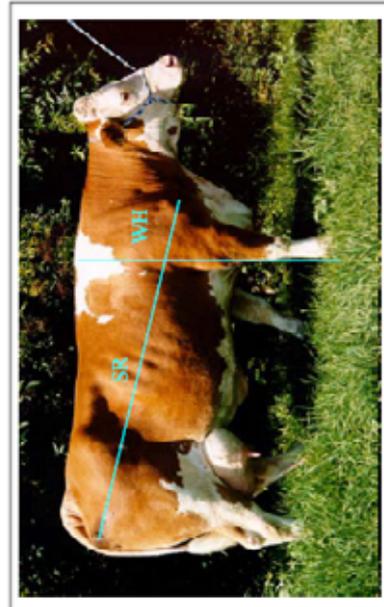
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	etc.
<b>Vorne</b>																
1 Schulter, Ober- und Unterarm																
<b>Bauch</b>																
2 Karpalgelenk, Röhrein bis Afterklaue																
3 Brust und Bauch																
<b>Hinten</b>																
4 Schwanzansatz, Sitzbeinhöcker, „Euterauf- hängepunkt“																
5 Ober- und Unterschenkel (Keule)																
6 Sprunggelenk, Röhrein bis Afterklaue																
<b>Euter</b>																
7 Euter																

(Quelle: Faye, B.; Barnoin, J. (1997) : Condition d'utilisation de différents types d'étables allaitantes. Documentation Observation Nr. 86051, Institut technique d'élevage bovin Nievre, France. Erweitert nach T. Meier (2003))

**Widerristhöhe (WH) und Schräge Rumpflänge (SR):**

SR = Sitzbeinhöcker – Buggelenk, es sollten 3 bis 5 der größten Tiere vermessen werden.

	1	2	3	4	5
WH in cm					
SR in cm					



**Boniturschema für Verschmutzung:**





---

# Stallsysteme und Baukosten für Milchviehställe

Jochen Simon, Peter Lingenfeller, Anton Beibl, Eunice Kränsel  
Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weißenstephan

## Zusammenfassung

Die Gebäudekosten sind eine bedeutende Größe in der Milchproduktion, die aus Wettbewerbsgründen zu reduzieren sind. Im Hinblick darauf ist es notwendig, unterschiedliche Bau-, Anordnungs- und Ausführungsweisen auf mögliche Einsparungspotenziale hin zu untersuchen. Ein Kostenvergleich vorhandener Milchviehställe zeigt jedoch eine große Bandbreite (2.900 - 6.500 €/Kuhplatz) zwischen z. T. gleichen Systemen und lässt keine belastbaren Aussagen darüber zu, welche Baulösungen kostengünstiger sind. Deshalb wurden Modellkalkulationen zu unterschiedlichen Bau-, Anordnungs- und Ausführungsweisen auf der Basis einer einheitlichen Planung durchgeführt.

Mehrhäusige Gebäudelösungen verursachen insgesamt um bis zu 40 % geringere Baukosten. Die wesentlichen Einsparungen werden durch die Wahl der Tragkonstruktion erzielt. Neben den reinen Baukosten sind bei der Bewertung der einzelnen Stallbauweisen auch noch andere Faktoren wie der mögliche Umfang an Eigenleistungen oder eine spätere Umnutzung zu berücksichtigen.

Die Anordnung des Melkhauses im Stall hat erhebliche Auswirkungen auf die Funktionalität. Integrierte Melkhäuser eignen sich bevorzugt in beengter Hoflage. Abgesehen von einer geringfügigen Flächeneinsparung zeigt die seitliche Anordnung des Melkhauses keine Vorteile hinsichtlich der Gebrauchsfähigkeit gegenüber der integrierten bzw. separaten Anordnung. Die separate Anordnung des Melkhauses ergibt für die gesamte Stallanlage die größte Flexibilität und Funktionalität. Bei gleichem Raumprogramm, gleicher Ausstattung und Größe der Melkhäuser ergeben sich keine wesentlichen Kostenunterschiede zwischen den Varianten. Auf Grund der funktionalen Vorteile ist eine separate Anordnung auch bei kleineren Anlagen in Betracht zu ziehen.

Für die Ausführung von regulierbaren Wandkonstruktionen für Außenklimaställe bestehen vielfältige Möglichkeiten. Dabei können eigenleistungsfreundliche Lösungen (z. B. verschiebbares Spaceboard, verstellbare Holzlamellen) gegenüber Serienprodukten (z. B. Windschutznetze, verschiebbare Stegplatten) kostengünstiger erstellt werden.

# Stable Systems and Costs for Dairy Housings

Jochen Simon, Peter Lingenfeller, Anton Beibl, Eunice Kränzel  
Institute for Agricultural Engineering, Farm Buildings and Environmental Technology,  
Bavarian State Research Center for Agriculture,  
Voettinger Str. 36, 85354 Freising-Weißenstephan / Germany

## Summary

Building costs are a significant item in milk production. To be competitive for the future, they have to be reduced. Therefore it is necessary to examine which types, arrangements of buildings and constructions could reduce the investment costs. Analysing existing stables can not establish expressive cost data because of different costs for similar building systems (2900 - 6500 €/cow place). Therefore model stables with different building systems, arrangements and constructions have been planned and calculated.

Cow-kennels reduce the construction costs by 40 % when compared to single house barns. Generally the most significant cost saving factor is the construction. However it is necessary to considerate a lot of other questions, e.g. the share of self made achievement or modifications and other uses of the stables in the future.

The arrangement between milking-house and stable is an important factor of functionality. Integrated milking-houses are useful in narrow surrounding areas. Apart from a minimal reducing of the ground floor, the side-by-side arrangement of the milking-house shows no functional advantage to integrated or separated layouts. Separated milking-houses are showing the best usability and functionality. If all variations of milking-houses have the same scheme of rooms, equipment and size, there are no differences between the costs. Based on the advantage of more functionality, separated milking - houses are profitable for small stables too.

There are a lot of possibilities for the construction of walls in loose housing stables. Solutions with a high self made achievement (space - board, wooden lamella) can be realized in a more inexpensive way than factory products (curtain, polycarbonate sheet).

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Mit einem Anteil von 57 % an der Gesamtzahl der landwirtschaftlichen Betriebe (BAYERISCHER AGRARBERICHT, 2004) nimmt die Milchviehhaltung in Bayern den ersten Platz ein. Auf Grund dieser Bedeutung für die bayerische Landwirtschaft lag der Schwerpunkt der Untersuchungen im Rahmen des Projektes „Neue Stallmodelle im Milchviehbereich“. Dieses Projekt wurde im Zeitraum von 2003 - 2005 im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten bearbeitet.

Im Bereich der Milchviehwirtschaft hatte der Strukturwandel in der Landwirtschaft in den letzten Jahren zur Folge, dass zwischen 1994 und 2004 die Zahl der milchviehhaltenden Betriebe um 43 % zurückgegangen ist. Der durchschnittliche Tierbestand in Bayern liegt derzeit bei ca. 23,4 Kühen, wobei die Zahl der Betriebe erst ab einem Tierbestand von 50 Tieren (BAYERISCHER AGRARBERICHT, 2004) Wachstum verzeichnet. Im Vergleich zum Rückgang der Betriebe hat sich die Zahl der Milchkühe mit einem Gesamtbestand von derzeit 1,3 Mill. Tieren in den letzten 10 Jahren nur um 19 % verringert. Vor dem Hintergrund dieses Konzentrationsprozesses stellt sich für viele Landwirte mit kleineren Anlagen die Frage, vorhandene Ställe zu erweitern bzw. neue Gebäude zu errichten, um weiter konkurrenzfähig zu bleiben.

Baumaßnahmen sind jedoch mit einem erheblichen finanziellen Aufwand verbunden. Mit einem Anteil von ca. 10 % (MILCHREPORT BAYERN, 2004) liegen die Gebäudekosten an 3. Stelle der gesamten Produktionskosten. Im Hinblick auf diese finanzielle Belastung und die geringen Gewinnspannen in der Milchproduktion muss es Ziel sein, bei anstehenden Baumaßnahmen auf kostengünstige Lösungen zurückzugreifen bzw. diese weiterzuentwickeln.

Neben dem Investitionsbedarf muss ein weiteres Hauptaugenmerk auf die Zahl der verfügbaren Arbeitskräfte in den Betrieben gerichtet werden. Sind heute noch durchschnittlich 1,5 Familienarbeitskräfte auf den Betrieben beschäftigt (BAYERISCHER AGRARBERICHT, 2004), so müssen künftig die anfallenden Arbeiten bei Betrieben in der Größenordnung von 50 - 80 Kühen im Wesentlichen mit einer Arbeitskraft zu erledigen sein. Entscheidend für die Zukunftsfähigkeit eines Betriebes wird daher neben einem niedrigen Investitionsbedarf eine optimierte Arbeitswirtschaft sein, die auch maßgebend von der Anordnung der Funktionsbereiche im Stall beeinflusst wird. Dies betrifft insbesondere die Lage des Melkhauses sowie die Ausgestaltung und Zuordnung des Melkstands mit allen vor- und nachgeschalteten Funktionsräumen und -flächen (Wartebereich, Selektions- und Abkalbbereich) sowie die Organisation der Funktionsachsen im Stall (Fütterung, Entmisten). Bei der Analyse von Praxisbetrieben findet sich z. B. erst bei wenigen Neubauten ein eigener Selektionsbereich. Dieses Defizit macht sich nach Aussage befragter Landwirte dann bemerkbar, wenn beispielsweise die bisher in den Betriebsablauf integrierten Eltern altersbedingt nicht mehr aktiv am Betriebsgeschehen teilnehmen können.

Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung des Investitionsbedarfs und die Beurteilung der Gebrauchsfähigkeit unterschiedlicher Bauweisen von Milchviehställen (mehrhäusig/einhäusig), unterschiedlicher Anordnungsweisen des Melkhauses (integriert/seitlich/separat) sowie unterschiedlicher Konstruktionsweisen der Außenwände. Bei einem Vergleich der realen Baukosten haben sich jedoch von Betrieb zu Betrieb erhebliche Abweichungen ergeben, so dass aus einer Analyse dieser Vorhaben keine allgemein gültigen Hinweise gezogen werden konnten. Um Kostenunterschiede und Einsparmöglichkeiten durch unterschiedliche Bau-, Anordnungs- und Ausführungsweisen systematisch untersu-

chen zu können, wurden daher standardisierte Musterplanungen erstellt, die sich an den zuvor dargestellten Betriebsbeispielen orientieren. Über Angebote von bauausführenden Firmen, ergänzt durch eigene Kostenberechnungen einzelner Gewerke ist damit ein objektiverer Vergleich möglich.

Der Begriff Baukosten, wie er in der DIN 276 definiert wird, bezeichnet dabei alle baulichen Aufwendungen, die zur Realisierung eines Projektes notwendig sind. Aus landwirtschaftlicher Sicht ist dies dem Investitionsbedarf gleichzusetzen. Beide Begriffe werden daher synonym verwendet

## 2 Bauweisen bei Milchviehställen

### 2.1 Stallanlagen in ein- und mehnhäusiger Bauweise

Im Hinblick auf Konstruktion und Anordnung einzelner baulicher Funktionseinheiten werden als Grundtypen ein- und mehnhäusige Stallanlagen unterschieden. Zwar sind mehnhäusige Ställe in Bayern noch nicht sehr häufig verbreitet (ca. 1 % der LKV-Betriebe, LKV 2005), doch ist davon auszugehen, dass diese Bauweise stärkere Verbreitung finden wird.

Bei mehnhäusigen Anlagen sind die Funktionseinheiten Liegehalle, Laufgänge, Fressplatz und Futtertisch in mehrere Baukörper aufgeteilt. Im Hinblick auf trockene Liegeflächen und den Schutz des Futters vor direkten Witterungseinflüssen werden diese Bereiche überdacht, wohingegen Laufflächen zum Teil keine Überdachung erhalten. Hier können sich die Tiere dem Außenklimareiz direkt aussetzen (ZÄHNER ET AL., 2000). Das Melkhaus kann integriert, seitlich oder als freistehendes Gebäude ausgeführt werden.

Als Konstruktionsweisen für die Tragwerke dieser mehnhäusigen Stallanlagen werden Stützenkonstruktionen mit Pfetten (Modelle I/1a und 1b) oder Bindern bzw. Rahmenkonstruktionen (Modell I/3) eingesetzt (Abb. 1). Bei den Pfettendach-Konstruktionen kann die Aussteifung der Tragwerke über Windverbände (Modell I/1a) oder eingespannte Stützen (Modell I/1b) erfolgen. Kennzeichnend für diese Gebäude sind dabei die auf die reinen Funktionsmaße reduzierte Bauhöhe und geringe Spannweiten.

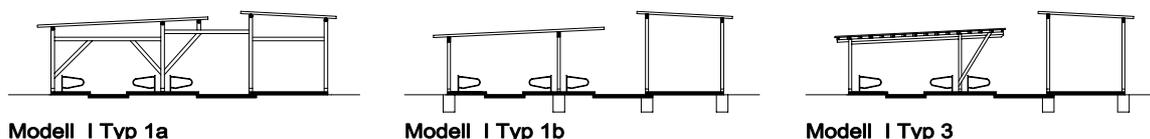


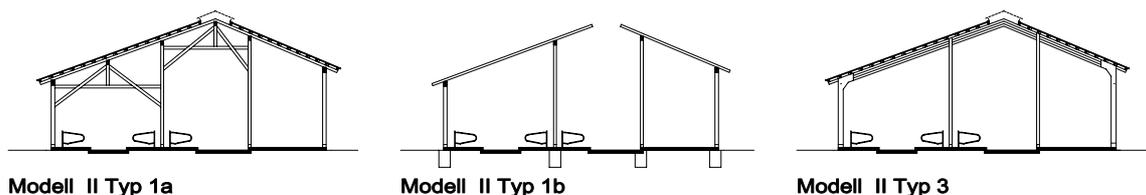
Abb. 1: Mehnhäusige Stallanlagen in unterschiedlichen Konstruktionsweisen

Bei einhäusigen Stallgebäuden werden die Funktionen Liegen, Laufen, Fressen und Futtervorlage in einem Gebäude zusammengefasst, mit der Konsequenz, dass zunehmend größere bauliche Anlagen entstehen. Die Möglichkeiten der Anordnung des Melkhauses entsprechen den mehnhäusigen Lösungen.

Für die Tragkonstruktion (Abb. 2) finden sich zum einen Stützenkonstruktionen mit Pfetten (Modelle II/1a und 1b) oder Bindern bzw. Rahmen, die zur Verringerung der Spannweiten zusätzliche Stützen erhalten (Modell II/3). Soll das Gebäudeinnere stützenfrei aus-

geführt sein, sind auf Grund der dadurch entstehenden Spannweiten Tragwerke z. B. mit Bindern in Fachwerkbauweise, mit Zugband (Modell III/2) oder als 2-Gelenk- bzw. 3-Gelenk-Rahmen (Modell III/3a) notwendig. Ein Pfettendachstuhl bzw. eingespannte Stützen mit freitragendem Trapezblech sind bei diesen Spannweiten konstruktiv nicht ausführbar. Relativ neu im landwirtschaftlichen Bauen sind Bogenkonstruktionen in Stahlleichtbauweise mit Folieneindeckung (Modell III/3b), die in unserer Region bei ersten Projekten eingesetzt werden.

#### MIT STÜTZEN



#### STÜTZENFREI

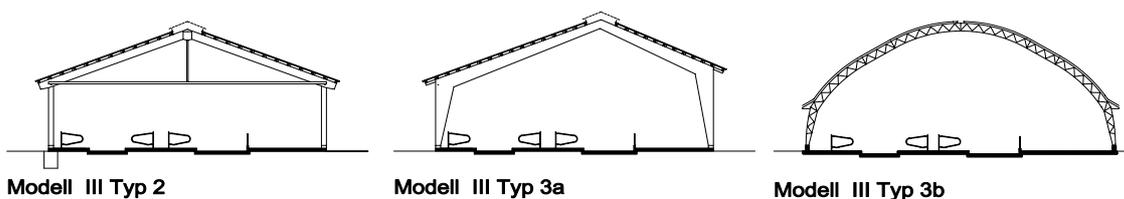


Abb. 2: Einhäusige Stallanlagen in unterschiedlichen Konstruktionsweisen

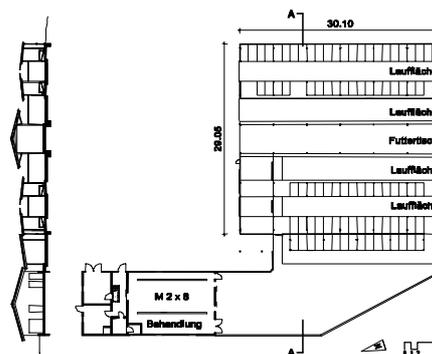
## 2.2 Dokumentation und Analyse bestehender Projekte

Ausgangspunkt für die Erhebung von Grunddaten waren zunächst die im Rahmen des Verbundprojektes „Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren“ des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten ausgewählten 34 bayerischen Pilotbetriebe. Die auf diesen Betrieben neu errichteten Stallanlagen wurden aufgemessen und in einheitlichen Plänen zeichnerisch sowie fotografisch dokumentiert. Ergänzt wurde diese Dokumentation durch eine Beschreibung der baulich-technischen Ausführung sowie eine Kostenerfassung nach DIN 276.

Im Hinblick auf die Erarbeitung von Grundlagen für die Milchviehhaltung konnte im Rahmen dieser Pilotvorhaben auf 12 Milchviehbetriebe zurückgegriffen werden. Diese wurden mit 5 weiteren innovativen Milchviehställen, u. a. aus Österreich und der Schweiz, ergänzt.

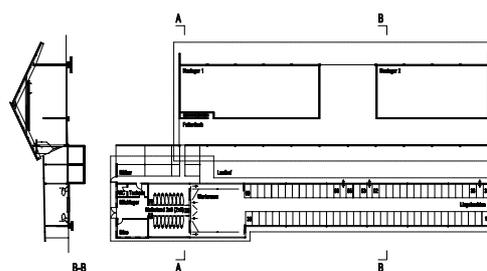
### 2.2.1 Mehrhäusige Stallgebäude

Stellvertretend für diese Bauweisen sind nachfolgend 4 Beispiele vorgestellt (Abb. 3 - 6).



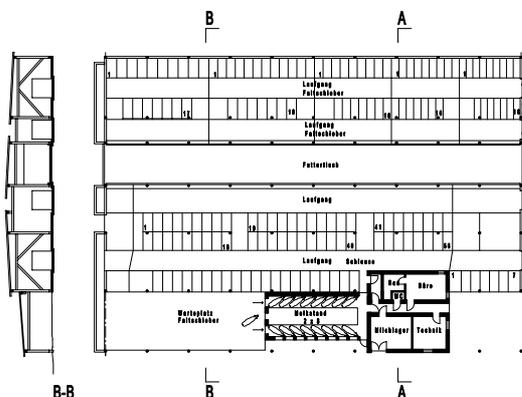
Fertigstellung		2002	
Grundfläche Liegehalle		30,10 x 29,05 m	
Grundfläche Melkhaus		20,0 x 10,04 m	
Milchviehplätze		74 ohne Nachzucht, mit 16 zus. Außenliegeboxen	
Gruppenfütterung		möglich	
Melkhaus		separat, 2 x 8 FGM	
Wartebereich		vorhanden	
Abkalbbereich		im Stall	
Selektionsbereich		im Melkhaus, seitlich des Melkstands	
Gebäude	Cuccetten	Pulldach	– Trapezblecheindeckung
	Futtertisch	Satteldach	– Trapezblecheindeckung
Konstruktion		Zweigelenkrahmen	– Stahl

Abb. 3: Kurzbeschreibung von Betrieb MV 9 (Bayern) mit Ansicht, Grundriss, Schnitt



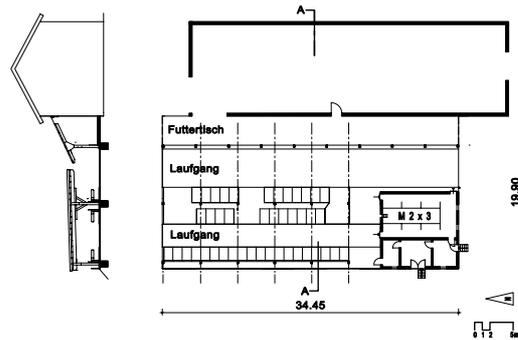
Fertigstellung		2001	
Grundfläche		69,80 x 20,30 m (incl. Futtertisch in Bergehalle)	
Milchviehplätze		69 ohne Nachzucht	
Gruppenfütterung		nicht möglich (nur bei Einbau von Selektionstoren)	
Melkhaus		integriert, 2 x 6 SbS (auf 2 x 8 erweiterbar)	
Wartebereich		vorhanden	
Abkalbbereich		nicht vorhanden	
Selektionsbereich		nicht vorhanden	
Gebäude	Liegehalle	Flachdach	– Trapezblecheindeckung
	Futtertisch*	Satteldach	– Trapezblecheindeckung
Konstruktion	Liegehalle	Stützen eingespannt	– Stahl
		Pfetten	– Holz
	Futtertisch*	Stützen eingespannt	– Stahl
		Pendelstützen	– Holz
		Binder	– Holz mit Zugband
		(*Teil der Überdachung des Heubergeraums)	

Abb. 4: Kurzbeschreibung von Betrieb MV 16 (Schweiz) mit Ansicht, Grundriss, Schnitt



Fertigstellung		2000	
Grundfläche		51,0 x 36,40 m	
Milchviehplätze		63 mit 100 Jungviehplätzen	
Gruppenfütterung		nicht möglich	
Melkhaus		seitlich, 2 x 8 FGM	
Wartebereich		vorhanden	
Abkalbbereich		im Stall	
Selektionsbereich		im Stall, nicht direkt vom Austrieb erschlossen	
Gebäude	Liegehalle	flach geneigtes Dach	– Trapezblecheindeckung
	Futtertisch	flach geneigtes Dach	– Trapezblecheindeckung
Konstruktion		Pendelstützen	– Rundholz
		Pfettendach	– Rundholz

Abb. 5: Kurzbeschreibung von Betrieb MV 14 (Österreich) mit Ansicht, Grundriss, Schnitt

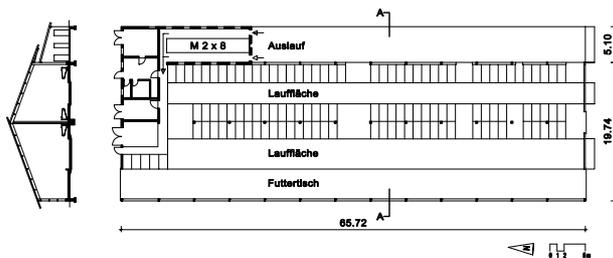


Fertigstellung		2002	
Grundfläche		34,45 x 19,90 m	
Milchviehplätze		43 ohne Nachzucht	
Gruppenfütterung		nicht möglich	
Melkhaus		integriert, 2 x 3 ATM	
Wartebereich		nicht vorhanden	
Abkalbbereich		im Stall	
Selektionsbereich		nicht vorhanden	
Gebäude	Liegehalle	Flachdach	– mehrschichtiger Aufbau mit Extensivbegrünung
Konstruktion	Futtertisch	Pultdach	– Trapezblecheindeckung
	Liegehalle	Einbündiger Rahmen	– Holz
	Futtertisch	Kragträger	– Holz

Abb. 6: Kurzbeschreibung von Betrieb MV 5 (Bayern) mit Ansicht, Grundriss, Schnitt

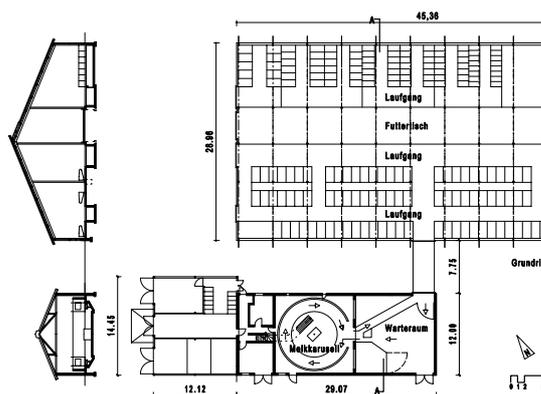
## 2.2.2 Einhäusige Stallgebäude

Die Abbildungen 7 bis 9 zeigen 3 Beispiele zu dieser Bauweise.



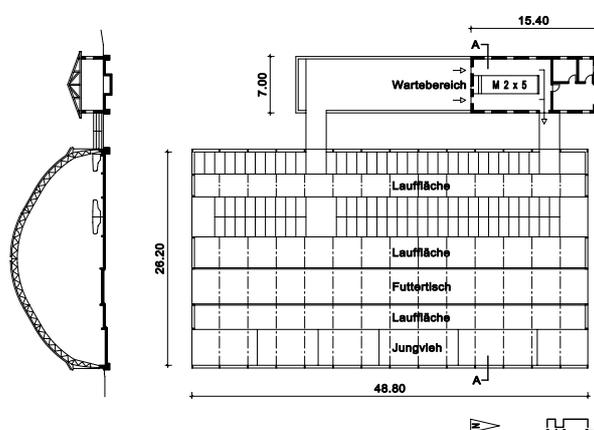
Fertigstellung		2002	
Grundfläche		65,72 x 19,74 m	
Milchviehplätze		113 ohne Nachzucht	
Gruppenfütterung		nicht möglich	
Melkhaus		seitlich, 2 x 8 FGM	
Wartebereich		vorhanden	
Abkalbbereich		im Stall	
Selektionsbereich		im Stall	
Gebäude	Halle	Satteldach	– Ziegeleindeckung
Konstruktion		Stützen seitlich/mittig	– Stahl/Holz
		Binder	– Holz

Abb. 7: Kurzbeschreibung von Betrieb MV 2 (Bayern) mit Ansicht, Grundriss, Schnitt



Fertigstellung		2005	
Grundfläche		45,36 x 28,96 m	
Milchviehplätze		84 mit 92 Jungviehplätzen	
Gruppenfütterung		möglich	
Melkhaus		separat, 14er RMS	
Wartebereich		vorhanden	
Abkalbbereich		am Melkhaus	
Selektionsbereich		geplant	
Gebäude	Halle	Satteldach	– Trapezblech
Konstruktion	Halle	Stützen	– Stahl
		Binder	– Holz
		mit 3 zus. Stützen	– Stahl

Abb. 8: Kurzbeschreibung von Betrieb MV 6 (Bayern) mit Ansicht, Grundriss, Schnitt



Fertigstellung		2005	
Grundfläche Liegehalle		48,80 x 26,20 m	
Grundfläche Melkhaus		7,0 x 15,40 m	
Milchviehplätze		94 mit ca. 50 Jungviehplätzen	
Gruppenfütterung		nicht möglich (nur bei Rücktrieb über zu errichtenden Laufhof)	
Melkhaus		abgesetzt, 2 x 5 FGM	
Wartebereich		vorhanden	
Abkalbbereich		im Stall	
Selektionsbereich		nicht vorhanden	
Gebäude	Halle	Tonnendach	– Folieindeckung
Konstruktion	Halle	Dreigelenkbogen	– Stahl Leichtbauweise

Abb. 9: Kurzbeschreibung von Betrieb MV 13 (Österr.) mit Ansicht, Grundriss, Schnitt

### 2.3 Nachkalkulation der Baukosten von realisierten Projekten

Im Hinblick auf die Frage der Baukosten der unterschiedlichen Bauweisen und Anordnungsweisen der Melkhäuser wurden zunächst die realisierten Projekte untersucht. Grundlage dafür waren die von den Betriebsleitern zur Verfügung gestellten Abrechnungsunterlagen. Massen und Stückzahlen konnten unter Zuhilfenahme der neu erstellten Pläne ermittelt werden. Somit war ein Vergleich der baulich umgesetzten und abgerechneten Leistungen möglich. Für den im landwirtschaftlichen Bauwesen üblichen Anteil an Eigenleistungen wurden die Angaben übernommen, die von Seiten der Betriebsleiter gegenüber dem Landwirtschaftsamt im Rahmen des Fördernachweises gemacht wurden. Eine Überprüfung bzw. Erhebung während der Bauphase z. B. über ein Bautagebuch war nicht möglich, da es sich ausschließlich um bereits abgeschlossene Projekte handelte. Die Kosten wurden zunächst gem. DIN 276 der Kostengruppe (KGR) 300 „Gebäude - Baukonstruktion“ und der Kostengruppe (KGR) 400 „Gebäude - Technische Anlagen“ zugeordnet und einheitlich in Kostenkennwerte (€ pro Kuhplatz) umgerechnet. Die Summen sind als Nettobetrag ohne Mehrwertsteuer angegeben. In den Beträgen sind nicht die Kosten für Gülle- und Futterlagerung enthalten (Abb. 10). Neben den Betriebsbezeichnungen sind die Milchviehplätze eingetragen (K).

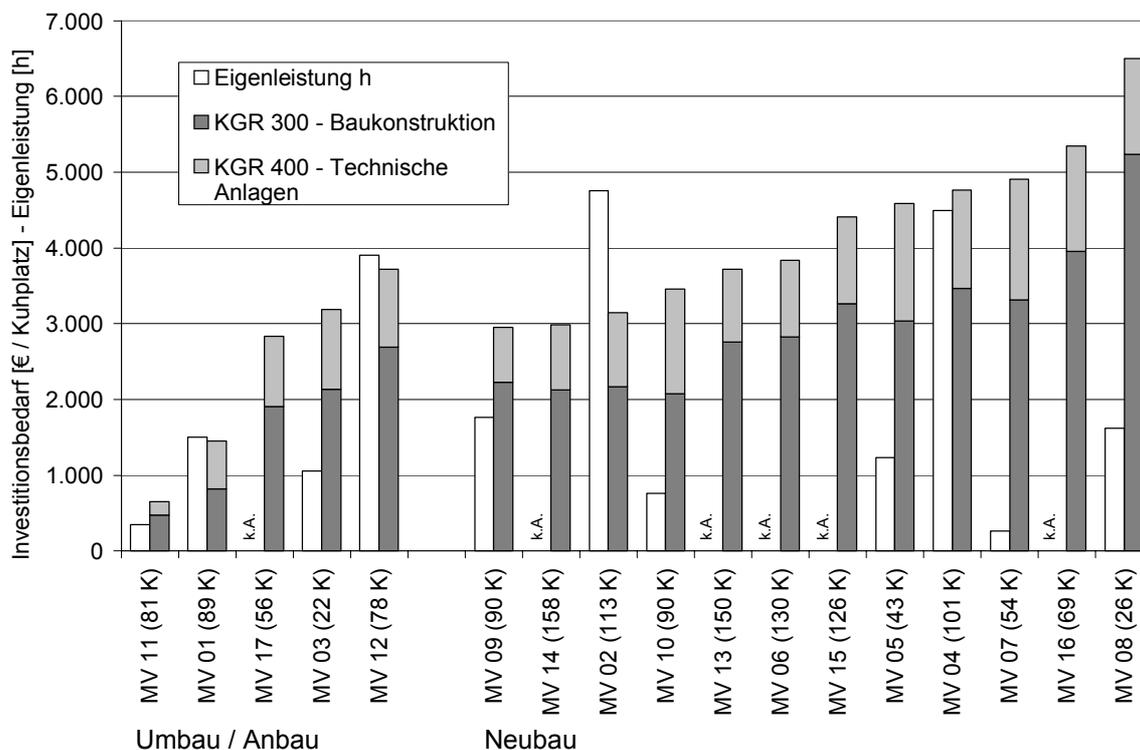


Abb. 10: Investitionsbedarf und Eigenleistungsaufwand für 17 Milchviehbetriebe

Die Spannweite der Kosten ist sehr groß. Sehr günstig schneidet ein Teil der Umbaulösungen ab, wobei die Maßnahmen auf Betrieb MV 3 und MV 12 die Kosten der Neubaumaßnahmen übersteigen. Die Kostenspanne bei Neubaumaßnahmen bewegt sich im Bereich zwischen 2.900 €/Kuhplatz und 6.500 €/Kuhplatz. Der Anteil an Eigenleistungsstunden liegt zwischen 260 h und 4.800 h. Allerdings konnten durch fehlende Angaben von Seiten der Betriebsleiter nicht bei allen Projekten die Eigenleistungsstunden erfasst werden.

Die Ursachen für diese Kostenspanne liegen zum Teil in erheblichen Unterschieden bei den abgerechneten Kosten und in Preisnachlässen von Seiten der liefernden bzw. ausführenden Firmen. Hinzu kommen bei gleichen Gebäudetypen unterschiedliche Ausführungsweisen (Konstruktion, Material, Qualität). Der Anteil an erbrachten Eigenleistungstunden zeigt erhebliche Unterschiede. Belastbare Aussagen zu den Baukosten sind daher im landwirtschaftlichen Bereich auf der Grundlage einer Nachkalkulation realisierter Projekte kaum möglich.

## 2.4 Methodik der Kostenberechnung für Modellplanungen

Um den finanziellen Aufwand bei den oben genannten Stalltypen exakt vergleichen zu können, wurden daher 6 Stallmodelle als Musterplanungen erarbeitet (Abb. 11). Alle Modelle basieren auf einem Laufstall mit 3-reihiger Liegeboxenanordnung für ca. 75 Plätze (= ca. 90 GV). Bei einer Länge von 37,50 m ergibt sich dabei innerhalb des Gebäudes ein Flächenangebot von 6,75 m<sup>2</sup>/Tier bzw. ein Fressplatz : Tiervershältnis von 1 : 1,4. Im Hinblick auf die Förderrichtlinien (z. B. AFP) besteht die Möglichkeit, notwendige weitere Fressplätze z. B. durch Verlängerung des Futtertisches außerhalb des Gebäudes zu schaffen. Diese für alle Modelle einheitlichen Grundrisse werden von Tragwerken überspannt, die den oben beschriebenen Gebäudetypen entsprechen (s. Kap. 2.1).

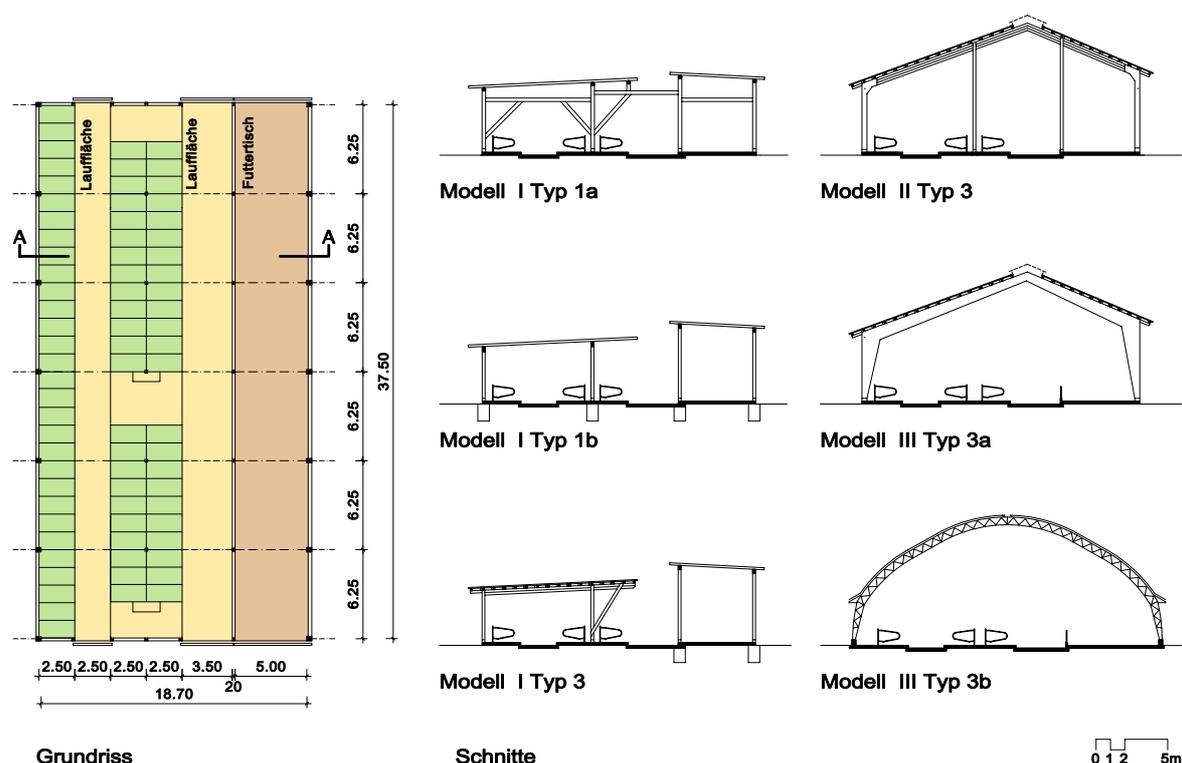


Abb.11: Grundriss und Schnitte der Stallmodelle I – III

Die Stallmodelle I/1-3 zeigen die Merkmale der mehrhäusigen Stallanlagen mit einer separaten Überdachung für den Liegebereich und für den Futtertisch. Konstruktiv wurde hier eine Variante mit Pendelstützen und Pfetten in Rundholzbauweise wie am Betrieb MV 14 als Modell I/1a, eine Variante mit eingespannten Stützen wie am Betrieb MV 16 als Modell I/1b und eine Variante mit einbündigem Rahmen wie am Betrieb MV 5 als Modell I/3 im Rahmen der Kostenermittlung berechnet. Modell II/3 entspricht den einhäusigen Gebäuden mit Stütze-Binderkonstruktionen bzw. Rahmenkonstruktionen wie bei Betrieb

MV 2, MV 4, MV 6 oder MV 7, deren freie Spannweite durch zusätzliche Stützen reduziert wird. Eine Konstruktion mit Pfettendachstuhl als Modell II/1a bzw. mit eingespannten Stützen als Modell II/1b wurde bisher nicht gerechnet. Die Modelle III zeigen freitragende Rahmenkonstruktionen ohne Stützen im Gebäudeinneren. Konstruktiv wurde hier eine Variante mit konventionellem 2- bzw. 3-Gelenk-Rahmen als Modell III/3a und eine Variante mit Bogentragwerk in Stahlleichtbauweise mit Folieneindeckung wie am Betrieb MV 13 als Modell III/3b gerechnet. Die Planungsunterlagen für diese Modelle waren Grundlage für eine Vordimensionierung durch ein Statikbüro für die Teile Gründung, Bodenplatte und Tragwerk auf normal gründungsfähigem, nicht bindigem Boden gem. DIN 1054 mit einer maximalen Flächenpressung von 220 kN/m<sup>2</sup> sowie für eine Schneelast von 1,30 kN/m<sup>2</sup> gem. DIN 1055. Die Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten gem. DIN 1045-1 ist auf  $w_k = 0,20$  mm gerechnet.

Die Kosten für die Kostengruppe 310 „Baugrube mit Aushub“ und Kostengruppe 320 „Gründung mit Baugrundverbesserung, Fundamenten und Bodenplatte“ wurden über ein eigenes Kostenermittlungsverfahren berechnet. Die Grundlagen dafür lieferte die oben genannte Vordimensionierung des Statikbüros mit Angaben der notwendigen Massen und Dimensionierungen für Gründung, Bodenplatte und Bewehrung. Für die Modelle I - III wurde von einer Flächengründung auf Frostschutzkies gem. DIN EN 13285 ausgegangen. Eine derartige Gründung ist möglich, wenn die Bodenplatte statisch und rechnerisch mit in das Tragsystem einbezogen wird. In diesem Fall werden die auftretenden Lasten nicht über die Fundamente, sondern über die Bodenplatte in den Untergrund eingeleitet. Im Randbereich der Bodenplatte wird Frostschutzkies eingebaut, der durch seine definierte Kornzusammensetzung (Sieblinie) eine kapillarbrechende Wirkung zeigt und dadurch ein Unterwandern der Bodenplatte mit Wasser verhindert. Diese Eigenschaft sowie der Einbau auf die erforderliche Frosttiefe gem. DIN 1054 ( $\geq 80$  cm in Abhängigkeit zu den regionalen Verhältnissen) verhindert ein Auffrieren des Untergrunds im Winter und damit Schäden am Bauwerk. Der Kies wird lagenweise (ca. 30 cm) eingebaut und bis auf eine Proctordichte von 103 % verdichtet. Die hohe Verdichtung ist notwendig, um Setzungen auszuschließen. Voraussetzung für den Einsatz dieses Verfahrens ist, dass die Gründungsfähigkeit des Bodens, wie bei jedem Bauvorhaben, vorab geklärt ist und die erforderliche Verdichtung des eingebauten Materials fachgerecht ausgeführt und durch Sondierung bzw. Lastplattenversuche nachgewiesen und bescheinigt werden kann. Da die Bodenplatte Teil des Tragwerkes ist, sind spätere Veränderungen nur nach Rücksprache mit einem Statiker möglich und genehmigungspflichtig.

Die Kostenberechnung für die Positionen Gründung und Bodenplatte erfolgte über Kostenkennwerte aus abgerechneten Projekten, Baukostendatenbanken (DBD, SIRADOS) sowie Angaben von regionalen Rohbau- bzw. Zulieferfirmen. Eine Differenzierung nach einzelnen Regionen Bayerns ist im Hinblick auf die Zielsetzung dieser Untersuchung nicht vorgenommen worden. Bei einer Übertragung der hier ermittelten Kostenkennwerte auf andere Projekte muss jedoch mit Kostenunterschieden gerechnet werden, die sich z. B. aus der regionalen Infrastruktur (z. B. Anzahl der örtlichen Kies- und Betonwerke), Entfernungen zwischen den Zulieferfirmen und der Baustelle o. ä. ergeben können. Zeitlich bedingte Erhöhungen der Baustoff- und Lohnkosten müssen beachtet werden.

Für die erarbeiteten Plansätze zu den einzelnen Modellen wurde von ausführenden Firmen der Sparten Zimmerei bzw. Stahlbau jeweils ein Angebot eingeholt. Neben Länge und Breite der Gebäude waren die weiteren Vorgaben für die Firmen eine Eindeckung mit Trapezblech ohne Wärmedämmung (mit Ausnahme Modell III/3b - Stahlleichtbaukonstruktion mit Foliendeckung). Die Dachneigung liegt bei den einhäusigen Lösungen mit

Satteldach bei ca. 23°. Giebelseitig war eine Holzverschalung mit Schubtoren einzuberechnen.

Ein Verschlussystem für die Wandflächen (z. B. Windnetze) sowie eine Firsthaube ist in dieser Kostenaufstellung nicht enthalten (s. Kap. 4). Bei der Firstöffnung wurde davon ausgegangen, dass durch Anordnung und Breite eine Beeinträchtigung des Stallbereichs durch Niederschläge weitgehend ausgeschlossen werden kann. Ausführung und Material der Tragkonstruktion wurde den bietenden Firmen mit Ausnahme Modell I/1a (Rundholzbauweise) und Modell III/3b freigestellt. Die Endsummen entsprechen einer Ausführung des Bauvorhabens ausschließlich durch die Firmen ohne Eigenleistung von Seiten des Landwirtes. Dies entspricht zwar nicht der gängigen Praxis, ermöglicht aber im Rahmen dieser Untersuchung einen objektiven Vergleich der Angebote. Das Einsparungspotenzial durch Eigenleistung, verbunden mit einer Darstellung der sich daraus ergebenden Folgen für die Gewährleistung, muss gesondert untersucht werden.

Da das Ziel dieser Untersuchung ein Vergleich unterschiedlicher Bauweisen von Milchviehställen und nicht unterschiedlicher technischer Ausstattung war, wurden bei der Kostenermittlung die gem. DIN 276 in Kostengruppe 310 „Gründungen“ aufgeführten Dränaugen sowie die gesamte Kostengruppe 400 „Bauwerk - Technische Anlagen“ (Grundleitungen, Abwasser- und Wasseranlagen, Elektroinstallation sowie Entmistungstechnik und Stalleinrichtung) nicht berücksichtigt. Melkhaus mit Melktechnik, Futter- und Güllelagerung fließen gleichfalls nicht mit ein.

## 2.5 Ergebnisse der Kostenberechnungen für die Modellplanungen

Die Ergebnisse der Kostenberechnungen sind in Abbildung 12 zusammengestellt. Im Nachfolgenden wird einzeln auf die drei Kostengruppen Aushub/Gründung, Bodenplatte und Tragwerk mit Eindeckung eingegangen.

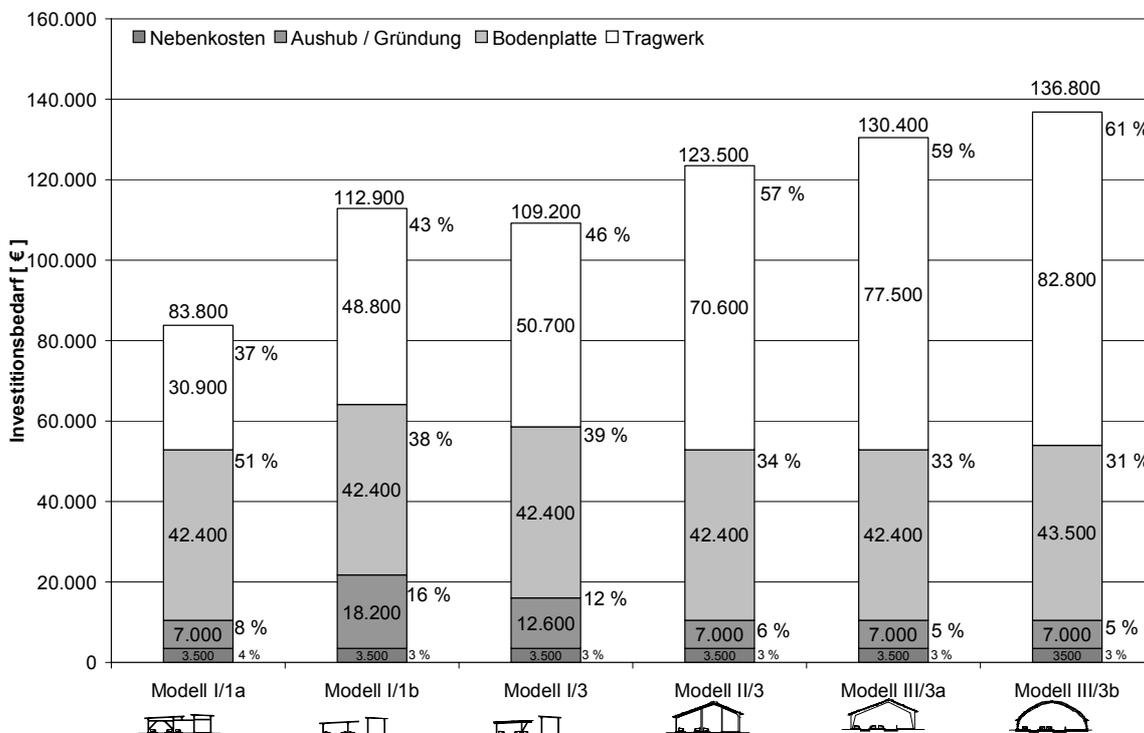


Abb. 12: Vergleich der Gesamtkosten (Aushub/Gründung, Bodenplatte und Tragwerk mit Eindeckung) für die Stallmodelle I – III

Die Kosten aus den Angeboten der beteiligten Firmen sowie der eigenen Kostenberechnung fließen als gemittelte Werte in die Darstellung ein. Die angegebenen Kennwerte beinhalten keine Mehrwertsteuer.

### 2.5.1 Kostenvergleich der Positionen Gründung und Bodenplatte

Modell I/1a, II/3, III/3a und III/3b zeigen gleiche Kosten bei der Gründung. Dies liegt am gleichen Aufwand für Aushub und o.g. Bodenverbesserungsmaßnahmen durch den Einbau von Frostschutzkies. Modell I/1b und I/3 zeigen höhere Kosten für die Gründung. Dies ergibt sich bei beiden Modellen in Folge der eingespannten Stützen für die Futtertischüberdachung und bei Modell I/1b zusätzlich für die Gründung der eingespannten Stützen bei der Liegehalle. Die Kosten für die Bodenplatte sind für alle Modelle gleich, da diese jeweils in der gleichen Stärke und mit der gleichen Menge an Bewehrung ausgeführt wird. Das ergibt sich daraus, dass dieses Bauteil auf die oben definierte Begrenzung der Rissbreiten gerechnet ist. Die Menge der Bewehrung ist damit so hoch, dass sich eine Verringerung der Lasten durch eine Reduzierung des Tragwerks nicht auf die Bewehrung in der Bodenplatte auswirkt. Die geringen Mehrkosten für die Bodenplatte bei Modell III/3b resultieren aus einem breiteren Sockel, der in Abstimmung mit den Statikern der Herstellerfirmen der Folienhallen zur Verankerung der Tragkonstruktion notwendig ist und zu einer leichten Erhöhung der Beton- und Stahlmenge führt.

### 2.5.2 Kostenvergleich der unterschiedlichen Tragkonstruktionen

In die Gegenüberstellung der Kosten für die einzelnen Stallmodelle sind Angebote von 10 Firmen aus der Region Ober-/Niederbayern, Allgäu/Schwaben sowie Oberösterreich eingeholt worden. Die Angebote beinhalten die Erstellung der Tragwerke mit verkleideten Giebelwänden und Dacheindeckung. Diese wurden ergänzt durch Firmenangebote zu realisierten Projekten, die mit Modell II/3 konstruktiv und baulich vergleichbar sind. Ziel war dabei eine Gegenüberstellung der Firmenangebote zu den Planungen des Modellvorhabens mit Angeboten bzw. Abrechnungsunterlagen aus der Praxis.

Bei den Tragwerken schneiden die mehrhäusigen Lösungen am günstigsten ab, die teuerste Variante ist die freitragende Bogenkonstruktion mit Folieneindeckung. Der Kostenunterschied zwischen Modell I/1a und III/3b beträgt ca. 51.900 € gesamt, zwischen I/1b bzw. I/3 und III/3b ca. 34.000 € bzw. ca. 32.100 €. Obwohl die gleiche Nutzbarkeit bei den Modellen I und II gegeben ist, liegen die Baukosten für das Tragwerk für Modell II/3 gegenüber I/3 um ca. 19.900 € gesamt höher. Das günstigere Abschneiden der mehrhäusigen gegenüber den einhäusigen Lösungen ergibt sich vor allem aus dem geringeren Materialaufwand für die Querschnitte der Tragkonstruktion sowie der kleineren Flächen der Giebelwände und Dacheindeckung. Zudem verringert sich durch die kleineren Dimensionen der Tragwerksteile der Aufwand für den Transport und die Kosten für Kräne und Hebezeug auf der Baustelle. So könnte beispielsweise Modell I/1a gem. Aussage von Zimmereibetrieben mit Hilfe eines auf den Betrieben bzw. über den Maschinenring in der Regel verfügbaren Forstanhängers mit Selbstladekran aufgestellt werden. Durch die geringere Bauhöhe kann der Aufwand für Absturzsicherungen verringert werden. Beim Vergleich der Modelle I/1a mit I/1b bzw. I/3 ergibt sich ein Kostenunterschied bei den Tragwerken von ca. 17.900 € bzw. ca. 19.800 €. Dieser Kostenunterschied hängt zum einen mit dem geringeren Materialpreis für Rundholz, dem geringeren Aufwand für den Abbund der Pendelstützen gegenüber den Rahmen und dem höheren Aufwand für die eingespannten Stützen (Querschnitte, Verbindungen) zusammen. Bei Modell I/1b kommt noch der höhere Materialpreis für das Trapezblech in Folge der Auskragung über den Liegeboxen hinzu, die bei I/1a durch die Konstruktion der Flugfette entfällt.

Beim Vergleich von Modell II/3 und III/3a ergibt sich, dass II/3 um ca. 6.900 € günstiger ist. Dies liegt zum einen daran, dass sich bei II/3 die Materialersparnis durch Reduzierung der Binderquerschnitte in Folge der geringeren Spannweiten mit den zusätzlichen Stützen wieder ausgleicht. Zum anderen ist der konstruktive Aufwand für Modell III/3a vor allem durch die biegesteifen Rahmenecken zunächst aufwändiger. Durch den Wegfall der Stützen im Gebäudeinneren, die beim Errichten der Halle zusätzlich angepasst und ausgerichtet werden müssen, wird der Mehrpreis durch eine schnellere Gestehungszeit wieder ausgeglichen. Da alle Angebote die Kosten für eine statische Berechnung beinhalten, ist in die Kosten für die freitragende Halle (Modell III/3a) auf Grund der Spannweite von über 12,50 m eine statische Prüfung entsprechend der Landesbauordnungen (z. B. BayBO) pauschal eingerechnet worden. Dafür wurde ein für diese Bauvorhaben üblicher Honorarsatz angenommen.

Beim Vergleich der Firmenangebote zur Kalkulation von Modell II/3 mit Angeboten zu realisierten Projekten gleicher Ausführung hat sich ergeben, dass die durchschnittlichen Baukosten aus 5 Projekten bei ca. 92 €/m<sup>2</sup> gegenüber ca. 101 €/m<sup>2</sup> aus der Modellberechnung liegen. Damit zeigt sich, dass über die Modellkalkulation sehr realistische Angebotsdaten ermittelt wurden.

### 2.5.3 Kostenvergleich der unterschiedlichen Stallmodelle

Die gesamten Baukosten für die beiden Positionen Rohbau und Tragwerk sind ebenfalls in Abbildung 12 zusammengefasst. Die mehrhäusigen Stallmodelle schneiden am günstigsten ab, die Stahlleichtbauweise mit Folieneindeckung (Modell III/3b) verursacht die höchsten Bauaufwendungen, wengleich der Unterschied zur konventionellen stützenfreien Bauweise (Modell III/3a) unerheblich ist. Gegenüber den stützenfreien einhäusigen Stalllösungen (Modell III/3a und III/3b) liegen die Baukosten der mehrhäusigen Stallgebäude bei den Modellen I/1b bzw. I/3 um etwa 17 % bzw. ca. 22.500 € und bei Modell I/1a um etwa 37 % bzw. ca. 49.800 € niedriger. Die einhäusige Lösung mit Stützen (Modell II/3) liegt dazwischen, ist aber immerhin um ca. 10.600 - 39.700 € teurer als die mehrhäusigen Lösungen (Modell I/1a bzw. b und I/3). Bei den mehrhäusigen Lösungen bleibt Modell I/1a auch bei den Gesamtkosten am günstigsten, weil kein weiterer Aufwand für die Gründung der gelenkig gelagerten Stützen notwendig ist. Durch den Aufwand bei der Gründung erhöht sich der Kostenunterschied zwischen Modell I/1a und I/1b bzw. I/3 auf ca. 29.100 € bzw. ca. 25.400 €. Bei der Tragkonstruktion ist Modell I/1b gegenüber I/3 um ca. 1.900 € günstiger, schneidet aber bei den mehrhäusigen Bauweisen in Folge des höheren Gründungsaufwands insgesamt am teuersten ab. Bei Modell I/3 und I/1b sind die Kosten für den Rohbau, verursacht durch die zusätzlichen Fundamente für die Futtertischüberdachung bzw. Einspannung der Stützen für das Tragwerk der Liegehalle im Gesamtvergleich am höchsten, doch können diese Mehrkosten durch die Einsparungen beim Tragwerk gegenüber den einhäusigen Lösungen bei weitem wieder ausgeglichen werden.

### 2.5.4 Bewertung der Stallmodelle

Bei der Entscheidung für eine bestimmte Bauweise sind durch den Bauherren neben den reinen Baukosten auch weitere Vor- und Nachteile bei den einzelnen Gebäudetypen abzuwägen (Tab. 1).

Tab. 1: Zusammenstellung der Vor- und Nachteile der einzelnen Stallmodelle

Merkmal	Modell				
	I/1a 	I/1b I/3 	II/3 	III/3a 	III/3b 
Baukosten	61%	82/80%	90%	95%	100%
Eigenleistung	+	+	+	o	o
Unterhalt	+	+	+	+	k.A.*
Wiederverwendung	o	o	o	o	+
Stallklima	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Schutz Liegeboxen	+	+	+	+	+
Schutz Futtertisch	+	+	+	+	+
Schutz Laufgänge	o	o	+	+	+
Erweiterbarkeit	+	+	o	o	o
Umnutzung	o**	o**	o**	+	+
Geländeanpassung	+	+	o	o	o
Gebäudevolumen	+	+	o	o	o

„+“ = sehr gut „o“ = durchschnittlich „-“ = schlecht

\* Kaufpreis für eine neue Folie ca. 15 % des Gesamtpreises (Stand 2005)

\*\* Bei Umnutzung für eine andere Tierhaltung „+“, bei Umnutzung als Lager-/Abstellhalle o. ä. „-“

Ein hohes Einsparpotenzial ergibt sich bei den mehrhäusigen Ställen durch die Einbringung von Eigenleistung. Die Konstruktionen können auf Grund der geringen Dimension ggf. sogar auf dem Hof abgebunden werden. Der Einsatz eines Kranes ist nicht notwendig bzw. können die Gespärre bei diesen Größen mit einem in landwirtschaftlichen Betrieben üblicherweise verfügbaren Gerät (Frontlader, Forstanhänger mit Selbstladekran) aufgestellt werden.

Weitere Kriterien bei der Beurteilung der Gebäude sind die Haltbarkeit, der Unterhaltsaufwand und die Reparaturfreundlichkeit sowie die Wiederverwendung. Kann die Haltbarkeit der herkömmlichen Konstruktionen im Stallbereich abgeschätzt werden, so liegen beim Einsatz von Folien als Eindeckungsmaterial noch keine Langzeiterfahrungen vor.

Bzgl. der Wiederverwendbarkeit haben die Bogenkonstruktionen durch ein Montagesystem über Schraubverbindungen den Vorteil, sehr leicht demontierbar zu sein. Hier wäre der Aufwand bei konventionellen Konstruktionen größer, bei denen eine Vielzahl von Bauelementen z. B. über Nagelverbindungen (Balkenschuhe o. ä.) hergestellt ist.

Neben den Kosten muss eine mögliche Ergänzung des Dachaufbaus z. B. mit einer Holzschalung, Dämm-Material bis hin zu einer extensiven Dachbegrünung wie bei Betrieb MV 5 zum Schutz vor Aufheizung der Dachflächenunterseite im Sommer bzw. Tauwasserbildung in der Übergangsjahreszeit berücksichtigt werden. Diese ist bei Modell I/3 auf Grund der Binder-Koppelpfetten-Konstruktion möglich. Bei Modell I/1a und I/1b ist dies auf Grund der Spannweite von 7,50 m zwischen den Pfetten nicht möglich. Bei I/1a und I/1b könnte eine Verbesserung des Wärmeschutzes nur durch eine selbsttragende Brettstapeldecke, die bei dieser Spannweite eingesetzt werden kann, erfolgen. Bei den gerechneten einhäusigen Stallbaulösungen ist dies bis auf III/3b (Folieneindeckung) möglich. Für die Auswirkung von zusätzlichem Dämm- bzw. Speicher material im Dachbereich auf eine langsamere Aufheizung der Stalllufttemperatur im Sommer vor allem bei niedrigen Gebäuden liegen derzeit noch keine Daten vor. Erste Messungen am extensiv begrünten Dach von Betrieb MV 5 haben im Tagesverlauf Temperaturunterschiede zwischen Dachober- und Unterseite zwischen 4 - 5 °C bei durchschnittlichen Temperaturen, an sehr heißen Tagen bis zu 8 - 9 °C ergeben. Die maximalen Temperaturen auf der Dachunterseite haben dabei ca. 30°C betragen. An Hand dieser Werte zeigt sich die puffernde Wirkung eines derartigen Dachaufbaus hinsichtlich des Wärmedurchgangs. Vergleichbare Werte, die z.B. bei Faserzement- bzw. Blecheindeckungen gemessen wurden, haben je nach Farbgebung und Ausrichtung der Dachfläche im Sommer Höchsttemperaturen an der Dachoberseite bis zu 66 °C ergeben. Diese Temperaturen setzen sich auf Grund der Wärmeleitfähigkeit der Eindeckungs materialien auf der Unterseite fort.

Ein Vergleich der Modelle bzgl. der Auswirkung auf das Stallklima (Querlüftung bzw. Trauf - Firstlüftung) ist noch erforderlich. Bzgl. der Bewitterung ist im Hinblick auf den Tierkomfort eine mögliche Beeinträchtigung vor allem des Liegebereichs zu beachten. Eine Durchfeuchtung bzw. ein Verschneien der Liegeboxen darf nicht erfolgen, da dies die Gesundheit der Tiere gefährden würde bzw. die Liegeboxen in dieser Zeit nicht belegt werden. Bei den einhäusigen Stallanlagen treten diese Probleme in der Regel nicht auf. Ein besonderes Augenmerk ist in diesem Zusammenhang auf die mehrhäusigen Lösungen zu richten, da hier bei nicht ausreichenden Dachüberständen bzw. Vordächern eine Bewitterung der Liegeflächen möglich ist. Hier ist eine besondere Sorgfalt bei der Planung der Überdachungen notwendig.

Die Diskussion um die Beeinträchtigung des Futters durch Besonnung und Bewitterung wird sehr kontrovers geführt. Einige Landwirte sehen in einem ungeschützten Futtertischbereich Probleme mit dem Erhalt der Futterqualität. Von anderer Seite wird hier wiederum mit der Häufigkeit der Futtevorlage, der von den Tieren aufgenommenen Menge und damit verbundenen tatsächlichen Lagerzeit am Futtertisch argumentiert, die bei entsprechendem Management eine Qualitätsminderung ausschließen kann. Bei den Stallmodellen ist diese Frage insofern berücksichtigt worden, als dass auch bei den Modellen I/1 - 3 eine vollständige Überdachung des Futtertisches im Planungskonzept vorgesehen ist, wenngleich sich hier in der Praxis einfachere Lösungen finden. Abgesehen davon, dass ein derartig ausgeführter Futtertisch eine künftige Erweiterung auf der anderen Seite ohne zusätzlichen baulichen Aufwand ermöglicht. Grundsätzlich besteht bzgl. der Beeinflussung des Futters durch Bewitterung bzw. Besonnung noch Untersuchungsbedarf, da die Futterqualität von den Landwirten als Argument für die Notwendigkeit kostenaufwändigerer Baulösungen mit innenliegendem Futtertisch herangezogen wird.

Der offene Laufgang wird bei den mehrhäusigen Stallanlagen wegen des direkten Klimareizes von den Tieren sehr gut angenommen (KECK, 2004). Grundsätzlich kann es durch die Außenklimaverhältnisse bei allen Anlagen während längerer Kälteperioden zum Einfrieren des Kot-Harngemisches auf den Laufflächen kommen. Ein zusätzlicher Eintrag von Schnee über die Dachöffnungen wird bei den mehrhäusigen Stallanlagen nicht als großes Problem gesehen. Je nach anfallender Menge kann hier über die Entmistungshäufigkeit und die Art der Entmistung (mechanisch/mobil) reagiert werden.

Im Hinblick auf die künftige Betriebsentwicklung ist die Erweiterbarkeit der Anlage sehr wichtig. Die Modelle I/1 - 3 bieten dabei den größten Spielraum, da die einzelnen Module sowohl in Längsrichtung als auch seitlich durch Ergänzung mit gleichen Einheiten erweitert werden können. Dabei ist darauf zu achten, dass der Gesamteindruck der Stallanlage nicht durch eine Vielzahl unterschiedlicher Dachkonstruktionen beeinträchtigt wird, die zu einem späteren Zeitpunkt ergänzt werden. Bzgl. des Kriteriums der Umnutzung bietet zunächst eine stützenfreie Standardhalle für den Landwirt den größten Spielraum. Ist eine spätere Nutzung als Lagerhalle oder Maschinenhalle geplant, dann sind unter diesem Gesichtspunkt die Modelle I und II weniger flexibel. Zusätzlich zu den Stützen in den Gebäuden wird bei den Modellen I eine neue Nutzung dieser Art noch durch die aufgelöste Dachkonstruktion beeinträchtigt. Bei Änderung der gehaltenen Tierart eignen sich die mehrhäusigen Ställe dagegen ohne große Einschränkung. Aus diesem Grund erfolgt die Bewertung je nach Umnutzungsziel mit „+“ bzw. „-“. Abgesehen von der Struktur des Tragwerkes ist für eine Umnutzung die Gestaltung der Bodenplatte sehr wichtig. Hochdifferenzierte Systeme mit großen Niveauunterschieden oder aufwändiger Gülleableitung sind hier in der Regel weniger flexibler als weitgehend ebene, planbefestigte Flächen.

Durch die geringe Breite der Baukörper können die Modelle I/1 - 3 sehr gut dem Verlauf des Geländes angepasst werden (Abb. 13).

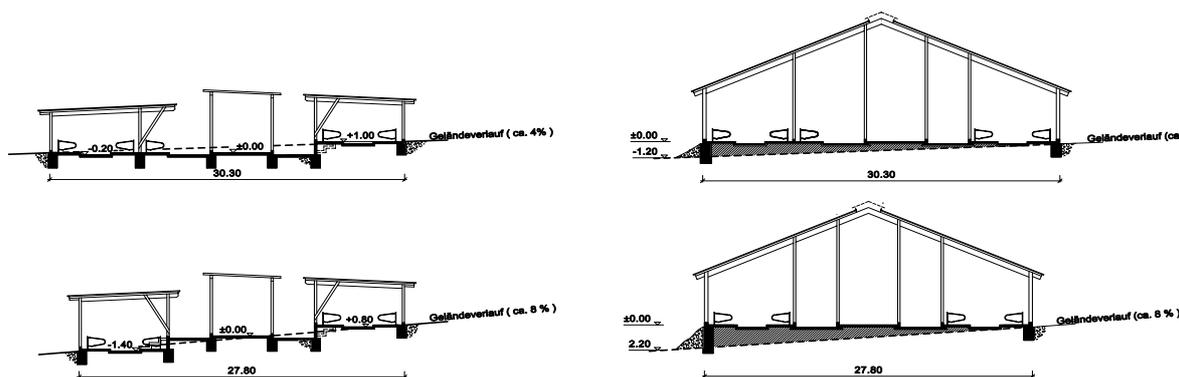


Abb. 13: Vergleich der Einpassung unterschiedlicher Stalltypen in das Gelände

Bei den untersuchten Stallmodellen mit 3 Liegeboxenreihen ist die Integration in einen Hang mit einer Neigung von 4 % ohne größere Abgrabungen bzw. Aufschüttungen möglich. Die Tiere können sich dabei zwischen den versetzten Funktionsflächen über Stufen in den Übergangsbereichen zwischen den Liegeboxen bewegen. Bei den einhäusigen Lösungen liegt dagegen bei dieser Hangneigung das Volumen für eine Aufschüttung bei ca. 650 m<sup>3</sup> (ca. 9.500 €). Wird die Anzahl der Liegeboxen auf 2 Reihen bei ca. 27,80 m Gebäudebreite reduziert, dann lassen sich mit mehrhäusigen Stallanlagen Höhenunterschiede von bis zu 2,20 m realisieren. Dies entspricht einer Hangneigung von ca. 8 %. Das Volumen für eine Aufschüttung würde sich hier bei einer einhäusigen Lösung auf ca. 1.000 m<sup>3</sup> (ca. 14.000 €) erhöhen. Darüber hinaus lassen sich die Anlagen auf Grund der kleineren Bauvolumen sehr gut in das Landschaftsbild einfügen.

Das Verfahren einer differenzierten Kostenermittlung ermöglicht neben dem Vergleich unterschiedlicher Konstruktionsweisen mit gleichem Standard in der Ausführung von Dach und Wand eine systematische Ergänzung durch weitere Ausstattungen (z. B. Wand- und Dachmaterial, Lichtfirst). Eine Aufschlüsselung nach Gewerken und Bauteilen ermöglicht es, Optimierungspotenziale darzustellen. So werden bei einem Anteil der Bodenplatte mit Bewehrung von 60 - 80 % an den Rohbaukosten noch hohe Einsparpotenziale in der Frage der Berechnung und Ausführung dieses Bauteils gesehen. Die derzeit praktizierte Berechnung der Bodenplatten auf Begrenzung der Rissbreiten nach DIN 1045-1 ist dabei in Abstimmung mit Vertretern der Betonindustrie, Statikern und Wasserwirtschaft zu prüfen. Darüber hinaus lassen sich, ausgehend von einer Erstellung des Bauvorhabens ausschließlich durch die ausführenden Firmen, Einsparpotenziale für einzelne Gewerke durch Eigenleistung von Seiten des Landwirtes in abgrenzbaren Leistungseinheiten darstellen.

### 3 Anordnungsweisen von Melkhäusern

In Milchviehställen nimmt der Melkstand mit Nebenräumen (Milchlagerraum, Technikraum, Büro) eine zentrale Stellung ein. In den Musterplanungen wurde darüber hinaus eine WC-Einheit vorgesehen. Es wird auch vermehrt auf einen zusätzlichen beheizbaren Behandlungsraum mit einer entsprechenden Ausstattung für tiermedizinische Eingriffe hingewiesen, der bereits vereinzelt auf Betrieben umgesetzt worden ist (s. MV 2/MV 9). Ausstattung und Flächen für Melkstände und Nebenräume werden umfassend in der Literatur beschrieben (ALB-Arbeitsblatt Melkstände, 2005 und Milchräume, 2005) und werden im Rahmen dieser Arbeit nicht dargestellt. Die im Rahmen dieses Projektes erarbeiteten

Grundrisslösungen sind gleichfalls dem ALB-Arbeitsblatt Anordnungsweisen von Melkhäusern (2006) zu Grunde gelegt.

### 3.1 Grundlagen bei der Planung von Melkhäusern

Bei der Planung des Melkstands ist zunächst die Art und Größe eine wichtige Entscheidung. Einzelne Melkstandtypen werden im Rahmen dieser Arbeit nicht bewertet. Für die Musterplanungen wurde ein auf 2 x 6 Standplätze ausgelegter Fischgrätenmelkstand für einen Tierbestand von 50 - 80 Stück Milchvieh zu Grunde gelegt. Diese Größenordnung hat sich in bayerischen Betrieben im Hinblick auf die Leistungsanforderung an den melkenden Landwirt bewährt (STEIDLE, 2006). Der Fischgrätenmelkstand ist auf Grund arbeitswirtschaftlicher Vorteile die in Bayern mit 75 % (LKV, 2005) am meisten verbreitete Melkstandform. Eine frühzeitige Entscheidung für einen Hersteller ist notwendig, da die Abmessungen nicht standardisiert sind und für die Planung des Rohbaus bekannt sein müssen. Hinsichtlich einer möglichen Erweiterung sind ggf. bereits in der ersten Ausbaustufe Vorkehrungen zu treffen, um hohe Kosten durch Eingriffe in die Baustruktur im Zuge von Umbaumaßnahmen zu einem späteren Zeitpunkt zu vermeiden. Ein Aspekt zur Verbesserung der Qualität am Arbeitsplatz ist ein ebenerdiger Zugang zur Melkergrube. Voraussetzung dafür ist ein kreuzungsfreier Personen- und Tierverkehr. Das bedeutet zum einen, dass der Rücklauf der Tiere nach dem Melken nicht über einen einseitigen Austrieb erfolgen kann. Um das Problem des tieferliegenden Bodenniveaus nicht innerhalb des Melkhauses zu verlagern, muss zum anderen der Höhenunterschied zwischen Melkgrube und Standplatz der Tiere über einen ansteigenden Wartebereich (max. Gefälle  $\leq 8\%$ ) bewältigt werden. Abgesehen von der Frage der Umtriebsmöglichkeiten lässt sich dieses Detail bei integrierten bzw. seitlich liegenden Melkhäusern nur sehr schwer lösen.

Für den Milchlagerraum spielen 2 Kriterien eine wichtige Rolle. Zum einen ist auf Grund einer möglichen Keimbelastung der Milch ein direkter Zugang aus dem Stall auszuschließen. Auch wenn hierzu im Rahmen der Milchhygieneverordnung vom 29. April 2004 noch keine weiteren Aussagen getroffen werden, wird dies im Hinblick auf eine Verminderung der Keimzahl empfohlen. Zum anderen spielt die Erreichbarkeit bei der Abholung durch den Milchsammelwagen eine wichtige Rolle. Die Lage ist zunächst abhängig von den räumlichen Gegebenheiten des Betriebes, muss aber so gewählt werden, dass ein Rückwärtsfahren beim Rangieren nicht notwendig ist. Im Hinblick auf ein Aufheizen des Raumes im Sommer ist die günstigste Lage für den Milchlagerraum die Nordseite der Stallanlage. Zum Technikraum kann eine direkte Verbindung bestehen. Dieser sollte wiederum in der Nähe des Melkstandes liegen. Das Büro sollte gleichfalls in der Nähe des Melkstandes liegen, um eine schnelle Erreichbarkeit zu gewährleisten. Die Erschließung weiterer Räume vom Büro aus sollte im Hinblick auf eine stärkere Verunreinigung ausgeschlossen werden.

Vor dem Melkstand hat sich ein Wartebereich bewährt, wobei dieser bisher noch nicht bei allen Neubaumaßnahmen umgesetzt wird. Mit zunehmender Herdengröße erhöhen sich die Wartezeiten für die Tiere vor dem Zutritt in den Melkstand. Wird in herkömmlicher Weise über die Laufgänge zugetrieben, kann es zum Abliegen der Tiere in die Liegeboxen kommen. Dies bedeutet einen entsprechenden Zeitverlust und damit Mehraufwand für den Landwirt, der die Melkarbeit unterbrechen und den Melkstand verlassen muss, um die Tiere auf- und nachzutreiben. Bei einem vorhandenen Wartebereich kann die zu melkende Gruppe vor dem Melken durch den Landwirt kontrolliert in den Wartebereich eingetrieben werden und anschließend mit dem Melkbetrieb begonnen werden. Von daher ist es rentabel, bereits beim integrierten Melkhaus einen Wartebereich vorzusehen, auch wenn dies

Mehrkosten für die zusätzliche Bodenplatte und Überdachung verursacht (s. Kap. 3.3/ Abb. 20). Für eine Ausrichtung der Tiere auf die Eintriebstore hat sich ein rechteckiger Grundriss bewährt. Die Fläche für den Wartebereich liegt zwischen 1,4 - 2,0 m<sup>2</sup>/Tier. Den im Rahmen dieser Arbeit geplanten Wartebereichen liegt eine Flächenannahme von 1,6 m<sup>2</sup>/Tier zu Grunde, wobei die gesamte zu melkende Gruppe ohne Abzug der Standplätze im Melkstand gerechnet wurde. Bei der Planung ist darüber hinaus zur Optimierung des Melkbetriebs ein gerader Eintrieb vom Wartebereich aus wesentlich. Ein längerer Rücklauf zum Futtertisch wird von den Tieren durchaus bewältigt, birgt allerdings das Risiko, dass vereinzelt Tiere stehen bleiben und so die nachfolgenden Tiere am Weitergehen hindern und den Rücklauf verzögern.

Im Hinblick auf die Bewältigung des Melkbetriebs durch 1 Arbeitskraft ist eine entsprechende Grundausstattung notwendig. Neben einer direkten technischen Unterstützung vor dem Melken (Nachtreibeeinrichtung im Wartebereich), beim Melken (Stimulation, Nachmelkautomatik, Servicearm etc.) stellt sich vermehrt die Frage nach einer automatischen Selektionsmöglichkeit über eine elektronische Tiererkennung. Durch die fortschreitende Entwicklung der Sensorik zur Erfassung der Tiergesundheit werden dem Landwirt beim Melken immer früher Abweichungen beim einzelnen Tier mitgeteilt. Sind die Vorkehrungen zu einer einfach durchführbaren Selektion vorhanden, so können zeitnah und ohne großen Aufwand betroffene Kühe von der Herde abgetrennt werden. Bauliche Voraussetzungen für die Möglichkeit der Selektion sind zum einen die Anordnung und Erschließung der entsprechenden Funktionsflächen sowie notwendige Wegelängen zwischen Austrieb und Selektionsbereich, die ein sicheres Erkennen der Tiere durch die Empfangstechnik gewährleisten.

Um den Bedarf zu ermitteln, wurde u. a. die Anzahl der Selektionsvorgänge in einem Milchviehlaufstall (Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum der LfL in Achselschwang) im Zeitraum von Januar 2005 bis März 2006 erhoben. In diesem Zeitraum wurden für einen Tierbestand von 160 Tieren ca. 2.440 Selektionsvorgänge (durchschnittlich ca. 5,6 Tiere bzw. 3,5 % pro Tag) über ein automatisches Selektionstor vom Melkstand aus durchgeführt. Eine Vergleichserhebung auf Betrieb MV 2 mit eigenem Separationsbereich zeigte die gleichen Werte. Der Grund für ein Separieren der Tiere liegt in der Durchführung von Besamungen, Behandlungen und Untersuchungen sowie Trockenstellen und Klauenpflege. Bei der Planung der notwendigen Anzahl an Tierplätzen ist in Folge dessen je nach Bestandgröße eine Anzahl von 3 - 5 % Selektionsbuchten vorzusehen.

Leitgedanke bei der Planung des Selektionsbereichs ist eine Gestaltung in Anlehnung an das gewohnte Umfeld, um den Stress, dem die Tiere unweigerlich bei der Trennung von der Herde unterliegen, zu reduzieren. Zu beachten ist die gleiche Liegeflächengestaltung wie im übrigen Stall, die Installation von Tränken und ein direkter Zugang zum Futtertisch. Um den Arbeitsaufwand für die Liegeflächenpflege und die Entmistung zu optimieren, sollte eine Zuordnung zu den bestehenden Funktionsachsen des Stalles erfolgen.

Für den Abkalbbereich wird empfohlen, nach jeder Abkalbung die Einstreu zu erneuern. Daraus ergibt sich zur Optimierung der Arbeitswirtschaft die Lage am Ende des Stalls oder Melkhauses, um zum Entmisten einfahren zu können. Beim integrierten Melkhaus wird der Abkalbbereich in Folge dessen häufig am gegenüberliegenden Ende des Stalls eingerichtet. Nachteil dieser Lage ist vor allem die Entfernung zum Melkhaus, die eine kontinuierliche Beobachtung erschwert. Empfohlen wird die Nähe zum Melkhaus möglichst mit Einsehbarkeit vom Büro aus. Darüber hinaus muss zumindest Sichtkontakt zur Herde gegeben sein, um die Tiere keinem zu hohen Stress durch die Trennung auszusetzen. Der Flächenbedarf liegt bei 16 m<sup>2</sup> für das erste und 10 m<sup>2</sup> für jedes weitere Tier. Bei

nicht saisonaler Abkalbung besteht ein Bedarf von einer Bucht je 20 - 25 Tieren/Herde. Soll dieser Bereich mechanisch entmistet werden, dann besteht bei automatisch gesteuerter Schieberentmistung die Gefahr, dass ein in der Schieberbahn liegendes Kalb mitgenommen wird. Dies kann nur durch manuelle Steuerung bei gleichzeitiger Einsehbarkeit des Abkalbbereichs gelöst werden.

### 3.2 Modellplanungen für unterschiedliche Anordnungsweisen bei Melkhäusern

Diese Planungsgrundsätze liegen folgenden Beispielen zu Grunde, die im Hinblick auf unterschiedliche Anordnungsweisen für Melkhäuser erarbeitet worden sind (Abb. 14). Unterschieden wird zwischen integriertem Melkhaus (Melkhaus im Stall), seitlichem Melkhaus (Melkhaus seitlich entlang der Außenwand) und separatem Melkhaus (Melkhaus als getrennt vom Stall stehendes Gebäude).

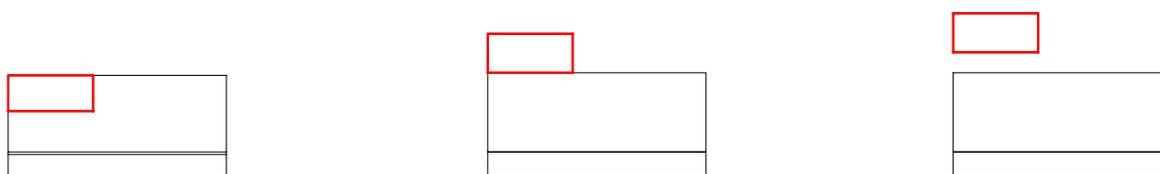


Abb. 14: Schemaskizzen für die Anordnungsweisen integriertes, seitliches und separates Melkhaus

#### 3.2.1 Integriertes Melkhaus

Die Vorteile eines integrierten Melkhäusers (Abb. 15) liegen in der klaren Trennung der Funktionsbereiche Liegehalle, Wartebereich, Melken und Separation bzw. Abkalben.

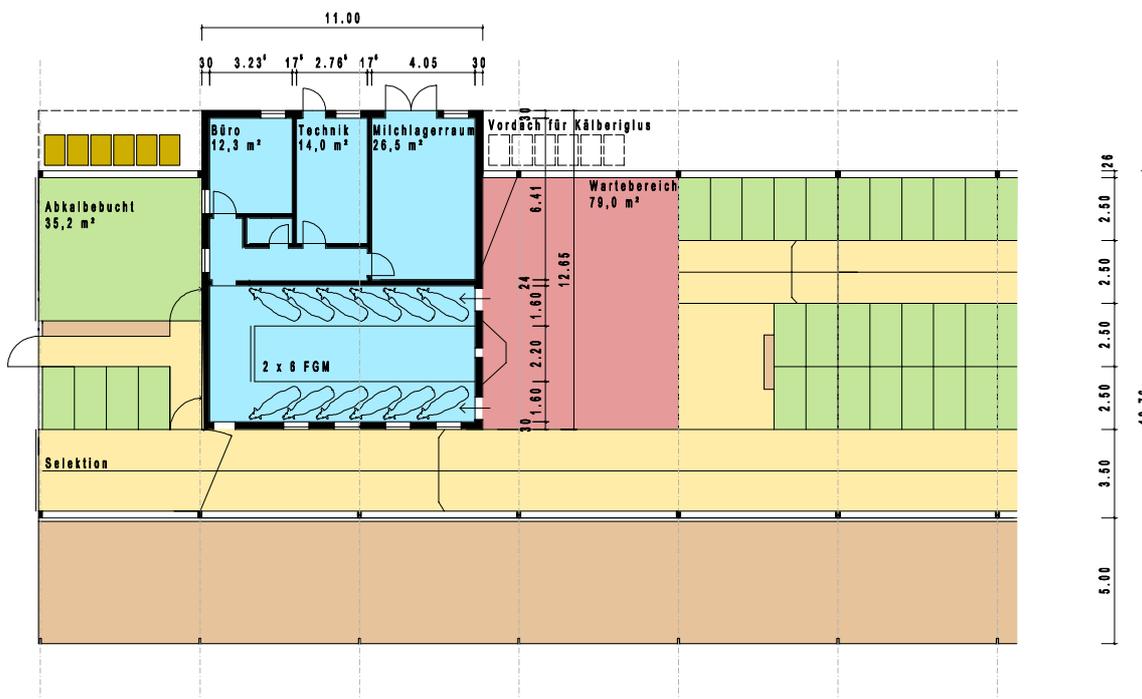


Abb. 15: Grundriss für ein integriertes Melkhaus mit 2 x 6er Fischgrätenmelkstand, Wartebereich und separatem Selektions- und Abkalbbereich

Der Futtertisch ist für die Tiere nach dem Austrieb aus dem Melkhaus auf kurzem Weg erreichbar. Allerdings ist hier keine automatische Selektion möglich, da der Weg, den die Tiere nach dem Austrieb zurücklegen, zu kurz ist, um eine sichere Tiererkennung zu ermöglichen. Der Selektionsvorgang kann nur manuell durch eine zusätzliche Person über ein entsprechendes Schwenktor durchgeführt werden. Das Fressplatz-Tierverhältnis liegt im Gebäude bei 1 : 1 auf Grund der zusätzlichen Fressplätze vor dem Wartebereich und Melkhaus. Die oben beschriebenen Kriterien für die Lage, Erschließung und Zuordnung der Funktionsräume und -flächen sind erfüllt. Für den Fall einer geplanten Erweiterung des Melkhauses muss diese bereits im Vorfeld bei der Planung und beim Bau der Anlage berücksichtigt werden, da bei dieser Anordnungsweise eine große Abhängigkeit zwischen den Tragwerken der Halle und des Melkhauses besteht. Eine Beeinträchtigung der freien Lüftung im Liegebereich findet nicht statt. Von Nachteil ist bei dieser Lösung die Unterbrechung der hinteren Schieberachse, die eine Montage der Technik im Tierbereich erforderlich macht sowie die eingeschränkte Erweiterbarkeit der Liegehalle in nur eine Richtung. Bei einer begrenzten Baufläche am Standort kann dieser Aspekt allerdings auch keine Rolle spielen, wenn sowieso keine Flächen für eine Erweiterung in beide Richtungen zur Verfügung stehen.

### 3.2.2 Seitliches Melkhaus

Die Vorteile eines seitlichen Melkhauses (Abb. 16) liegen in der möglichen Erweiterbarkeit des Stalles nach 2 Richtungen. Das Fressplatz-Tierverhältnis liegt im Gebäude bei 1 : 1,4, da hier die Flächen vor dem Melkhaus und Wartebereich entfallen.

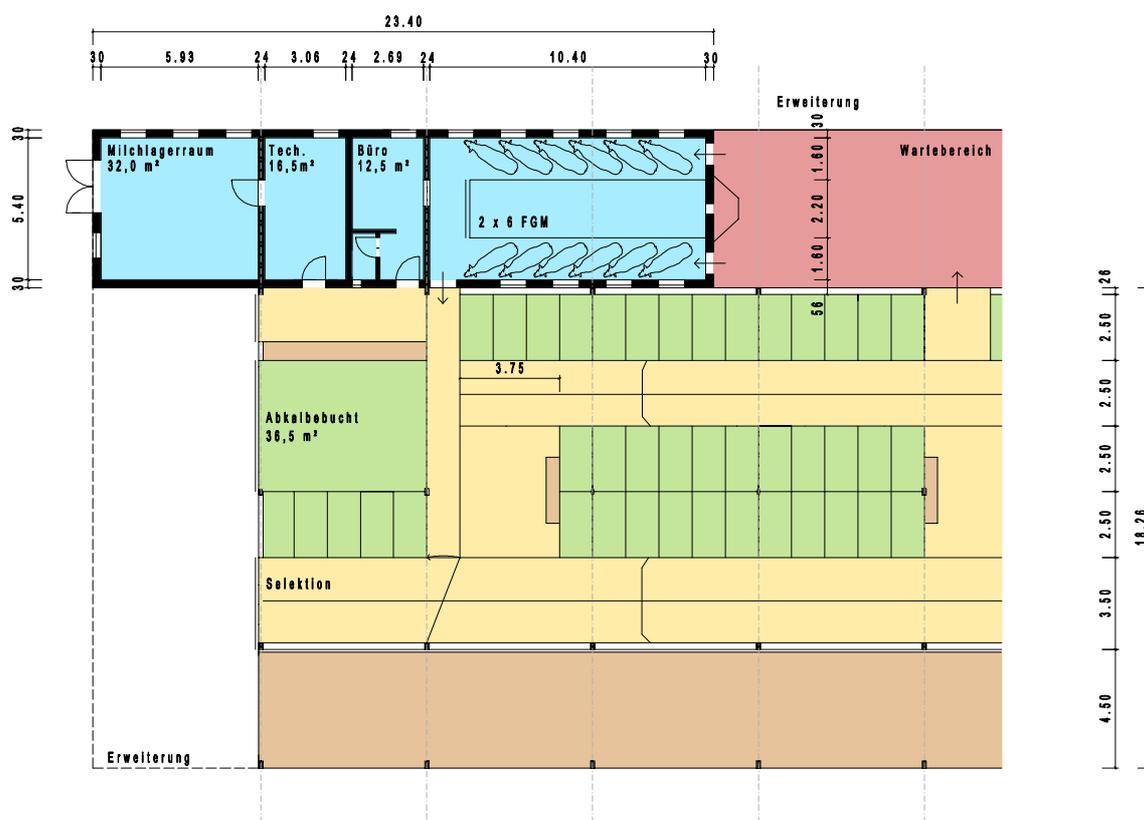


Abb. 16: Grundriss für ein seitliches Melkhaus mit 2 x 6er Fischgrätenmelkstand, Wartebereich und separatem Selektions- und Abkalbebereich

Ein Verhältnis von 1 : 1 kann durch Verlängerung des Futtertisches außerhalb des Gebäudes erfolgen. Auf Grund der Wegstrecke zwischen Austrieb und Futtertisch ist bei dieser Anordnung eine automatische Selektion der Tiere möglich. Die oben beschriebenen Kriterien für die Lage, Erschließung und Zuordnung der Funktionsräume und -flächen sind erfüllt. Eine Erweiterung des Melkhauses ist mit einem geringeren Eingriff verbunden, da das Tragwerk der Halle nicht betroffen ist. Von Nachteil bei dieser Lösung ist auch hier die Unterbrechung der hinteren Schieberachse durch den Abkalbebereich, wobei eine Montage der Antriebseinheit außerhalb des Stalls mit einer verdeckten Seilführung im Bereich der Abkalbebox möglich ist. Konstruktive Schwierigkeiten treten häufig in der Praxis bei der baulichen Ausführung des Übergangs zwischen Stallgebäude und Melkhaus auf. Da der Verschneidungsbereich der beiden Tragwerke bei der Ausführung an den Handwerker sehr hohe Ansprüche stellt und das Melkhaus häufig mit einem hohen Eigenleistungsanteil erstellt wird, erfolgt die Ausführung dieses Bereichs ohne planerische Vorüberlegung häufig nicht fachgerecht bzw. mit erheblichen Baumängeln.

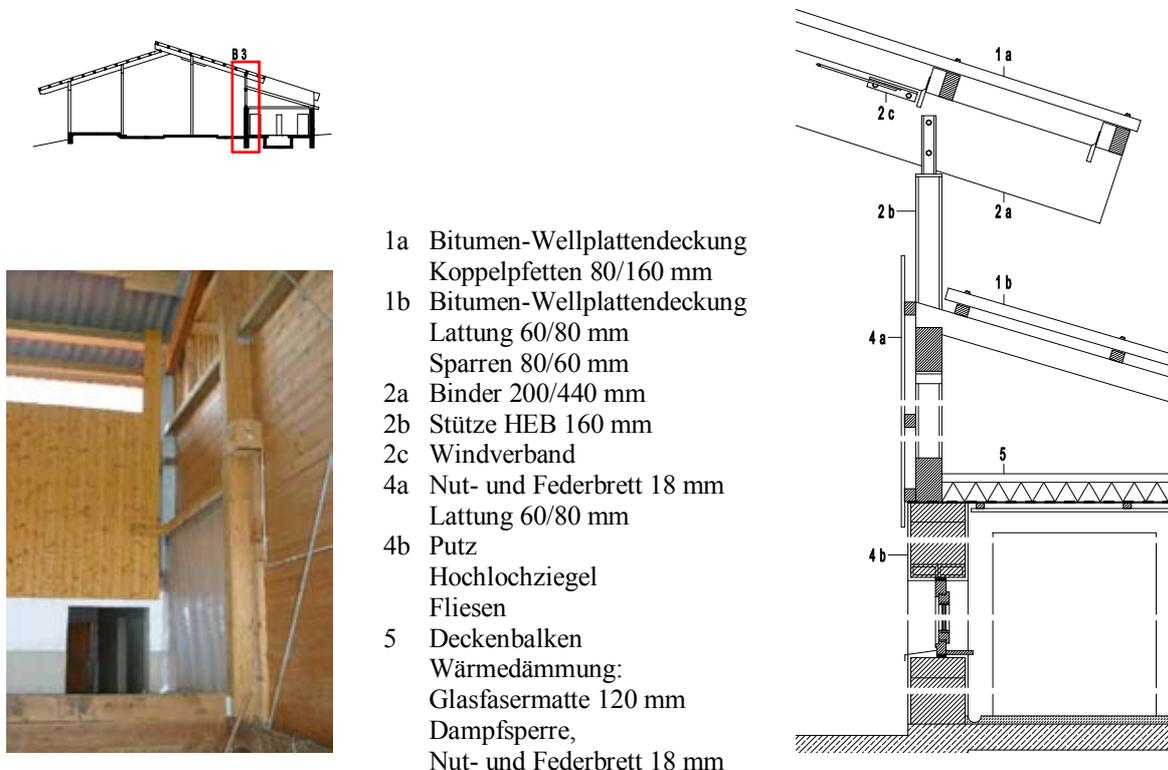


Abb. 17: Analyse des Wandaufbaus zwischen Stallgebäude und Melkhaus mit Mängeln in der baulich-technischen Ausführung

An Hand eines Beispiels können die Folgen der seitlichen Anordnung gezeigt werden (Abb. 17). Bei den Tragkonstruktionen findet keine Trennung zwischen den Stützen des Hallendaches und der gemauerten Wand des Melkhauses statt. In Folge dieser Überlagerung ergeben sich Probleme bei der Ausführung der Anschlusspunkte, Materialien mit unterschiedlichem Ausdehnungsverhalten führen zu schadhafte Oberflächen, in die wiederum Feuchtigkeit eindringen kann, in die Wand einbindende Stahlteile bilden Wärmebrücken, an denen es zur Kondensation und damit Schimmelbildung kommen kann. Für die Ausbildung des Tragwerks der Halle und die Überdachung des Melkhauses kommen

unterschiedliche Materialien und Konstruktionsweisen zum Einsatz. Der obere Abschluss der Melkstandüberdachung ist so ausgeführt, dass eine Bewitterung der darunter liegenden Konstruktion nicht ausgeschlossen werden kann. Neben den Problemen der baulich-technischen Ausführung wird die Wandöffnungsfläche über die gesamte Länge des Melkhauses verringert und damit der freie Luftwechsel im Tierbereich beeinträchtigt.

Eine gute Lösung für den Anbau eines seitlichen Melkhauses zeigt Betrieb MV 14 (Abb. 18). Hier bleibt die Konstruktion des Tragwerks für die Liegehalle unverändert, die Stützen verlaufen durchgehend bis auf die Bodenplatte. Die Konstruktion der Melkhausüberdachung ist in gleicher Weise wie die Liegehalle ausgeführt.

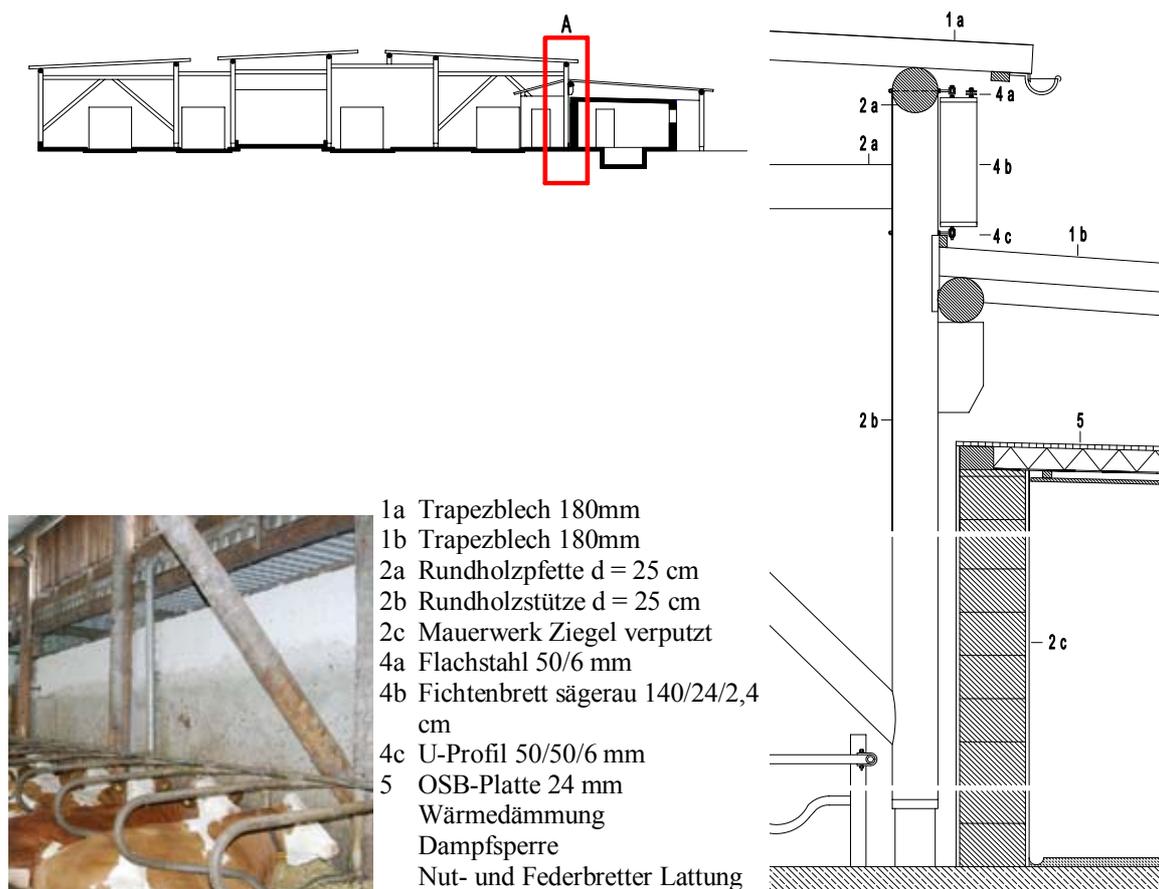


Abb. 18: Analyse des Anschlussbereichs zwischen Stallgebäude und Melkhaus am Betrieb MV 14

Tragwand und gedämmte Decke des Melkhauses sind davon abgesetzt und sind unter die Überdachung so eingeschoben, dass keine Verschneidungs- und komplizierten Anschlusspunkte entstehen. Die Verringerung der Wandöffnung und damit Beeinträchtigung der Lüftung in Folge des seitlichen Melkhauses ist auch bei dieser Lösung gegeben.

### 3.2.3 Separates Melkhaus

Durch die Trennung von Liegehalle und Melkhaus erhält man eine Stallanlage, die in ihren Hauptfunktionsachsen klar gegliedert ist (Abb. 19). Eine Gruppeneinteilung ist möglich, wobei die Zuordnung von Melkhaus und Stall dem Umtrieb angepasst werden kann. Die arbeitswirtschaftlich intensiven Bereiche (Warte/Nachwartebereich, Abkalben) werden zusammengefasst. Die Funktionsachsen im Stall werden damit durch keinen Sonderbereich (Abkalben) mit einem anderen Entmistungssystem gestört. Bei sehr großen Anla-

gen kann auch der Selektionsbereich aus dem Stall herausgenommen und dem Melkhaus zugeordnet werden. Der Stall ist ohne Umbauten in 2 Richtungen erweiterbar bzw. kann im Gegensatz zum seitlich liegenden Melkhaus durch eine weitere Außenliegeboxenreihe ergänzt werden (s. Betrieb MV 9). Sind die Bauflächen vorhanden, dann kann bei entsprechender Erschließung und Ausstattung (seitlicher Schnellaustrieb) des Melkstands die Anlage durch Spiegelung verdoppelt werden. Durch die Länge des Rücktriebweges ist eine automatische Selektion möglich. Wird eine Gruppenfütterung angestrebt, dann kann dies über einen Rücklauf neben dem Melkhaus zur Stallmitte hin und von dort aus durch Teilung der Tiere in 2 Gruppen erfolgen. Das Fressplatz-Tierverhältnis liegt im Gebäude bei 1 : 1,4, eine Erhöhung auf 1 : 1 wird durch Verlängerung des Futtertisches außerhalb des Gebäudes erreicht.

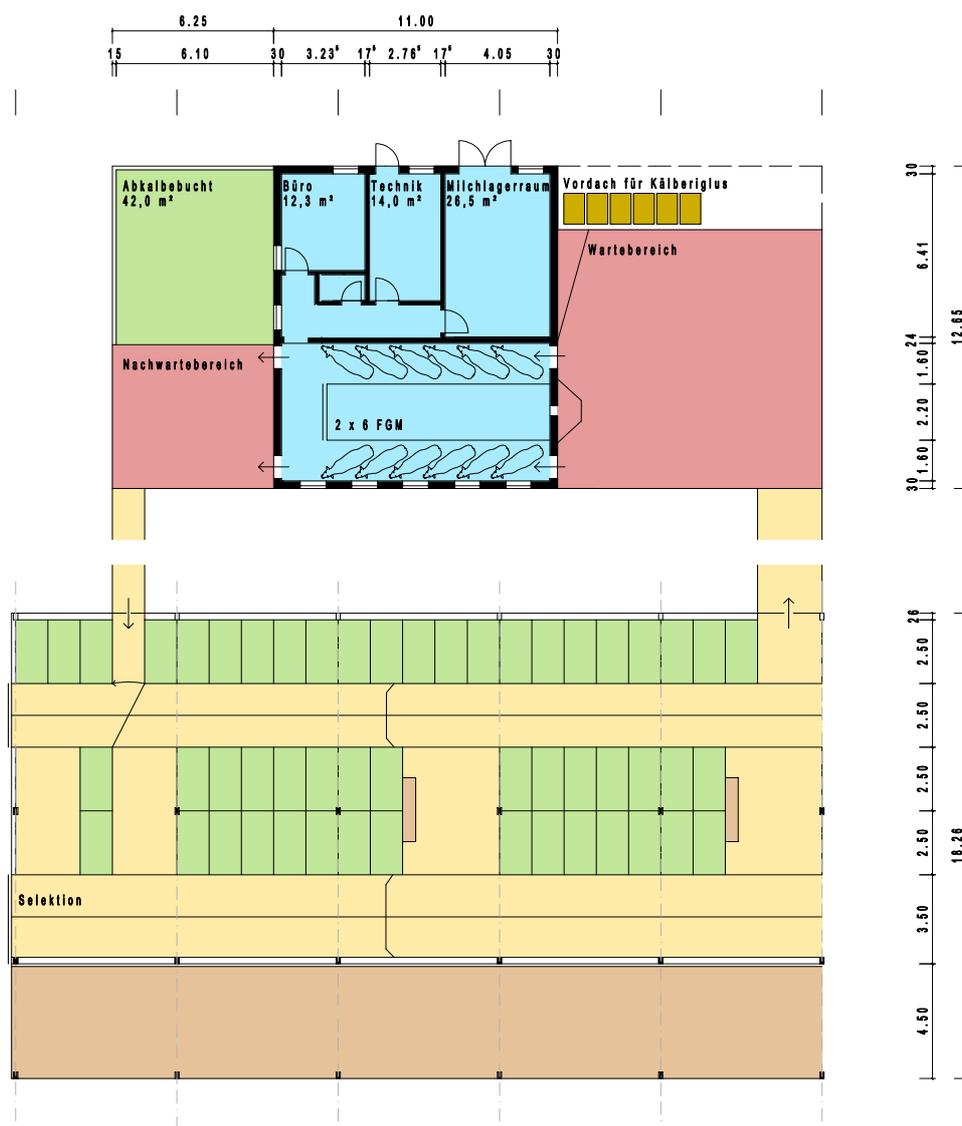


Abb. 19: Grundriss für ein separates Melkhaus mit 2 x 6er Fischgrätenmelkstand, Wart- und Nachwartebereich und separatem Selektions- und Abkalbebereich

Bei der separaten Anordnung des Melkhauses ist im Gegensatz zur seitlichen eine große Vielfalt von Grundrisslösungen möglich, da die Zuordnung von Melkstand und Funktionsräumen sehr frei gestaltet werden kann. Die Ausstattung des Melkstands mit einem

Schnellaustrieb ist im Gegensatz zur seitlichen Anordnung uneingeschränkt möglich, da die Gebäudebreite und in Abhängigkeit dazu die Firsthöhe unabhängig vom Stall gestaltet werden können. Beim seitlichen Melkhaus ist dies nicht möglich, da die oben dargestellte Verringerung des Lüftungsquerschnittes mit der Höhe des Firstes einhergeht, es sei denn, die Überdachung des Melkhauses wird als Flachdach ausgeführt.

Neben den Auswirkungen auf die Gebäudebreite und -höhe ermöglicht ein Schnellaustrieb einen ebenerdigen Zugang zur Melkgrube, da der Tierumtrieb über einen ansteigenden Wartebereich (Gefälle  $\leq 8\%$ ) erfolgen kann. Die Erweiterbarkeit ist gegeben, da das Melkhaus vollkommen unabhängig von der Stallhülle geplant und verändert werden kann. Durch den Abstand zwischen Stall und Melkhaus, der sich zunächst aus den geforderten Abständen des Brandschutzes gem. Länderbauordnung (z. B. BayBO/Art. 29) ergibt, entsteht im Gegensatz zur seitlichen Anordnung keine Beeinträchtigung der Lüftung des Stallgebäudes

### 3.3 Kosten für unterschiedliche Anordnungsweisen

In der Literatur wird für separate Melkhäuser auf Mehrkosten in z.T. erheblicher Höhe (BAUBRIEFE LANDWIRTSCHAFT 2004) hingewiesen. Um dies zu prüfen, wurden die oben dargestellten Grundrissvarianten für eine eigene Kostenerhebung zu Grunde gelegt. Die Fläche, die für ein Melkhaus dieser Größenordnung mit Melkstand und Nebenräumen benötigt wird, liegt bei ca. 140 m<sup>2</sup>. Dabei ist das Raumprogramm und damit die Ausstattung für alle 3 Varianten nahezu gleich. Das bedeutet, dass die Gründung, Bodenplatte, aufgehende Wände außen und innen, Wandöffnungen mit Türen und Fenstern bis hin zur Dach-eindeckung bei allen Melkhäusern annähernd identisch ausgeführt werden. Da sich die bauphysikalischen Anforderungen sowohl für das innenliegende, seitliche als auch separate Melkhaus wegen der Konzeption der Ställe als Außenklimastall nicht unterscheiden, ergeben sich die gleichen Anforderungen an Wand und Dach bzgl. des Wärmeschutzes und damit für die Wärmedämmeigenschaften der Materialien sowie die Ausführung der Dämmung. Für alle 3 Melkhausvarianten wurde über eine eigene Kostenermittlung der Investitionsbedarf für die Kostengruppe (KGR) 300 „Gebäude – Baukonstruktion“ ermittelt (Abb. 20). Dieser liegt bei einem innenliegenden Melkhaus für die Gewerke Rohbau und Ausbau ohne Dachkonstruktion und Eindeckung bei reiner Fremdleistung in der Größenordnung von ca. 55.600 € (ca. 397 €/m<sup>2</sup>) bzw. bei einem seitlichen sowie separaten Melkhaus im Schnitt bei 54.500 € (ca. 389 €/m<sup>2</sup>). Unterschiedliche Details wie ein größerer Außenwandanteil bzw. mehr Fenster im Melkstandbereich bei der seitlichen Anordnung werden durch mehr Innenwand-, Fliesen- und Putzflächen beim integrierten bzw. separaten Melkhaus ausgeglichen, so dass trotz separater Kostenermittlung nur eine Kostendifferenz von ca. 1.100 € festgestellt werden konnte. Der eigentliche Unterschied liegt in der Ausführung des Dachtragwerkes, das beim integrierten Melkhaus durch die Konstruktion des übrigen Stallgebäudes gebildet wird, beim seitlichen oder separaten Melkhaus meist durch eine eigene Zimmermannskonstruktion. Auf der Grundlage der o.g. Kostenkennwerte, die sich aus dem Schnittpreis der eingeholten Firmenangebote errechnen lassen, kann bei einer Tragkonstruktion gem. Modell II von Kosten in der Höhe 42 €/m<sup>2</sup> (ohne Eindeckung) ausgegangen werden. Für einen einfachen Dachstuhl als Zimmermannskonstruktion ergibt sich auf der Grundlage von Kostendatensammlungen (DBD, SIRADOS) ein Kennwert in der Höhe von 35 €/m<sup>2</sup> (ohne Eindeckung). In Summe ergibt sich für das Melkhaus bei der angenommenen Bruttogrundfläche (ca. 140m<sup>2</sup>) gem. DIN 277 eine Differenz von ca. 3.000 € zwischen den unterschiedlichen Anordnungsweisen. Bei der Lösung mit integriertem Melkhaus kommen noch ca. 100m<sup>2</sup> Tragwerk mit Eindeckung für den überdachten Wartepplatz hinzu, die Kosten in der Höhe von ca. 5.900 € bei den ermit-

telten 42 €/m<sup>2</sup> verursachen. Bei den Lösungen mit seitlichem bzw. separatem Melkhaus liegt es an der Entscheidung des Landwirtes, ob er den Wartepplatz überdachen will. Die separate Anordnung verursacht gegenüber der integrierten bzw. seitlichen Anordnung zusätzliche Kosten durch die Zutriebs- und Rücktriebswege mit einer Fläche von ca. 22 m<sup>2</sup> in einer Höhe von ca. 1.700 € (inkl. Aushub und Gründung) sowie Kosten für zusätzliche Absperungen zur Einfassung der Triebwege und des Wartebereichs.

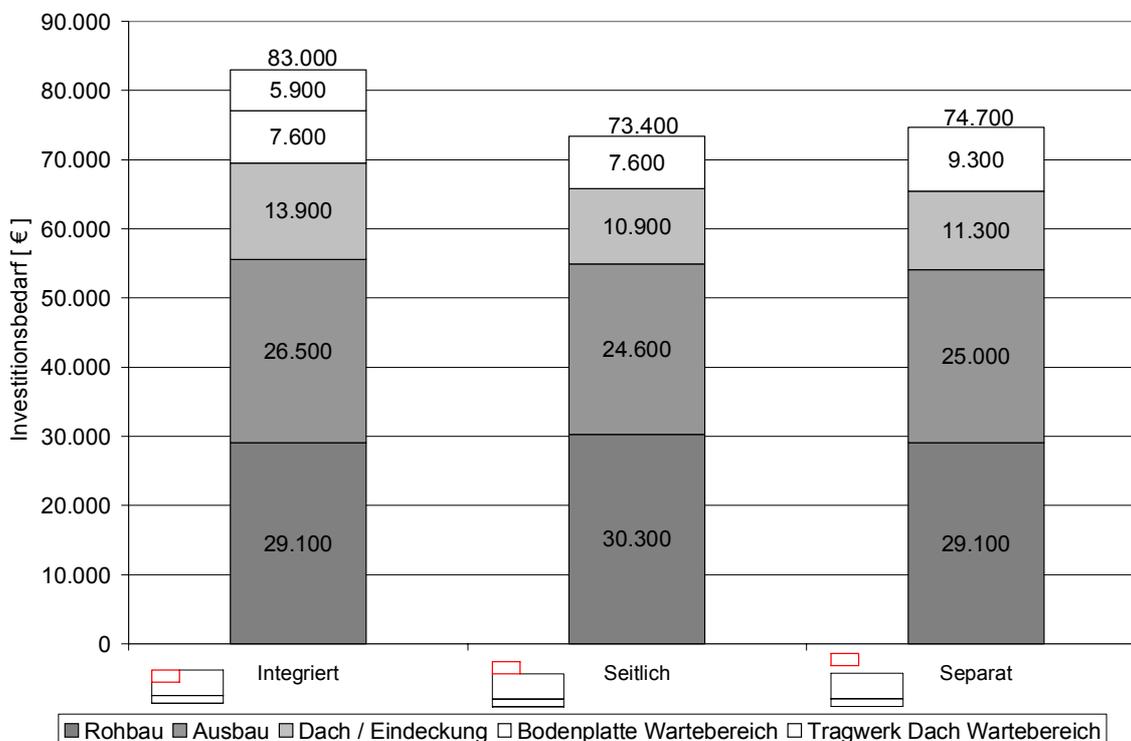


Abb. 20: Vergleich der Kosten unterschiedlicher Anordnungsweisen von Melkhäusern

### 3.4 Zusammenfassung

Bei einer abschließenden Bewertung lässt sich feststellen, dass ein integriertes Melkhaus im Stall eine bewährte Anordnungsweise bei beengter Hoflage bzw. kleineren Tierbeständen ist, für das auch in der Frage der manuellen Selektion Lösungen entwickelt werden können. Durch die Lage des massiven Melkhauses auf einer Gebäudeseite ist die Erweiterbarkeit eingeschränkt und die Durchgängigkeit einer Entmistungsachse nicht gegeben. Das seitliche Melkhaus zeigt trotz der Lage außerhalb des Stalls keine wesentlichen Vorteile bei der Durchgängigkeit der Funktionsachsen. Als Nachteil muss die Einschränkung der Lüftung durch die reduzierte Wandöffnung im Melkhausbereich bewertet werden. Darüber hinaus sind der Grundrissgestaltung des Melkhauses und der Ausstattung des Melkstands (Schnellaustrieb) auf Grund der Einschränkung durch die Gebäudebreite und -höhe enge Grenzen gesetzt. Eine Anlage mit separatem Melkhaus benötigt etwas mehr Fläche, bietet aber die beste Funktionalität bei gleichzeitig hoher Variabilität und individuellen Gestaltungsmöglichkeiten des Grundrisses. Die Erweiterbarkeit ist in mehrere Richtungen gegeben. Beim Vergleich der Kosten zeigt sich ein etwas höherer Investitionsbedarf beim integrierten Melkhaus auf Grund der Kosten für die Überdachung des innenliegenden Wartebereichs.

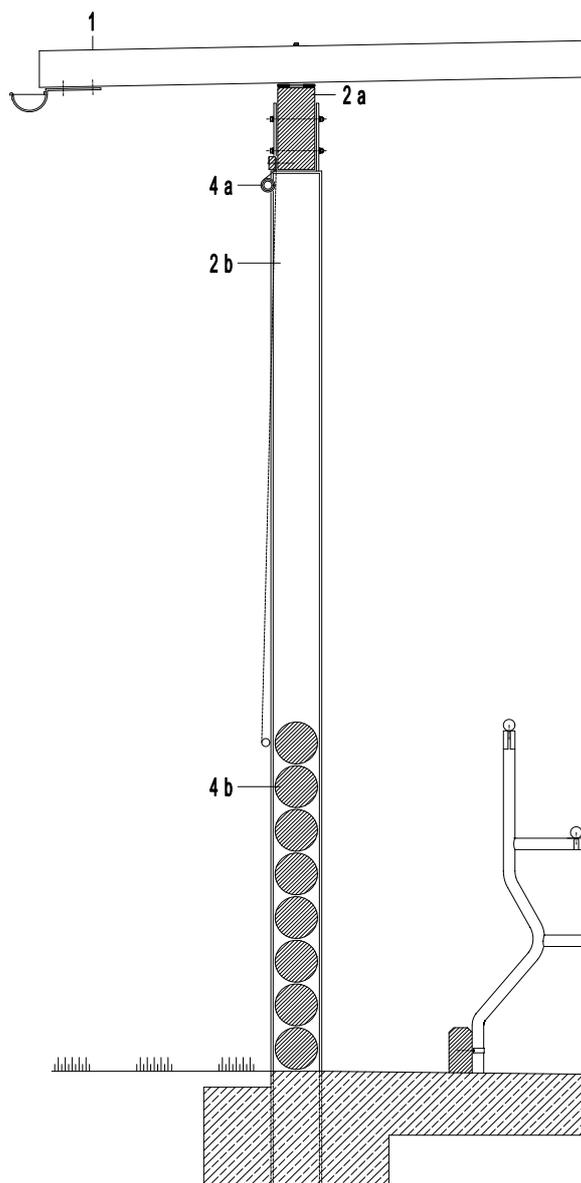
## 4 Außenwandkonstruktionen mit regelbarer Öffnungsfläche

Wandkonstruktionen müssen im Außenklimastall unterschiedliche Funktionen erfüllen. Die Wand muss einerseits eine optimale Durchlüftung gewährleisten, was mit Wandverschlusstechniken erreicht wird, die vollkommen geöffnet werden können (ALB-ARBEITSBLATT LUFTFÜHRUNGSSYSTEME BEI AUßENKLIMASTÄLLEN, 2005). Andererseits sind hohe Windgeschwindigkeiten bei Temperaturen unter 5°C im Tierbereich zu vermeiden (KRAMER ET AL., 1999). Neben der Absenkung der Windgeschwindigkeit im Stall ist bei verschließbaren Systemen der Sturmschutz ein wichtiges Kriterium. Die Hersteller von Windschutznetzsystemen geben als max. Windgeschwindigkeit ca. 5 - 6m/s an, bis zu denen ein sicheres Verschließen möglich ist. Bei den regulierbaren Wandverschluss-Systemen werden unterschiedliche Techniken wie bewegliche Spaceboard-Konstruktionen, Windschutznetze, bewegliche Stegplatten o. ä. in der Praxis angewendet. Nachfolgend wurden eine Variante mit Windschutznetz und einer hölzernen Bohlenwand (Betrieb MV 16), eine Variante mit reinem Windschutznetz (Betrieb MV 5), eine Variante in Form einer neuen Konstruktion mit verstellbaren Lamellen in Holz-Stahlbauweise bzw. Schalung im Tierbereich (MV 14) und eine Variante mit verschiebbaren Polycarbonat - Stegplatten, gleichfalls mit Schalung im Tierbereich hinsichtlich der Gebrauchsfähigkeit und des Investitionsbedarfs untersucht.

### 4.1 Beschreibung und Bewertung der Gebrauchsfähigkeit

#### 4.1.1 Bohlenwand mit Windschutznetz

Die Wand vor den Liegeboxen ist durch eine Bohlenwand mit einer Höhe von 1,20 m ausgeführt (Abb. 21). Die Rundhölzer sind geschält und an den Enden so bearbeitet, dass sie wie bei einem Ständerbohlenbau in die HEB - Profile der Stützen ohne weitere Verbindung von oben eingeführt werden können. Rundholz ist kostengünstig und kann weitestgehend in Eigenleistung verarbeitet werden, da es in dieser Form nur einen geringen Bearbeitungsaufwand erfordert. Voraussetzung für diese Konstruktionsweise sind eingespannte Stützen des Tragwerkes, da die lose eingelegten Bohlen keine aussteifende Wirkung für den Tragwerksverband übernehmen können. Über der Bohlenwand, deren Höhe durch Herausnehmen bzw. Hinzufügen von Rundhölzern reguliert werden kann, ist ein Windschutznetz befestigt, das nach Bedarf von Hand bewegt wird. An Hand von Untersuchungen auf bayerischen Pilotbetrieben konnte gezeigt werden, dass im Bereich von +5 °C bis +20°C ein Regeln der Windschutznetze nicht notwendig ist, da die Tiere keine auffällige Änderung ihres Liegeverhaltens als Kennzeichen ihres Wohlbefindens zeigen (HAIDN et. al., 2005). Dies trifft in Bayern auf durchschnittlich 70 – 80 % der Jahresstunden zu (AGRARMETEOROLOGISCHES MESSNETZ BAYERN, 2006), so dass bei diesen Witterungsbedingungen die Wände offen gehalten werden können. Erst bei Temperaturen unter 5 °C in Verbindung mit hohen Windgeschwindigkeiten ist ein Absenken der Windschutznetze zum Schutz der Tiere notwendig. Das bedeutet, dass eine aufwändige Steuerung bzw. Mechanik zur Regulierung der Windschutznetze nicht zwingend notwendig ist. Von Nachteil ist bei reiner Handbedienung die geringe Flexibilität im Winter, wenn an sonnigen Tagen die Wände geöffnet werden könnten, um den Tieren tagsüber die Sonneneinstrahlung zukommen zu lassen. Am Betrieb MV 16 ist nur die Nord-Seite mit Windschutznetzen verschlossen. Nach Süden zum Laufhof und Fressbereich, der durch die vorgelagerte Bergehalle geschützt wird, bleibt die Wand ganzjährig offen, so dass von dieser Seite auch im Winter Sonneneinstrahlung im Liegeboxenbereich gegeben ist.

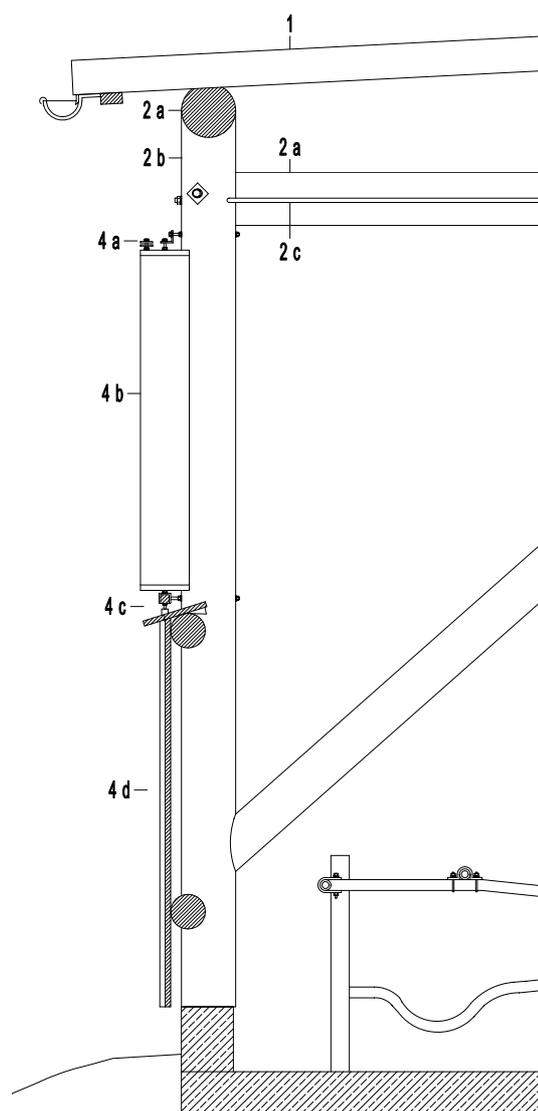


- 1 Trapezblech 160mm
- 2a Pfette 160/350 mm
- 2b Stütze HEB 220  
Windschutzsystem
- 4a Polyestergewebe
- 4b Rundholzbohlen  
Ø ca. 220 mm

Abb. 21: Außenwand mit Bohlenkonstruktion und Windschutznetz (Betrieb MV 16)

#### 4.1.2 Lamellen mit Stülpchalung

Die Wand vor den Liegeboxen ist in diesem Fall mit einer 1,80 m hohen Stülpchalung geschlossen (Abb. 22). Nach Aussage des Betriebsleiters würden nach der bisherigen Erfahrung aus dem Praxisbetrieb 1,20 m Schalungshöhe ausreichen, um die Liegeboxen vor Zugluft zu schützen. Darüber kann die geöffnete Fläche der Fassade durch eine stufenlos verstellbare senkrechte Holzlamellenkonstruktion gesteuert werden. Der Antrieb für die Verstellmechanik erfolgt über einen Elektromotor. Oberhalb dieses Systems bleibt die Wand ganzjährig geöffnet. Über diese Öffnung kann ständig Luft unter die Stahlprofilbleche streichen, was eine Kondensatbildung bei wechselnden Temperaturen unterbindet. Der Vorteil dieser Konstruktion liegt in der stufenlosen Verstellmöglichkeit. Mit zunehmendem Schließungsgrad findet einerseits die erforderliche Reduzierung der Windgeschwindigkeit statt. Andererseits kann über die Fugen zwischen den Lamellen weiterhin der notwendige Luftaustausch stattfinden. Von Nachteil ist, dass die Lamellen im geschlossenen Zustand wenig Licht in den Stall lassen. Speziell bei Betrieb MV 15 stellt dies jedoch kein



- 1 Trapezblech 180mm
- 2a Rundholzpfeife/strebe  $d = 25$  cm
- 2b Rundholzstütze  $d = 25$  cm
- 2c Windverband
- 4a Flachstahl 50/6 mm
- 4b Fichtenbrett sägerau 140/24/2,4 cm
- 4c U-Profil 50/50/6 mm
- 4d Stülpchalung Fichte

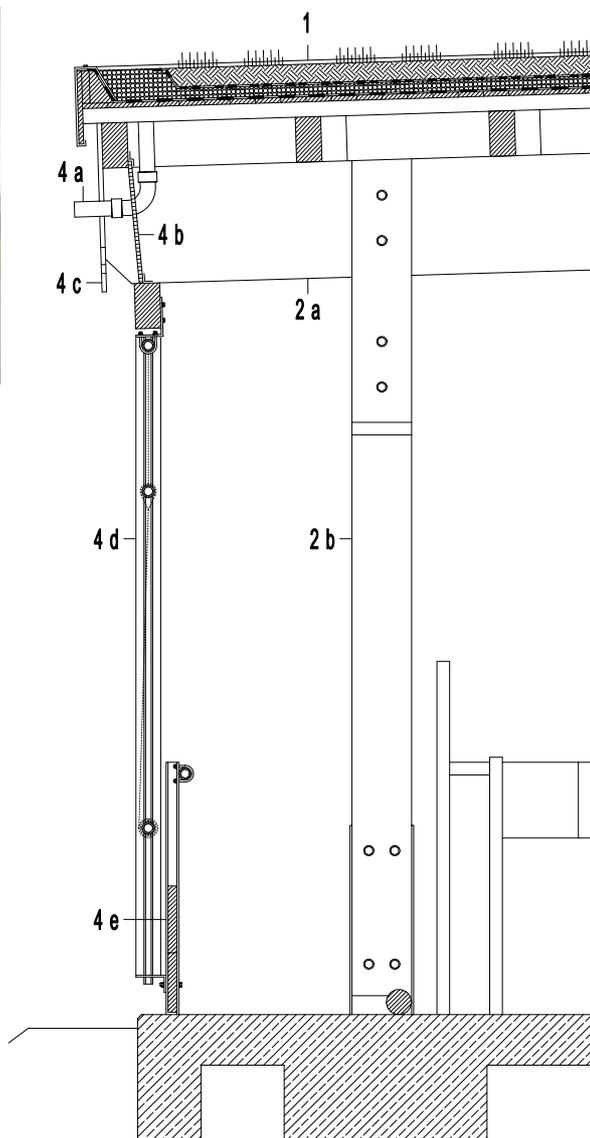
Abb. 22: Außenwand mit Lamellen und Stülpchalung (Betrieb MV 14)

weiteres Problem dar, da über die Wandöffnung über den Lamellen und die großen Öffnungsflächen im Dach ausreichend Licht in den Stall gelangt. Das System kann aus Halbzegen und einfacher Bretterware bei Bedarf weitestgehend in Eigenleistung erstellt werden. Alle Teile können durch den Landwirt ausgetauscht bzw. repariert werden.

#### 4.1.3 Windschutznetze

Durch ein Windschutznetz-System wird die Wand komplett geschlossen (Abb. 23). Das Netz lässt sich von oben nach unten öffnen und schafft daher optimale Bedingungen für einen freien Luftaustausch im Stall bei gleichzeitigem Schutz der Tiere vor Zugluft im Liegebereich. Bei geschlossener Wand wird durch die Netzstruktur einerseits die Windgeschwindigkeit herabgesetzt, so dass Geschwindigkeiten über 1,0 m/s nicht auftreten. Im Rahmen von Untersuchungen zur Regelung von Wandverschlussystemen wurden über das Jahr auf den Betrieben MV 2 und MV 4 die Windgeschwindigkeiten außerhalb und innerhalb der Ställe bei geöffneten und geschlossenen Windschutznetzen gemessen. Als Ergebnis zeigten sich im geschlossenen Zustand bei durchschnittlich 0,6 m/s außerhalb des Stalls Durchschnittsgeschwindigkeiten von ca. 0,14 m/s im Stall (HAIDN ET AL., 2005).

Andererseits findet auch bei geschlossener Wand weiterhin ein für die Optimierung des Stallklimas notwendiger Luftaustausch statt. Zwischen Liegeboxen und Außenbereich sind als Randbegrenzung ca. 2 x 28 cm hohe Bohlen eingebaut. Die Felder zwischen den Bindern sind durch verschiebbare Stegplatten verschlossen, um hier nochmals eine Regulierungsmöglichkeit zu haben. Weitere Vorteile der Windnetze sind der Lichteinfall bei geschlossener Wand und die Möglichkeit, die Wand vollkommen zu öffnen. Durch die Wickelmechanik lässt sich das Netz ohne großen Aufwand regulieren, so dass es auch im Winter an Sonnentagen stundenweise geöffnet werden kann.



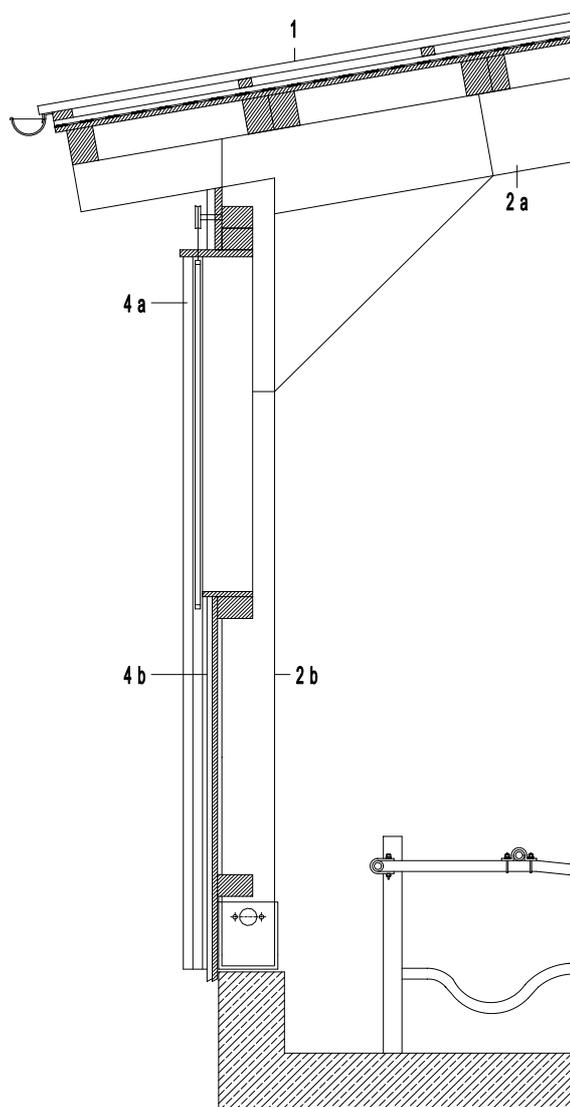
- 1 Extensive Begrünung 70 mm  
Filterflies  
Kies 40 mm  
Elastomer Bitumenschweißbahn  
Glasvlies Bitumendachbahn  
Nut- und Federbrett 30 mm  
Koppelpfetten 100/180 mm
- 2a Leimbinder 18/46 cm
- 2b Stütze Kantholz 20/26 cm
- 4a Entwässerung KG Rohr DN 50
- 4b Polycarbonatstegplatte transparent 18 mm
- 4c Pfettenbrett
- 4d Windschutzsystem Polyestergewebe
- 4e Fichtenbohlen 3,6/28 cm

Abb. 23: Außenwand mit Windschutznetz (Betrieb MV 5)

#### 4.1.4 Stegplatten mit Stülpchalung

Ergänzend zu den Wandaufbauten der untersuchten Betriebe wurde diese Konstruktion in den System- und Kostenvergleich mit aufgenommen (Abb. 24). Dabei wird die Wand vor den Liegeboxen bis auf 1,80 m mit einer Stülpchalung verkleidet. Die Wandöffnung darüber wird mit verschiebbaren Polycarbonat-Stegplatten verschlossen. Der Vorteil dieser Konstruktion liegt in der Regelbarkeit und der Lichtdurchlässigkeit des Materials im ge-

geschlossenen Zustand. Durch die notwendigen Parkflächen für die geöffneten Stegplatten lässt sich die Wand jedoch max. bis zur Hälfte öffnen. Da die Stegplatten die Wand auf ganzer Breite schließen, findet in geschlossenem Zustand kein weiterer Luftaustausch statt. Um ein optimales Stallklima beizubehalten, muss hier kontinuierlich gelüftet werden. Darüber hinaus kann es bei geringfügiger Öffnung zu einem Düseneffekt und damit zu Zuglufterscheinungen kommen.



- 1 Trapezblech  
Lattung, Konterlattung 40/60 cm  
Bitumendichtungsbahn  
Schalung
- 2a Leimholzbinder 16/38 cm  
Koppelpfetten 12/16 cm
- 2b Kantholzstütze 20/26 cm
- 4a Absenkbare Stegplatten
- 4b Stülpchalung Fichte

Abb. 24: Außenwand mit Stegplatten und Stülpchalung

## 4.2 Kostenvergleich der Fassadensysteme

Um den Investitionsbedarf der Fassaden vergleichen zu können, wurden die unterschiedlichen Konstruktionsweisen einheitlich auf die Größe der Modellplanungen von 2 Wandflächen mit 37,50 x 4,0 m (300m<sup>2</sup>) übertragen.

Das Ergebnis des Kostenvergleichs zeigt Abbildung 25. Die Beträge enthalten keine Mehrwertsteuer. Bei der Ermittlung des Investitionsbedarfs wurde von einer reinen

Fremdleistung ausgegangen. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Fassade in Bohlenbauweise am günstigsten abschneidet. Dies muss jedoch in Verbindung mit den Mehrkosten für die eingespannten Stützen betrachtet werden. Die Fassadenkonstruktion mit den verschiebbaren Stegplatten schneidet am teuersten ab. Der Kostenunterschied liegt bei 44 €/m<sup>2</sup>. Die Systeme mit den verstellbaren Holz-Lamellen bzw. einem regulierbaren Windschutznetz liegen dazwischen und sind annähernd kostengleich. Können bei der Erstellung Eigenleistungsanteile eingebracht werden, dann schneidet das Lamellensystem sehr viel günstiger ab. Der reine Materialwert liegt bei ca. 21,50 €/m<sup>2</sup>, eigenes Holz kann verwendet werden. Bzgl. des Eigenleistungsanteils kann der Landwirt entscheiden, welche Teile er vorfertigen lässt bzw. selber erstellt. Die Montage eines Windschutznetzes sollte aus Gewährleistungsgründen durch Fachfirmen erfolgen, so dass hier der mögliche Eigenleistungsanteil sehr gering anzusetzen ist. Im Reparaturfall können Teile des Lamellensystems jederzeit durch den Landwirt ausgetauscht werden, wohingegen ein beschädigtes Windschutznetz nur durch eine Fachfirma repariert oder ersetzt werden kann. Die Stegplattenkonstruktion kann gleichfalls aus Einzelteilen in Eigenleistung erstellt werden. Für den Kostenvergleich wurde auf ein Fertigsystem zurückgegriffen, das durch die hohen Materialkosten für die Stegplatten und den Verstellmechanismus wenig Spielraum für die Einbringung von Eigenleistungen bietet.

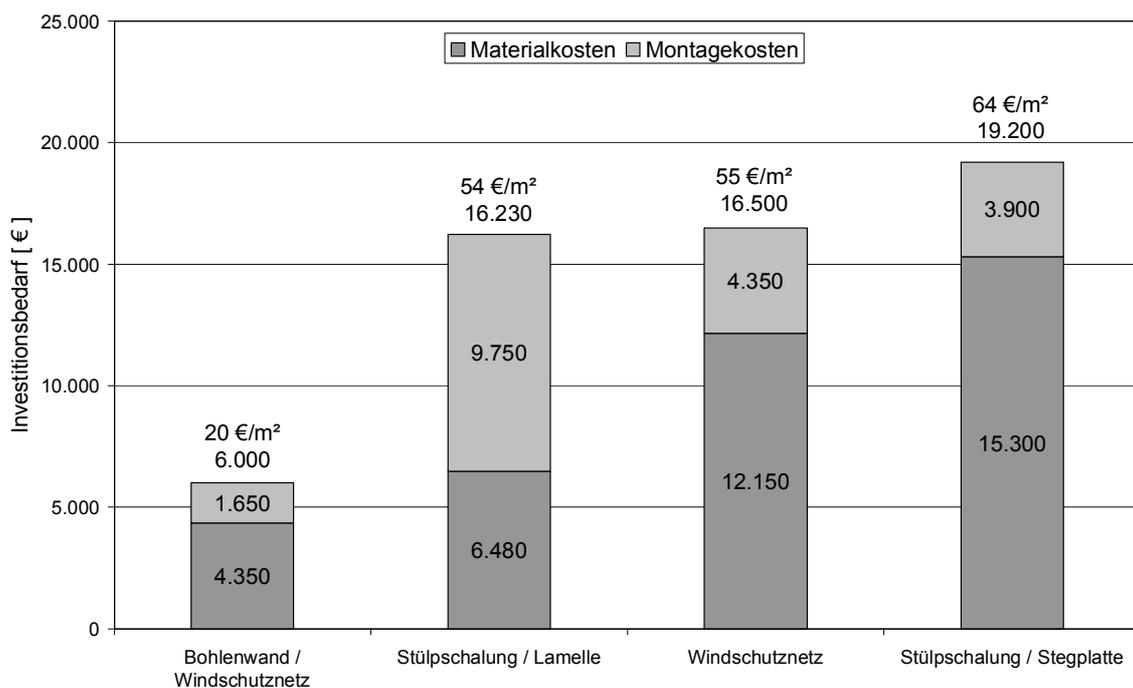


Abb. 25: Kostengegenüberstellung für 4 Fassadentypen (ohne mechanischem Antrieb)

## Literaturverzeichnis

- [1] Agrarmeteorologisches Messnetz Bayern (2006): Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie (IAB), Freising
- [2] ALB Bayern e.V. (1999): Arbeitsblatt Anordnung von Abkalbebereich und Klauenpflegestand in Milchvieh-Laufställen (02.06.06). ALB Bayern e.V., Freising
- [3] ALB Bayern e.V. (2005): Arbeitsblatt Melkstände (02.14.03). ALB Bayern e.V., Freising
- [4] ALB Bayern e.V. (2005): Arbeitsblatt Milchräume - Einrichtung und Zuordnung (02.15.01). ALB Bayern e.V., Freising
- [5] ALB Bayern e.V. (2005): Arbeitsblatt Luftführungssysteme bei Außenklima-Rinderlaufställen (14.01.08). ALB Bayern e.V., Freising
- [6] ALB Bayern e.V. (2006): Arbeitsblatt Anordnungsweisen von Melkhäusern (02.03.20). ALB Bayern e.V., Freising
- [7] Bauförderung Landwirtschaft e.V. (BFL 2004): Baubriefe Landwirtschaft Nr. 44 Milchviehhaltung. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup
- [8] Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern - BKI (2005): Baupreise 2005. Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH, Stuttgart
- [9] Bayerische Bauordnung – BayBO in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. August 1997, zuletzt geändert am 9.07.2003
- [10] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2005): LfL Information - Milchreport Bayern, Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung Milchproduktion 2003/2004. Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik (ILB), München
- [11] Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft - BMVEL (2004): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2004. Landwirtschaftsverlag Münster - Hiltrup
- [12] DBD – Dynamische Baudaten: Dr. Schiller & Partner GmbH, Dresden
- [13] DIN 276 (1993): Kosten im Hochbau. DIN - Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin
- [14] DIN 277 (2000): Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau. DIN - Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin
- [15] DIN 1054 (2005): Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau. DIN - Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin
- [16] DIN 1055-5 (2004): Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 5: Schnee- und Eislasten. DIN - Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin
- [17] DIN EN 13285 (2003): Ungebundene Gemische. DIN - Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

- [18] Haidn, B., M. Kilian, S. Enders und J. Macuhova (2005): Kuhkomfort unter besonderer Berücksichtigung des Stallklimas und der Laufflächen. In: Perspektiven in der Milchviehhaltung, Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung am 24. November 2005 in Bayreuth, Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik/Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.
- [19] HAAKE, K.-W. UND F.-J. BOCKISCH (2003): Untersuchungen zu Auswirkungen der Dachflächen- und Wandgestaltung auf Temperaturentwicklungen im Gebäude. In: Bau, Technik und Umwelt, Beiträge zur 6. Tagung 2003, Vechta 25.-27.03.2003. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), S. 200-205
- [20] KECK, M. UND M. ZÄHNER (2004): Minimalställe für Milchkühe bewähren sich. Empfehlungen für die Planung und den Betrieb. Agroscope FAT Tänikon, FAT-Berichte Nr. 620
- [21] KRAMER, A., B. Haidn und H. Schön (1999): Energieströme beim liegenden Rind - Einflüsse der Liegeflächen. In: Bau, Technik und Umwelt, Beiträge zur 4. Tagung 1999, Freising-Weihenstephan 9./10.03.1999. Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan, Freising, S. 141-146
- [22] NEUMANN, D. UND U. WEINBRENNER (2002): Frick/Knöll, Baukonstruktionslehre. B.G. Teubner Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden
- [23] STEIDLE, E. (2006): Vortrag Melktechnik und Melkroutine bei unterschiedlichen Melkstandformen und Melkstandgrößen. Institut für Tierhaltung und Tierschutz (ITH), Grub
- [24] sirAdos (2005): Baudaten für Kostenplanung und Ausschreibung. sirAdos GmbH Baudaten und Software, Dachau
- [25] Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit speziellen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs
- [26] ZÄHNER, M., M. KECK UND L. V. CAENEGEM (2000): Minimalställe für Milchkühe. Ergebnisse einer Umfrage auf Praxisbetrieben. Agroscope FAT Tänikon, FAT-Berichte Nr. 553

---

# Praxisnahe Umsetzung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung in Bayern

Karin Rattinger, Dr. Stefan Nesper und Eduard Wensauer  
Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

## Zusammenfassung

Ab bestimmten Betriebsgrößen ist auch für die landwirtschaftliche Tierhaltung eine Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich. Diese soll die Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt frühzeitig erfassen, beschreiben und bewerten, um eine Berücksichtigung der Ergebnisse dieser Prüfung bei behördlichen Entscheidungen über die Zulässigkeit zu ermöglichen. Erreicht oder überschreitet eine Stallanlage die Schwellenwerte der Nr. 7.1 in Spalte 2 des Anhangs der 4. BImSchV leitet sich daraus ein Genehmigungserfordernis nach Bundesimmissionsschutzgesetz ab.

Im Rahmen dieser Arbeit sollte ein Handlungsrahmen für eine standortbezogene bzw. allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls in der Tierhaltung erstellt werden sowie eine auf die regionalen betrieblichen Verhältnisse abgestimmte Methodik der Prüfung im vereinfachten Verfahren nach BImSchG entwickelt bzw. adaptiert werden, um die Verfahren zeitnah und kosteneffizient durchführen zu können. Anhand von Fallstudien wurde das Verfahren optimiert, die erarbeiteten und angepassten Methoden, Fallstudien und Resultate wurden in einem „UVP-Leitfaden - Tierhaltung Bayern“ inklusive der notwendigen EDV-Programme zusammengefasst. Somit konnte für die Beratung und für die Verwaltung eine einheitliche Basis zur Beurteilung der Standorte für die landwirtschaftliche Tierhaltung unter den Hauptgesichtspunkten geruchsbedingter Mindestabstand zur Wohnbebauung und ammoniakabhängiger Mindestabstand zu empfindlichen Pflanzen zur Verfügung gestellt werden.

# Practical realization of the Environmental Impact Assessment Act in Bavaria

Karin Rattinger, Dr. Stefan Nesper und Eduard Wensauer  
Institute for Agricultural Engineering, Farm Buildings and Environmental Technology,  
Bavarian State Research Center for Agriculture,  
Voettinger Str. 36, 85354 Freising-Weißenstephan / Germany

## Summary

If a livestock building reaches or exceeds the threshold values of the No. 7.1 in row 2 of the appendix of the 4. BImSchV a permission according to Federal Emission Control Law is required. Depending on its size an environmental impact assessment is necessary for agricultural animal husbandry in order to evaluate the effects of the project on the environment. The results of this examination have to be considered in official decisions.

The aim of this work is to get an action framework for a site related test in order to be able to accomplish the official procedures prompt and cost-efficiently. On the basis of case studies the procedure was optimized, the compiled and adapted methods, case studies and results were summarized in a „UVP Manual - Animal Husbandry Bavaria” including the necessary EDP programs. So a uniform basis is available for advisory service and administration in order to evaluate the site for agricultural animal husbandry under the main criteria of smell-conditioned minimum distance to the residential zone and ammonia-dependent minimum distance to sensitive plants.

## 1 Einleitung

In den letzten Jahren sind die Anforderungen, die der umweltrechtliche Rahmen an den bauwilligen Landwirt stellt, gerade für Tiere haltende Betriebe stark angestiegen. Auf Grundlage der Richtlinie des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (85/337/EWG) wurde am 12. Februar 1990 in Artikel 1 das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) (BGBL, 1990) erlassen.

## 2 Ausgangssituation

Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) ist ein unselbständiges Behördenverfahren, z.B. im Rahmen der Genehmigung einer Tierhaltungsanlage nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG). In der Anlage 1 zum UVPG (7.1-7.12) ist aufgeführt, welche landwirtschaftlichen Anlagen bei Errichtung und Betrieb bzw. wesentlicher Änderung nach UVPG zu prüfen sind. Der Zweck der Umweltverträglichkeitsprüfung liegt gemäß § 1 UVPG darin, die Auswirkungen eines Vorhabens auf die Umwelt frühzeitig zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten sowie diese Erkenntnisse so früh wie möglich bei allen behördlichen Entscheidungen über die Zulässigkeit eines Vorhabens zu berücksichtigen. Nach § 2, Absatz 1 UVPG "umfasst" "die Umweltverträglichkeitsprüfung" "die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung [...] eines Vorhabens auf" die Schutzgüter "Menschen [...], Tiere, Pflanzen", "Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft", "Kulturgüter und sonstige Sachgüter sowie" "die Wechselwirkung zwischen den vorgenannten Schutzgütern".

Mittlerweile wurde das „Gesetz zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie, der IVU-Richtlinie und weiterer EG-Richtlinien zum Umweltschutz“ von Bundestag und Bundesrat im Jahr 2001 beschlossen, sowie das UVPG neu gefasst. Im Vergleich zu den Anforderungen von Seiten der EU (Richtlinie 97/11/EG) wurden auf Bundesebene geringere, also strengere Schwellenwerte umgesetzt, so dass es früher zu einem Genehmigungsverfahren nach BImSchG bzw. zur Forderung einer UVP kommt.

Erreicht oder überschreitet eine Anlage die Schwellenwerte der Nr. 7.1 in Spalte 2 des Anhangs der 4. BImSchV (vgl. Abb. 1), erfolgt das Genehmigungsverfahren in einem vereinfachten Verfahren nach § 19 BImSchG (ohne UVP und ohne Öffentlichkeitsbeteiligung), es sei denn, die Vorprüfung zur UVP (§ 3c UVPG) ergibt, dass mit *erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen* zu rechnen ist. In diesem Falle ist ein Genehmigungsverfahren nach § 10 BImSchG mit Erstellung einer UVP und anschließender Beteiligung der Öffentlichkeit durchzuführen.

Das vereinfachte Verfahren nach § 19 BImSchG unterscheidet sich vom Genehmigungsverfahren nach § 10 im Wesentlichen dadurch, dass es ohne Öffentlichkeitsbeteiligung stattfindet, und somit i.d.R. in einem kürzeren Zeitraum zur Genehmigung führt. UVP-pflichtige Anlagen durchlaufen zwingend ein Verfahren nach § 10.

Abbildung 1 zeigt die derzeit gültigen Schwellenwerte und das daraus abzuleitende Genehmigungsverfahren.

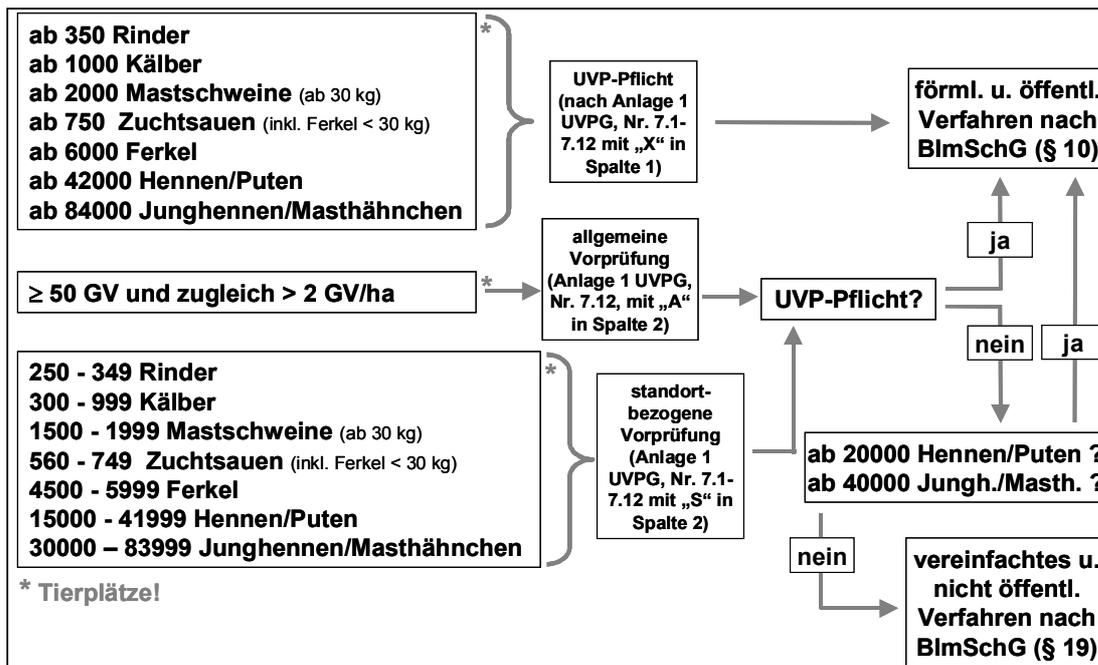


Abb.1: Genehmigungsverfahren mit Schwellenwerten (UVPG / 4. BImSchV)

Bislang ist für die Fachbehörden in Bayern nicht verbindlich geklärt, in welchem **Umfang** eine **Vorprüfung des Einzelfalls** für die Tierhaltung gefordert werden soll, und **welche Kriterien** letztendlich zu einem Verfahren nach § 19 BImSchG (vereinfachtes Verfahren, ohne UVP) oder nach § 10 (Genehmigungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung, mit UVP) führen. Zudem fehlen eine **auf landwirtschaftliche Strukturen abgestimmte Vorgehensweise** beim Genehmigungsverfahren nach BImSchG und ein Handlungsrahmen zur Anwendung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA-Luft im baurechtlichen Verfahren.

Handlungsbedarf zur Regelung des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG besteht besonders auch deshalb, da die vom Staatsministerium des Innern bereit gestellten Antragsformulare (Bauantrag mit Anlagen) lediglich auf Wohn- und Geschäftsbauten ausgelegt und für die Anwendung bei landwirtschaftlichen Tierhaltungsanlagen, unabhängig davon, ob die Genehmigung im Bau- oder Immissionsschutzrecht erfolgt, nur bedingt geeignet sind. Einzelne Landkreise versuchen bereits, diese Lücke durch eigene Lösungen zu schließen. Zweckdienlicher für die Landwirtschaft ist jedoch eine **bayernweit einheitliche Vorgabe** zur Beschleunigung und Vereinheitlichung des Verfahrens und somit auch zur Gleichbehandlung aller Antragsteller.

Folgende **Rahmenbedingungen** verschärfen die Situation für die viehhaltenden Betriebe in Bayern besonders:

- Bayern hat rund 36 % Waldflächenanteil an der gesamten Landesfläche. Damit ist in vielen Regionen der nötige Abstand zu stickstoffempfindlichen Pflanzen (z.B. Baumschulen, Kulturpflanzen) und Ökosystemen (z.B. Wald), wie nach TA-Luft gefordert, nur schwer einzuhalten.
- Die Aussiedlungspraxis für wachstumsfähige Betriebe hatte in den vergangenen Jahren den Schutz der Wohnbebauung vor Geruchs- und Lärmimmissionen im Fokus und führte damit aus den dörflichen Strukturen heraus, nicht selten hin zum Wald. Die Weiterentwicklung dieser nah am Wald liegenden Betriebe ist unter den derzeit herrschenden Rahmenbedingungen oftmals schwer planbar.

- Der starke Siedlungsdruck in vielen Regionen macht die Suche nach Alternativstandorten für wachstumsfähige Zukunftsbetriebe schwierig.
- Die Akzeptanz in der ländlichen Bevölkerung gegenüber Immissionen aus der Tierhaltung nimmt ab. Nicht selten werden bei der Planung eines Stallneu- oder -umbaus Bürgerinitiativen gebildet. Der investierende Landwirt braucht deshalb mehr denn je Planungssicherheit für seine Investitionen in Stallum- oder -neubauten.
- Die Wachstumsschwelle der Betriebe wird im Laufe der Jahre höher, d.h. in der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Bayern findet ein Strukturwandel hin zu weniger Betrieben mit dafür aber jeweils mehr Tieren pro Betrieb statt. Hierfür gilt es, zukunftsfähige Standorte zu finden.
- Moderne Haltungsverfahren (z.B. Liegeboxenlaufstall mit Laufhof für Milchkühe) zielen in hohem Maße auf die Ansprüche der Tiere ab. Tiergerechte Haltungsverfahren können zu höheren Emissionen von Ammoniak führen, da aufgrund des höheren Flächenangebotes auch größere emissionsaktive Flächen geschaffen werden. Hinsichtlich des Emissionspotenzials neuerer Haltungsverfahren besteht allerdings noch erheblicher Forschungsbedarf.

Der Genehmigungsprozess von Neubauten bzw. wesentlichen Änderungen ist heute häufig mit erheblichen Planungs- und Gutachterkosten verbunden und zudem i.d.R. zeitintensiv.

### 3 Zielstellung

Im Rahmen des Verbundprojektes *Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren* war es Ziel des Teilprojektes, einen UVP-Leitfaden zu erstellen, der als direkte Anwendungshilfe für Behörden der Landwirtschafts- und Umweltverwaltung, die Bau- und Landtechnikberatung und auch freie Ingenieurbüros in Bayern eingesetzt werden kann. Dieser Leitfaden sollte die spezifische bayerische Agrarstruktur berücksichtigen, die Erfüllung der Ansprüche des UVPG und des BImSchG in der derzeit gültigen Fassung gewährleisten, das Verfahren erleichtern und beschleunigen und dadurch landwirtschaftliche Betriebe im Genehmigungsverfahren entlasten.

**Erstes Teilziel** war es, einen Handlungsrahmen für eine standortbezogene bzw. allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls zu erstellen, also eine Methodik der Vorprüfung zu entwickeln, die in erster Linie als Handreichung an die Behörden vorgesehen ist.

**Zweites Teilziel** war es, eine auf die regionalen betrieblichen Verhältnisse abgestimmte Methodik der Hauptprüfung im vereinfachten Verfahren nach § 19 BImSchG zu entwickeln bzw. zu adaptieren, die eine zeit- und kostengünstige Bearbeitung erlaubt, und gleichzeitig den rechtlichen Vorgaben des Gesetzgebers Rechnung trägt. Auch auf das Vorgehen nach § 10 BImSchG mit Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung war einzugehen. Dabei sollte auch der Einsatz von Ausbreitungsrechnungen nach TA-Luft mit austa12000 für das Verfahren erprobt und in das Verfahren integriert werden.

**Drittes Teilziel** war es, die praktische Anwendbarkeit der entwickelten Vorgehensweisen zu überprüfen und Fallstudien zu erstellen, damit Genehmigungsverfahren zukünftig möglichst einfach durchgeführt werden können.

**Viertes Teilziel** war es, die Methoden, Fallstudien und Resultate in einem „UVP-Leitfaden – Tierhaltung Bayern“ inklusive der notwendigen EDV-Programme für die Anwendung im täglichen Begutachtungswesen zusammenzufassen. Zur Prüfung der Praxistauglichkeit des gesamten Leitfadens waren Probeanwendungen in Praxisfällen vorzusehen.

## 4 Material und Methoden

Gemäß den Vorgaben des BImSchG ist zu prüfen, ob beim Bau oder bei einer baulichen Veränderung sowie beim anschließenden Betrieb einer Anlage der Schutz bzw. die Vorsorge vor schädlichen Umwelteinwirkungen gewährleistet ist.

Die für die Genehmigung von landwirtschaftlichen Tierhaltungsanlagen im Wesentlichen entscheidenden Emissionen sind Ammoniak, Geruch, Staub und Lärm.

Nach TA-Luft definiert sich aus der Ammoniakemission der Mindestabstand zu empfindlichen Ökosystemen (bes. Wald, aber auch stickstoffempfindliche Systeme wie Moore und Heiden) (4.8 TA-Luft), aus der Geruchemission geht der Abstand zu Wohnbebauung hervor (5.4.7.1 TA-Luft). Bisher wenig beachtet, aber von zunehmender Bedeutung ist die Emission von Staub (4.3 TA-Luft), die ebenfalls bei der Ermittlung des Mindestabstands zur nächst gelegenen Wohnbebauung mit einfließt. Der Abstand zu Wohn- und Sonderbebauung (wie z.B. Krankenhäuser) ist auch auf die Emission von Lärm hin zu überprüfen. Hierbei finden die Immissionsrichtwerte der TA-Lärm (6.1 - 6.5 TA-Lärm) Beachtung.

In einem ersten Schritt wurde zusammen mit den zuständigen Fachbehörden der Landwirtschafts- und Umweltadministration (Landesamt für Umwelt (LfU), Immissionsschutzbeauftragte der Bezirksregierungen und andere) anhand bekannter Defizite und im Rahmen gesetzlicher Anforderungen ein Handlungsrahmen für die Durchführung der standortbezogenen bzw. allgemeinen Vorprüfung zur UVP erstellt. Dafür wurde eine auf die regionalen betrieblichen Verhältnisse abgestimmte Methodik der Vorprüfung, aber auch der Hauptprüfung entwickelt bzw. adaptiert, die sowohl im Aufwand verhältnismäßig als auch zeit- und kostensparend ist und zugleich den rechtlichen Vorgaben Rechnung trägt.

Im Anschluss wurde die praktische Anwendbarkeit an Genehmigungsfällen aus der Praxis überprüft. Für die Fälle, in denen konkrete Bauvorhaben nicht zur Verfügung standen, wurden Fallstudien an fiktiven Baumaßnahmen existierender Ställe erstellt. In diesem Rahmen ist das Instrumentarium der Ausbreitungsrechnung nach dem Rechenmodell der TA-Luft erprobt worden. So wurde z.B. ein Vorher-Nachher-Vergleich im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsstudie durchgeführt und dabei die Ausbreitungsrechnung zur Darstellung der Immissionssituation von Geruch, Ammoniak und Staub aus dem Stall genutzt.

Im letzten Schritt wurden die Methoden, Fallstudien und Resultate in einem „UVP-Leitfaden für Anlagen der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Bayern“ inklusive der entwickelten EDV-Anwendungen zusammengefasst.

Zur Validierung des Leitfadens finden Testanwendungen in der Praxis statt, wobei Rückmeldungen entgegengenommen und ausgewertet werden. Vor Veröffentlichung des Leitfadens ist die Optimierung anhand der Ergebnisse der Validierung vorzunehmen.

## 5 Ergebnisse

Im Rahmen dieses Projektes ist eine *Handreichung zur TA-Luft* für die Landwirtschaftsverwaltung zur Abschätzung des ammoniakabhängigen Mindestabstandes von landwirtschaftlichen Tierhaltungsanlagen zum Wald oder sonstigen stickstoffempfindlichen Ökosystemen, inklusive einer EDV-basierten Anwendungshilfe, entstanden. Diese Handreichung ist in erster Linie für die Beratungsfälle im Vorfeld einer konkreten Standortplanung, v. a. im Baurecht konzipiert. Sie ermöglicht aber auch für Genehmigungen nach BImSchG eine erste überschlägige Einschätzung der grundsätzlichen Eignung des geplan-

ten Standortes. Praxisanwendungen seit Oktober 2003 (Handreichung) bzw. März 2004 (EDV-Anwendungshilfe) konnten dazu beitragen, das vorgeschlagene Verfahren zu etablieren. Die EDV-Anwendungshilfe liegt nach eingegangenen Rückmeldungen inzwischen in der fünften Version vor, hat sich als praxistauglich erwiesen und wird im Beratungsalltag an den Ämtern für Landwirtschaft und Forsten verwendet.

Neben dieser Handreichung wurde ein Handlungsrahmen der *allgemeinen und standortbezogenen Vorprüfung* (§3c UVPG) für die landwirtschaftliche Tierhaltung erstellt. Mit dessen Hilfe kann in vier Schritten die Einhaltung geforderter Mindestabstände bzw. maximal zulässiger Immissionswerte für Ammoniak, Geruch, Staub (Partikel) und Lärm überprüft werden. Ergibt sich aus dieser Vorprüfung, dass von dem geplanten Vorhaben erhebliche nachteilige Umweltwirkungen ausgehen können, ist eine Genehmigung nach § 10 BImSchG erforderlich - ansonsten kann die Genehmigung im vereinfachten und nicht öffentlichen Verfahren nach § 19 BImSchG erfolgen.

Auch die Verfahren der Hauptprüfung nach BImSchG (§10 bzw. §19) werden im Leitfaden behandelt.

Zum *vereinfachten Verfahren nach § 19* werden Checklisten für die Festlegung und Kontrolle der einzureichenden Antragsformulare vorgelegt. Ein Formularsatz zur Abfrage der immissionsrechtlich relevanten Gegebenheiten im Zusammenhang mit der geplanten Anlage für das vereinfachte Verfahren ist – zunächst als Vorschlag an die Genehmigungsbehörden - entwickelt worden.

Zum *Verfahren nach § 10 mit UVP und Öffentlichkeitsbeteiligung* sind bewährte Verfahren und Methoden aus der Landschaftsplanung (z.B. ökologische Risikoanalyse zur Abschätzung der Umweltauswirkungen) für die Erstellung einer Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) zusammengestellt und, soweit notwendig, auf die Situation der landwirtschaftlichen Tierhaltungsanlagen übertragen worden. Allgemeine Hinweise zur Bedeutung der notwendigen Öffentlichkeitsarbeit werden gegeben und ein Musterinhaltsverzeichnis einer Umweltverträglichkeitsstudie für die Planung einer landwirtschaftlichen Tierhaltungsanlage beigefügt. Es wird noch diskutiert, ob die Formulare und Antragsunterlagen, die für das Verfahren nach § 19 BImSchG vorgelegt werden müssen, nicht auch gleichermaßen in das Verfahren nach § 10 Eingang finden sollen.

Zur Absicherung wurden die Methoden der Vorprüfung zur UVP und dem Verfahren nach § 10 BImSchG mit UVP an Fallbeispielen und in Praxisanwendung unter Zuhilfenahme der Ausbreitungsrechnung erprobt. Die Ausbreitungsrechnung nach TA-Luft wurde an zwei Praxisbetrieben durchgeführt, um den zeitlichen und finanziellen Aufwand abzuschätzen und Mindestanforderungen für die Anwendung im Bereich der Landwirtschaft aufzustellen. Das Verfahren der Ausbreitungsrechnung ist im Leitfaden kommentiert worden. Eine Optimierung für die Anwendung im Bereich der landwirtschaftlichen Tierhaltung ist vorgesehen und wurde im Rahmen des Teilprojekts D des Verbundprojektes *Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren* fortgeführt.

Der Leitfaden wurde zum März 2005 fertiggestellt und befindet sich seit Sommer 2005 in Praxiserprobung für aktuell zu genehmigende Vorhaben. Rückmeldungen der bisherigen Testanwender haben ergeben, dass der Leitfaden von allen als hilfreiches Instrumentarium gesehen wird. Verbesserungsvorschläge werden zur Zeit aufgenommen und diskutiert, um ggf. in einer geplanten Folgeversion des Leitfadens umgesetzt zu werden.

## 6 Schlussfolgerungen

Im Laufe des Projektes hat sich gezeigt, dass es nach wie vor aktuell und notwendig ist, der Landwirtschaft Planungshilfen an die Hand zu geben, um die Anforderungen des Gesetzgebers rechtssicher umsetzen zu können. Genehmigungsverfahren müssen in Zeiten hoher rechtlicher Anforderungen beschleunigt und kostengünstiger durchgeführt werden. Der entwickelte UVP-Leitfaden ist hierfür ein geeignetes Instrument und sollte in Bayern konsequent zur Anwendung kommen.

Nach Aufnahme der Änderungen und Ergänzungen in die geplante Folgeversion des Leitfadens steht noch die offizielle Abstimmung auf Ebene der zuständigen Ministerien (Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten mit dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz) aus, bevor der Leitfaden den Ämtern in Bayern offiziell zur Anwendung zur Verfügung gestellt werden kann.

Offen bleibt zudem die Frage, in welchem Umfang die derzeit auf politischer Ebene diskutierten und beantragten Gesetzesänderungen (Angleichen der Schwellenwerte an die Vorgaben des europäischen Rechts in 4. BImSchV bzw. UVPG) auf nationaler Ebene aufgenommen bzw. umgesetzt werden. So wird erwartet, dass das Kriterium für die Durchführung einer UVP-Vorprüfung nach § 3c UVPG für „Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren mit Plätzen für 50 Großvieheinheiten oder mehr und mehr als 2 Großvieheinheiten je Hektar der vom Inhaber der Anlage regelmäßig landwirtschaftlich genutzten Fläche...“ (Anlage 1 UVPG Nr. 7.12 Spalte 2) künftig entfällt. Ob und ab welchen Größenordnungen Rinder haltende Betriebe weiterhin unter die Genehmigungspflicht nach BImSchG fallen, lässt sich zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht feststellen. Ein späteres Angleichen des Leitfadens auf die veränderten Rahmenbedingungen ist zu gegebener Zeit vorzusehen.

Im Laufe der Leitfadenerstellung hat sich gezeigt, dass für eine rechtssichere Beurteilung der Standorte nach wie vor Emissionsraten (besonders für Feinstaub PM 10 und Ammoniak) gerade für neuere, z.T. tiergerechtere Haltungssysteme (insbesondere Außenklimaställe oder Laufhöfe) fehlen. Besonders vor dem Hintergrund der immer lauter werdenden Feinstaubdiskussion, bei der auch (oder gerade?) der landwirtschaftliche Bereich zunehmend mit einbezogen wird, besteht hier nach wie vor dringender Forschungsbedarf!

## 7 Literaturverzeichnis

### Gesetze und Verordnungen

- [1] Elfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Emissionserklärungen und Emissionsberichte – 11. BImSchV) (BGBl I 2004, 694) in der Fassung vom 29.4.2004
- [2] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA-Luft) (GMBl.Nr. 25-29/2002 – 29 S. 511) in der Fassung vom 24. Juli 2002
- [3] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG), (BGBl I 1990, 205) Neufassung durch Bek. v. 5. 9.2001 I 2350, zuletzt geändert durch Art. 2 G v. 18. 6.2002 I 1914

- [4] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz) (BGBl I 1974, 721, 1193) Neugefasst durch Bek. v. 26. 9.2002 I 3830
- [5] Neunte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (9. BImSchV) (BGBl I 1977, 274) Neugefasst durch Bek v. 29. 5.1992 I 1001 zuletzt geändert durch Art. 3 V v. 24. 7.2002 I 2833
- [6] Richtlinie 85/337/EWG des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten, (ABl. Nr. L 175, S. 40) in der Fassung vom 5.7.1985
- [7] Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie) Amtsblatt Nr. L 257 vom 10/10/1996 S. 0026
- [8] Richtlinie 97/11/EG des Rates vom 3. März 1997 zur Änderung der Richtlinie 85/337/EWG über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (UVP Änderungsrichtlinie – UVP-ÄndRL) (ABl. Nr. L 73, S. 5) in der Fassung vom 14.03.1997
- [9] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) (GMBI Nr. 26/1998 S. 503) in der Fassung vom 26. August 1998
- [10] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (4. BImSchV) (Art. 1 d. V zur Neufassung und Änderung von Verordnungen zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) (BGBl I 1985, 1586) Neugefasst durch Bek. v. 14. 3.1997 I 504; zuletzt geändert durch Art. 2 V v. 6. 5.2002 I 1566



---

# Die Anwendung des TA Luft-Modells austal2000-g zur Beurteilung von Immissionen aus landwirtschaftlichen Quellen

Eduard Wensauer, Dr. Stefan Nesor, Karin Rattinger, Dr. Friedhelm Schneider  
Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

## Zusammenfassung

Mit der Novellierung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft [6]) und der Festsetzung eines verbindlichen Simulationsmodells im Anhang 3 dieser Richtlinie gewinnt die Ausbreitungsrechnung in der Landwirtschaft verstärkt an Bedeutung. Mit Hilfe des bis zur Novellierung im Jahre 2002 festgeschriebenen Gauss-Fahnen-Modells war eine Betrachtung der Immissionssituation im Nahbereich um landwirtschaftliche Anlagen nicht möglich. Auch die vorhandenen Richtlinien schreiben in diesem Entfernungsbereich eine Sonderfallbeurteilung vor. Diese vorhandenen Schwierigkeiten und Bewertungslücken wurden mit dem neuen TA Luft Modell austal2000-g geschlossen. Ziel dieser Untersuchung war, zum einen die Anwendungstauglichkeit des Modells für die Landwirtschaft nachzuweisen und zum anderen weitere Einsatzbereiche in der Landwirtschaft aufzuzeigen.

Zum Nachweis der Tauglichkeit wurde zunächst eine Sensitivitätsanalyse und eine Vorhersage-Validierung durchgeführt. Die wesentlichen Ergebnisse werden kurz dargestellt. Zudem erfolgt die Darstellung von Praxisanwendungen, darunter ein Beispiel, wie die Ausbreitungsrechnung im Rahmen eines UVP-Verfahrens eingesetzt werden kann. Danach folgt ein kurzer Einblick, welchen Beitrag sie bei der Diskussion um die Altanlagen-sanierung und der Umstellung der Haltungsverfahren in der Hühnerhaltung liefern kann. In einem dritten Beispiel wird aufgezeigt, wie durch eine sinnvolle Gebäudeplanung die Immission von Laufhöfen auf angrenzende Wohnbebauungen verringert werden kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass beim fachgerechten Einsatz der Ausbreitungsrechnung mit austal2000-g für die Landwirtschaft ein Instrumentarium zu Verfügung steht, mit dem die Planungssicherheit im Genehmigungsverfahren erhöht werden kann. Zudem rücken standortspezifische Einflussparameter verstärkt in den Mittelpunkt der Genehmigung und ermöglichen eine objektive Bewertung von möglichen Standorten.

# **Application of the German Dispersion Model austal2000-g for the Evaluation of Ambient Pollution from Agricultural Sources**

Eduard Wensauer, Dr. Stefan Naser, Karin Rattinger, Dr. Friedhelm Schneider  
Institute for Agricultural Engineering, Farm Buildings and Environmental Technology,  
Bavarian State Research Center for Agriculture,  
Voettinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan / Germany

## **Summary**

Due to the revised German regulation TA-Luft 2002 (Technical Instructions on Air Quality Control) and the implementation of a new dispersion model in the third appendix of this regulation the numerical simulation gains in importance in the agricultural sector. Due to the model restrictions of the gaussian plume model, valid until to the revision, an investigation in the close-up range (< 100 m) was not possible in the past. Also other guidelines (VDI 3471 and VDI 3472) dictate special case estimation at distances up to 100 m. The implementation of the particle model austal2000-g closed this gap.

The aim of this work was to investigate the valuation of suitability of the dispersion model austal2000-g in the agricultural sector and to show new application areas in agriculture. Beneath the application in a environmental impact assessment, the effect of the variation of housing systems for laying hens and the influence of outlets on the ambient pollution in the neighborhood are shown.

Summarizing the results one can say, that the professional application of austal2000-g displays a new instrument to advance the planning reliability during the approval process of animal housings. Additionally the site-related parameter are gaining in importance and a more objective validation of the sites is possible.

## 1 Einleitung

Die fortschreitende Entwicklung auf dem Sektor der Computerelektronik ermöglicht immer komplexere Ausbreitungsrechnungen auch auf Einzelplatzrechnern. Berechnungen, die vor einigen Jahren noch mit Hochleistungsrechnern gelöst werden mussten, können aufgrund der höheren Rechnerleistung und der verbesserten Lösungsalgorithmen mittlerweile ohne aufwändige Rechenetzwerke an handelsüblichen PCs gelöst werden. Dadurch findet eine fortschreitende Zahl an Programmen ihren Weg aus den Forschungseinrichtungen in die praktische Anwendung. Dieser Entwicklung auf dem Gebiet der Ausbreitungsrechnung trug auch die im Jahre 2002 novellierte Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) Rechnung und ersetzte das alte Gauss-Fahnen-Modell durch ein Lagrange-sches Partikelmodell. Die modellhafte Umsetzung der Vorgaben der Richtlinie VDI 3945 [7] stellt das Ausbreitungsmodell *austal2000-g* dar, das vom Umweltbundesamt in Auftrag gegeben wurde. Der Rechenkern steht im Internet unter [www.austal2000.de](http://www.austal2000.de) kostenlos zum download zur Verfügung. Dieses Modell ermöglicht im Gegensatz zu den Gauss-Fahnen-Modellen Berechnungen im Nahfeld ( $< 100$  m) und kann damit für Sonderfallbeurteilungen im landwirtschaftlichen Sektor eingesetzt werden. Als Konsequenz ergibt sich daraus, dass es zu einem verstärkten Einsatz von Ausbreitungsrechnungen im Genehmigungsverfahren kommen wird. Zu dieser Situation tragen aber noch zwei weitere wesentliche Änderungen bei, die auf den landwirtschaftlichen Bereich einwirken. Zum einen führten gesetzliche Änderungen im Jahre 2002 zu verschärften Emissionsfaktoren in der novellierten TA Luft. Als Folge davon steigt die Zahl der Sonderfallbeurteilungen, da die Standortsuche durch die nun einzuhaltenden Mindestabstände zu stickstoffempfindlichen Ökosystemen deutlich erschwert wird. Zum anderen zeigen sich im Stallbau neue Entwicklungen in Hinblick auf die Aufstallungsform. Hier ist ein deutlicher Übergang von geschlossenen Stallsystemen zu freigelüfteten Offenfront- und Außenklimaställen zu erkennen. Diese Entwicklung ist in der Rinderhaltung am weitesten vorangeschritten, aber auch in Schweine und Geflügel haltenden Betrieben lässt sich dieser Trend eindeutig erkennen. Dies führt dazu, dass weitere Parameter in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt werden müssen (z.B. Gebäudedurchströmung, Kaltluft). Dadurch unterscheiden sich die Anforderungen der Landwirtschaft an das Ausbreitungsmodell zum Teil von denen industrieller Anlagen.

## 2 Problemstellung

Während in andern Fachdisziplinen (z.B. Fahrzeugströmung) langjährige Anwendungserfahrungen vorliegen, stellt die numerische Simulation in der Landwirtschaft ein sehr junges Gebiet dar, so dass auf wenig Erfahrungen zurückgegriffen werden kann. Erstmals können im Vergleich zu aufwändigen und kostenintensiven Naturmessungen durch die Anwendung des Partikelmodells *austal2000-g* in Verbindung mit meteorologischen Zeitreihen mit relativ geringem Aufwand und wenigen Eingaben Ergebnisse gewonnen werden, die zuvor nur durch eine Kombination von Messungen, Rechnungen und meteorologischem Fachwissen zu erhalten waren. Diese Vorteile der numerischen Simulation bergen aber folgende Gefahren:

- Ergebnisse werden überbewertet oder unkritisch übernommen
- Modelleinschränkungen werden nicht erkannt
- wenige Eingabeparameter verstellen den Blick auf komplexe Zusammenhänge bei Ausbreitungsvorgängen
- Richtigkeit der Ergebnisse wird automatisch angenommen

Um solche Fehlinterpretationen zu vermeiden, bedarf es an Fachwissen, welche Anwendungsgrenzen vorliegen, welche Aspekte in der Berechnung nicht berücksichtigt werden, und welche Fehler sich aus der numerischen Methode ergeben, die hinter einer anwenderfreundlichen Bedieneroberfläche implementiert wurde. Nach BRITTER [2] zeigt sich die Qualität eines Modells an ihrer „fitness for purpose“. Es gibt daher keine guten und schlechten Modelle, sondern nur solche, die für eine Situation geeignet oder ungeeignet sind. Zur Überprüfung der Qualität des Programms *austal2000-g* wird eine Evaluierung durchgeführt. Sie findet dabei unter den Rahmenbedingungen statt, die bei der Anwendung im landwirtschaftlichen Umfeld zu erwarten sind. Nach HANNA ET AL. [3] ist es nicht möglich, numerische Modelle umfassend zu validieren. Dies liegt zum einen an den unendlich vielen Anwendungsfällen, zum anderen an den Schwankungsbreiten in der Natur. Dies führt zu einer Komplexität, die in der Simulation nicht nachgebildet werden kann. Daher werden die Ergebnisse immer mit Unsicherheiten verbunden bleiben. Es ist jedoch von großer Bedeutung, Eingangsvariablen und Randparameter in die Bewertung mit einzubeziehen, damit ausgeschlossen werden kann, dass richtige Werte aufgrund falscher Annahmen erzielt werden („right answer for wrong reason“, HANNA ET AL. [3], Seite 26).

Aufgrund der speziellen Emissionssituation in der Landwirtschaft (bodennahe Quellen, diffuse Quellen, passive Quellen) und der erst kurzen Einsatzzeit von numerischen Modellen ergeben sich folgende Probleme:

Zum einen wird die Eignung des TA Luft Modells für die Landwirtschaft angenommen, ohne dass dafür ein hinreichender Nachweis geführt wurde. Dies gilt vor allem im Hinblick auf artgerechte Tierhaltungsverfahren. Zum andern fehlt es in der Landwirtschaft derzeit an einheitlichen Standards und Mindestanforderungen in Bezug auf die Ausbreitungsrechnung. Über die reine Ergebnisdarstellung hinaus werden häufig keine Angaben zu Eingabeparametern und deren Herleitung gemacht. Dies erschwert die fachliche Bewertung und die Reproduktion der Ergebnisse. Zudem liegen für den landwirtschaftlichen Bereich derzeit keine Erkenntnisse vor, welchen Einfluss landwirtschaftsspezifische Eingabeparameter und deren Variation auf das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung besitzen. Darüber hinaus fehlen für die Landwirtschaft und deren typische Emissionssituationen Qualitätsstandards bezüglich der numerischen Simulation. Abschließend ist noch der Mangel an belastbaren Vergleichsdatensätzen aus der Natur vor allem für Außenklimaställe zu nennen. Dies erschwert die Vergleichbarkeit, Transparenz und Bewertung bisheriger und zukünftiger Ergebnisse speziell auf der Ebene der Genehmigungsbehörden.

### 3 Zielstellung

Aufgrund der angesprochenen Probleme wurde eine Zielsetzung innerhalb des Verbundprojektes *Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren* definiert, die in erster Linie zur Qualitätssicherung der Ausbreitungsmodellierung in der Landwirtschaft beitragen soll. Ziel des Arbeitsprogramms ist die zweistufige Evaluierung des Ausbreitungsmodells *austal2000-g*. Diese setzt sich zusammen aus einer Sensitivitätsanalyse und einer Vorhersage-Validierung. Damit sollen die Schwankungsbreiten im Er-

gebnis, die durch Eingabeparameter verursacht werden, untersucht und durch den Vergleich mit Naturdaten die Tauglichkeit von austrial2000-g für den landwirtschaftlichen Bereich erbracht werden. Dadurch soll zukünftig eine fachgerechte Anwendung gewährleistet und die unabhängige Bewertung von Gutachten aus dem landwirtschaftlichen Bereich ermöglicht werden. Es soll zudem gezeigt werden, welche Anwendungsmöglichkeiten durch austrial2000-g entstehen können.

## 4 Material und Methoden

Das gewählte Vorgehen leitet sich aus den Ausführungen von BORREGO ET AL. [1] her. Als Überbegriff für die Bewertung von Qualität und Eignung numerischer Modelle wird **Evaluierung** verwendet. Diese unterteilt sich in fünf Stufen:

- Verifikation
- Validierung
- Sensitivitätsanalyse
- Unsicherheitsanalyse
- Modell-Vergleich

Im Rahmen dieser Untersuchung finden eine Validierung und eine Sensitivitätsanalyse statt.

### 4.1 Sensitivitätsanalyse

Dieser Schritt der Evaluierung klärt in Betrag, Richtung und Art (linear oder nicht-linear), den Einfluss von Eingabeparametern auf das Ergebnis der Simulation. Bei JACOB ET AL. [4] spricht man sich für die Durchführung von Sensitivitätsanalysen aus, um anhand der Ergebnisse feststellen zu können, welchen Einfluss vereinfachte Annahmen und vernachlässigte Parameter auf das Simulationsergebnis ausüben (Über- oder Unterbewertung). Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse werden die Stoffe Staub (PM 100), Ammoniak und Geruch untersucht. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die untersuchten Parameter. Dabei wird die Emission in allen Rechenläufen konstant gehalten. Die sich daraus ergebenden Bestandsgrößen sind ebenfalls der Tabelle zu entnehmen. Die Untersuchung der 440 durchgeführten Rechenläufe erfolgte mit Hilfe von austrial2000-g Version 2.2.1.

Tab. 1: Überblick über die untersuchten Parameter

Allgemeine Randparameter		Quellparameter	
<b>Bezeichnung</b>	<b>untersuchte Varianten</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>untersuchte Varianten</b>
Gittergröße (horizontal)	10x10, 15x15, 20x20 m, geschachtelt 10/20/40 m	Quellentyp	Punkt-, Flächen-, Volumen-, oder vertikale Linienquelle
Gittergröße (vertikal)	Standard-Profil austal2000 3m-Stufen	Fahnenüberhöhung	mit bzw. ohne Überhöhung
Anemometerposition	in Abhängigkeit von der Geländeform	Austrittsgeschwindigkeit	ganzjährig konstant; VDI 3471/3472; VDI 3782
Rauhigkeitslänge	$z_0 = 0,1$ ; $z_0 = 0,2$ ; $z_0 = 0,5$	Zeitanteil der Überhöhung	Sommer – Winter; kalte Tage – warme Tage
Geländeeinfluss	mit bzw. ohne Gelände	<b>Emissionsrate 32,86 MGE/h</b> entspricht Betrieben von 1.500 Mastschweinen 64. 000 Legehennen 75. 000 Masthähnchen	
Gebäudeeinfluss	mit bzw. ohne Gebäude		

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Lage der Beurteilungspunkte für die Auswertung der Ergebnisse. Abbildung 2 zeigt die den Rechenläufen zugrundegelegte Windrichtungsverteilung.



Abb. 1: Lage der Beurteilung

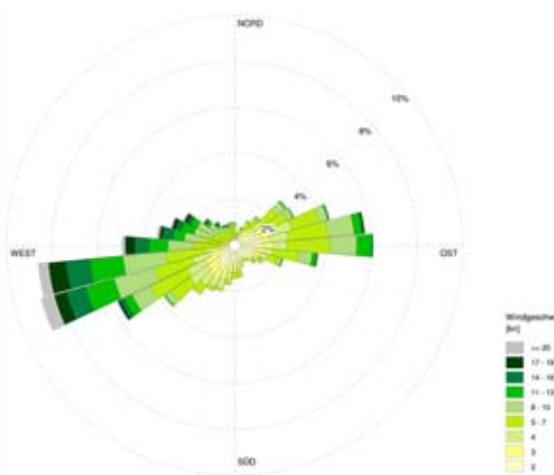


Abb. 2: Verwendete Windrichtungsverteilung

## 4.2 Validierung

Nach VDI 3788 [9] kann zwischen vier Validierungsformen unterschieden werden:

- Vorhersage-Validität
- Kriteriums-Validität
- Inhalts-Validität
- Konstrukt-Validität

Neben der Auswahl der Validierungsform, stellt die Festlegung von geeigneten Kriterien zur Bewertung der Modellierungsergebnisse einen wesentlichen Punkt dar. In Anlehnung an die Darstellung von BORREGO ET AL. [1] dienen als Kriterien:

- Vorhersagequalität der maximalen Konzentration
- Vorhersagequalität der Überschreitungshäufigkeit von Grenz- und Schwellenwerten
- Vorhersagequalität von Konzentrationsschwankungen in Zeit und Raum
- Vergleich von simulierten mit gemessenen Werten

Dadurch entstehen zum einen Anforderungen an die Validierungsdatensätze, zum anderen ergeben sich Unsicherheiten, mit denen eine solche Validierung verbunden ist. Dabei setzt sich die Unsicherheit, mit denen das Modellergebnis behaftet ist, aus folgenden Parametern zusammen:

- Unsicherheiten in der Modellphysik
- Unsicherheiten im Vergleichsdatensatz
- Numerische und statistische Unsicherheiten

Um diesen Unsicherheiten Rechnung zu tragen, wurde für die vorliegende Untersuchung festgelegt, dass die Validität erreicht ist, wenn die simulierten Daten nicht mehr als  $\pm 5\%$  -  $15\%$  von den gemessenen Werten abweichen. Dies entspricht dem Vorgehen im EU-Projekt „SATURN-Eurotrac 2“ (BORREGO ET AL. [1]). Für die vorliegende Untersuchung wurde eine Vorhersage-Validierung gewählt. Hierbei handelt es sich um den Vergleich von berechneten Daten mit Messdaten (Naturdaten/Windkanal). Für die Erhebung der Naturdaten wurden Rasterbegehungen nach VDI 3940/1 [8] an einem Bullenmastbetrieb (Außenklimastall) im Landkreis Erding durchgeführt. Es handelt sich dabei um einen freistehenden Außenklima-Tretmiststall (Länge 60 m, Breite 20 m, 180 Mastbullenplätze) mit Querlüftung und offenem First. Die Begehungszeiträume und die Lage der Rasterpunkte wurden auf die vorgefundene Vegetationsstruktur abgestimmt. Der erste Teil der Begehung wurde zwischen der 31. KW und 45. KW im Jahr 2004 durchgeführt. Ein weiterer Begehungsblock fand zwischen der 29. KW und 36. KW im Jahr 2005 statt.

Die Datenerfassung erfolgte mit Hilfe einer Begehungssoftware (MF3; Firma ECOMA), die auf PDAs (Fujitsu Siemens Pocket-Loox600) betrieben wird. Die Markierung der 60 Rasterpunkte im Feld erfolgte über Holzpflocken, die mit GPS-Unterstützung (GS5; Firma LEICA) eingemessen wurden. Die Größe der 18 Rasterflächen beträgt 20 x 20 m. Ein Überblick über die Lage der Begehungsflächen findet sich in Abbildung 3.

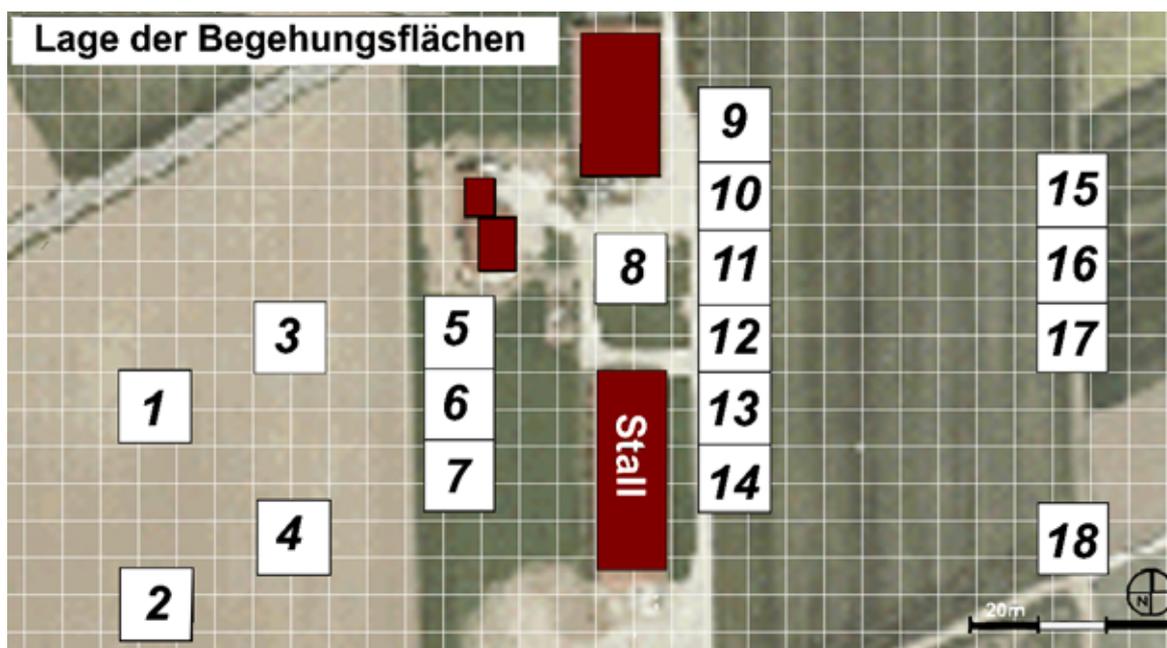


Abb. 3: Lage der Begehungspunkte

Die Eignungstests der 16 Probanden wurden mit Hilfe eines dynamischen Olfaktometers (TO8; Firma ECOMA) nach DIN EN 13527 [14] durchgeführt. Innerhalb des Begehungszeitraums wurden an mehreren Terminen während der Begehung Geruchsproben aus der Stallung entnommen, die anschließend olfaktometrisch untersucht wurden. Zur kontinuierlichen Erfassung der Außenklimaparameter auf dem Versuchsbetrieb wurde eine Wetterstation (Firma Thies, Göttingen) gemäß VDI 3786 [10] mit Windgeschwindigkeitsgeber, Windrichtungsgeber, Thermometer, Hygrometer sowie Pyranometer installiert. Der Mittelungszeitraum für Windgeschwindigkeit und Windrichtung beträgt 10 Minuten. Aus den Wetterdaten der Begehungstermine wurde die Zeitreihe für die Vergleichsrechnung generiert. Dadurch fließen die meteorologischen Randparameter in die Berechnung ein, die auch bei den Begehungen vorherrschten.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Sensitivitätsanalyse

Tabelle 2 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse. Es ist dabei anzumerken, dass bei den meisten Parametern kein linearer Zusammenhang zu erkennen ist, sondern dass häufig die vorherrschende Hauptwindrichtung und der Abstand zur Quelle die Sensitivität mit beeinflusst. Bei der Mehrheit der untersuchten Parameter zeigt sich der Trend, dass mit steigendem Abstand die Schwankungsbreiten hin zum unteren Wert tendieren.

Tab. 2: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse für Geruch

Parameter	Schwankungsbreite [%]	Bemerkung
Anemometerposition	10 - 80	große räumliche Unterschiede
Fahnenüberhöhung	10 - 40	abhängig von Windrichtung und Abstand zum Stall
Summationseffekt (Gutachter)	10 - 20	abhängig von Windrichtung und Abstand zum Stall
Gebäudeeinfluss	5 - 10 0 - 5	im Nahbereich /Hauptwindrichtung Nebenwindrichtung
Zeitanteil der Überhöhung	0 - 5	Unterschiede meist nur im Nahbereich
Geländeeinfluss	0 - 10	mit Gelände höhere Werte
Quellart	0 - 20	Punktquelle liefert niedrigsten Wert
Vertikalprofil	~ 0	kein Einfluss erkennbar
Rauhigkeitslänge	0 - 20	abhängig von Windrichtung und Abstand zum Stall

### 5.1.1 Einfluss der Anemometerposition

Neben diesem allgemeinen Überblick sollen noch zwei Ergebnisse ausführlicher beleuchtet werden. Dies ist zum einen der Einfluss der Anemometerposition. Abbildung 4 zeigt den Einfluss der Anemometerposition auf das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung. Dabei wird die Berechnung mit identischen Eingangsdatensätzen durchgeführt, lediglich die Position innerhalb des Beurteilungsgebietes wird geändert. Während Position A am Rande einer Bergkuppe liegt, ist das Anemometer bei Position B am Fuße eines Hanges positioniert. Dadurch werden unterschiedliche Windfelder generiert, die zu dem oben dargestellten Immissionsmuster führen. Es ergeben sich große räumliche Unterschiede, die mehrere Hektar betragen können. Dies spiegelt sich auch bei den Beurteilungspunkten wider.

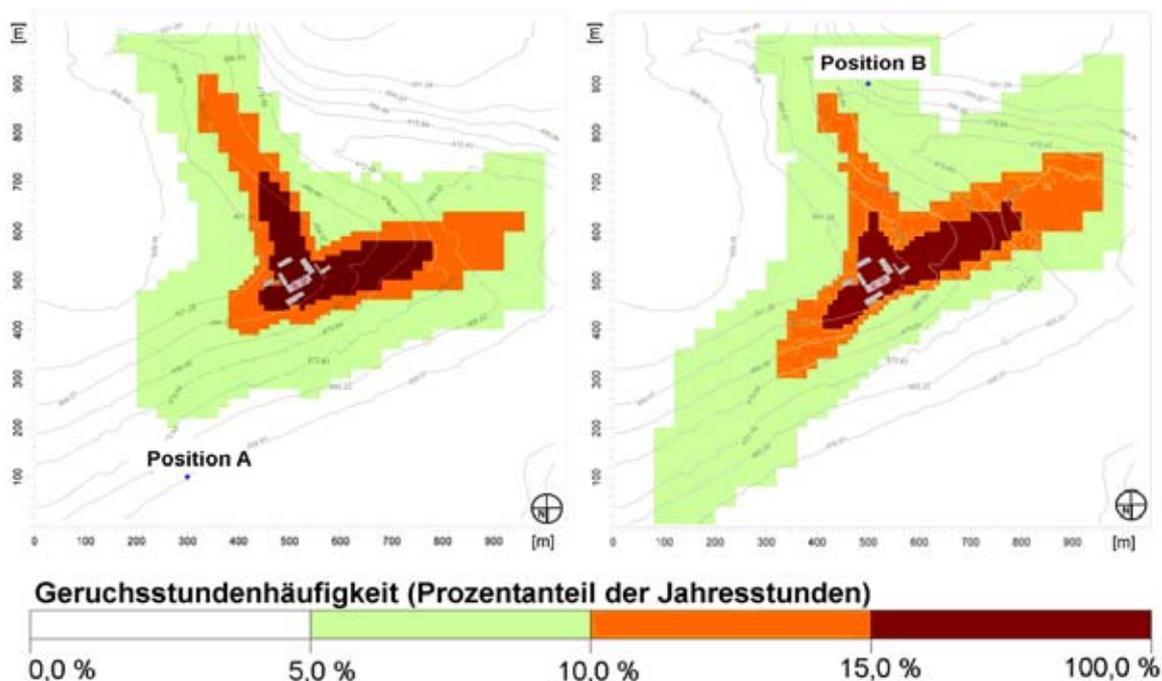


Abb. 4: Einfluss der Anemometerposition auf die Geruchsstundenhäufigkeit

Während bei Position A für BUP\_10 eine Überschreitungshäufigkeit von 20,7 % der Jahresstunden berechnet wird, liegt diese bei Position B bei 12,8 %. Da die Grenze der Geruchsimmisionsrichtlinie (GIRL [13]) für zulässige Wohnbebauung im Dorfgebiet bei 15% der Jahresstunden liegt, zeigt sich die genehmigungsrechtliche Konsequenz. Während bei Position B eine Wohnbebauung noch zulässig wäre, würde diese bei Position A versagt.

### 5.1.2 Einfluss des Gutachters

Der Anhang 3 der TA Luft setzt allgemein fest, nach welchen Leitsätzen eine Ausbreitungsrechnung durchzuführen ist. Dabei sind jedoch Spielräume vorhanden, innerhalb derer die Eingangsparameter gewählt werden können. In Tabelle 3 sind zwei TA Luft konforme Herangehensweisen dargestellt, mit denen eine Ausbreitungsrechnung durchgeführt werden kann.

Tab. 3: Gutachteransätze

Gutachter A	Gutachter B
- Rechengitter: 15m x 15m (horizontal) Standard (vertikal)	- Rechengitter: geschachtelt 10-20-40 m (horizontal) 3m Schritte (vertikal)
- vertikale Linienquelle	- Punktquelle
- Rauigkeitslänge $z_0 = 0,5$	- Rauigkeitslänge $z_0 = 0,2$
- ohne Gelände (max. Steigung <0,05)	- mit Gelände (max. Steigung <0,05)
- ohne Gebäude	- mit Gebäude
- ohne Überhöhung	- ohne Überhöhung

Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen von Gutachter A und Gutachter B. Daraus wird ersichtlich, dass die Immissionsfahnen in ihrer räumlichen Ausdehnung durchaus Ähnlichkeiten aufweisen. Es zeigt sich jedoch, dass sich bei Gutachter B im Bereich der Gebäude aufgrund der simulierten Gebäudeumströmung eine deutlich gequetschtere Kurve als bei Gutachter A ergibt. Die Unterschiede bei den beiden Gutachtern liegen im Bereich von ca. 20%. Das Immissionsmuster bei Gutachter B ähnelt Ausbreitungsrechnungen, die mit Fahnenüberhöhung gerechnet werden. Im Rahmen der Vorhersage-Validierung zeigte sich, dass Gutachter A im vorliegenden Fall die tatsächliche Situation besser widerspiegelt. Dies gilt vor allem für die Nebenwindrichtungen (Nord und Süd) im Bereich der Hofstelle. Bei windstillen Wettersituationen, bei denen sich die Abluft diffus auf der Hoffläche und um die Gebäude verteilt, trifft die breitere Immissionsfahne von Gutachter A das Ausbreitungsverhalten besser.

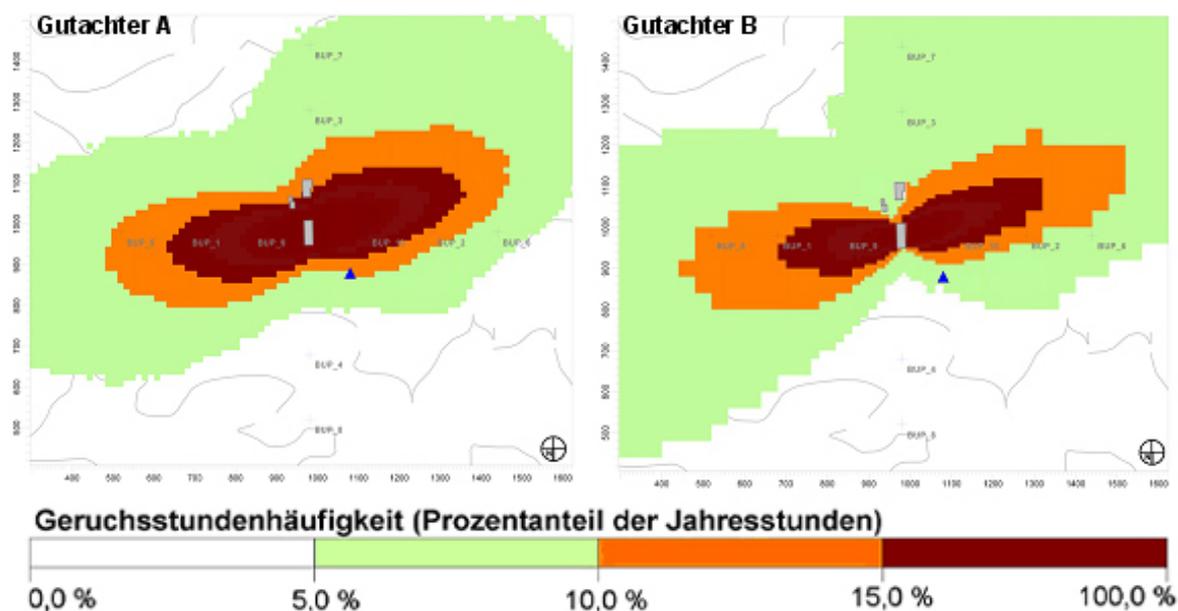


Abb. 5: Einfluss des Gutachters auf die Geruchsstundenhäufigkeit

### 5.1.3 Zusammenfassung

Zusammenfassend ergeben sich aus den Untersuchungen zur Sensitivität des Ausbreitungsmodells austal2000-g folgende Erkenntnisse. Unabhängig vom Parameter treten im Nahbereich größere Schwankungen auf als im Fernbereich. Dies ist vor allem im Hinblick auf den Einsatz von austal2000-g bei Sonderfallbeurteilungen zu beachten, da diese nach VDI 3471 [11] und VDI 3472 [12] bei Abständen von weniger als 100 m durchgeführt werden.

Innerhalb der Untersuchung stellten sich die Anemometerposition und die Überhöhungformel als die sensitivsten Parameter mit dem größten Einfluss auf das Simulationsergebnis heraus. Hier wurden bei einzelnen Beurteilungspunkten Abweichungen von bis zu 80% erreicht. Andere Randparameter (z.B. Gittergröße) zeigten einzeln betrachtet einen geringen Einfluss auf das Simulationsergebnis. Wie jedoch am Beispiel der beiden Gutachter dargestellt werden konnte, können sich zum Teil erhebliche Summationseffekte ergeben.

Anhand der ermittelten Ergebnisse ist es nun möglich, Gutachten anhand der gewählten Eingangsparameter für die Ausbreitungsrechnung zu bewerten und gegeneinander abzuwägen. Dadurch können parteiische Ausbreitungsrechnungen aufgedeckt werden. Dies setzt jedoch voraus, dass sämtliche Eingangsparameter bei der Durchführung einer Ausbreitungsrechnung offen gelegt werden.

## 5.2 Vorhersage-Validierung

Nach Abschluss der Feldmessungen, wurden die gemessenen Ergebnisse mit denen der Simulation verglichen. In einem ersten Vergleich wurden folgende Einstellungen gewählt:

- 10% Geruchswahrnehmung im Feld = Geruchsstunde (Kriterium der GIRL [13])
- Emissionsrate 12GE/GV\*s (Literaturwert, MATINEC [15])

Abbildung 6 zeigt den Vergleich von gemessenen Werten und simulierten Werten. Die Graustufung der Begehungsflächen zeigt, ob die Simulation die gemessenen Daten unterschätzt (hellgrau), ob die Werte innerhalb des in 4.1 definierten Schwankungsbereiches liegen (dunkelgrau) oder ob die Simulation zu einer Überschätzung gegenüber der Realität führt (schwarz). Bei einer Überschätzung wird das Qualitätskriterium nicht eingehalten, es ergeben sich aber im Vergleich zur Natur konservativere Werte. In diesen Fällen ist die Ausbreitungsrechnung als die schärfere Methode anzusehen. Das heißt für den Anwendungsfall, dass betroffene Anwohner nicht benachteiligt werden, sondern das Programm größere Abstände berechnet.

Es zeigt sich, dass durch die gewählten Einstellungen das Begehungsergebnis vom Prognosemodell deutlich unterschätzt wird. Lediglich zwei von 18 Flächen erfüllen das geforderte Qualitätskriterium (siehe 4.2). Die maximale Unterschätzung liegt bei 61.3 % für die Begehungsfläche 18 im Südosten der Stallung.

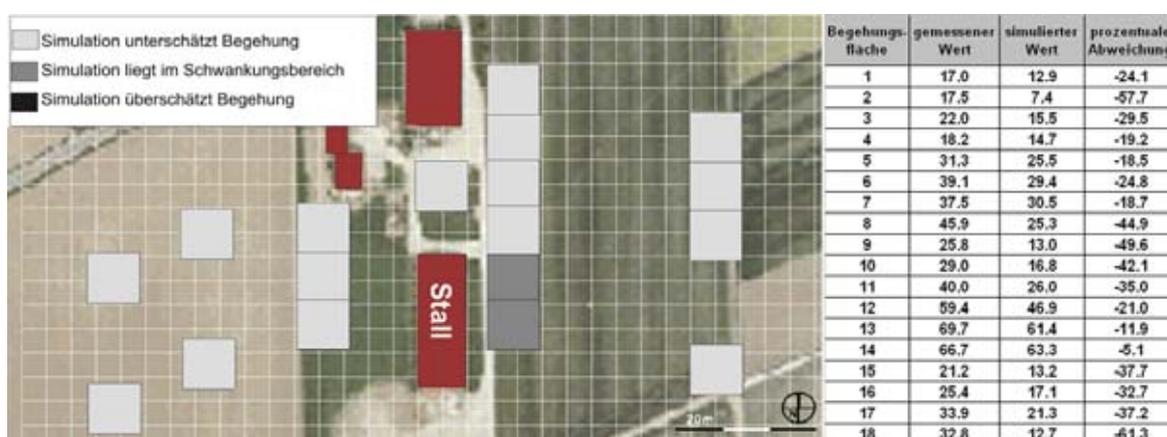


Abb. 6: Vergleich Begehung und Simulation

Da nur diese geringe Übereinstimmung erreicht werden konnte, wurde der Einfluss von Geruchsstundendefinition und Emissionsrate untersucht und folgende Änderungen vorgenommen. Im Gegensatz zur GIRL [13], wurde bei den Naturmessungen eine Geruchsstunde erst gewertet, wenn in 15% des Begehungsintervalls ein Geruch erkennbar war. Dies ist nach den Vorgaben der VDI 3940/Blatt 1 [8] zulässig. Zudem wurde die Emissionsrate von 12 GE/s auf 20 GE/s angehoben. Das Ergebnis ist in Abb. 7 dargestellt. Durch die Änderungen konnte erreicht werden, dass eine wesentlich bessere Übereinstimmung erzielt wurde. Eine Fläche wird nach wie vor unterschätzt. Sieben Flächen liegen innerhalb des Kriteriums und mit 10 Flächen werden mehr als die Hälfte der Flächen überschätzt. Es lässt sich aber keine eindeutige Tendenz erkennen, wo Flächen unter-, bzw. überschätzt werden. Zudem ist anzumerken, dass die maximale Überschätzung mit 45,7% relativ hoch ist.

Bei der unterschätzten Fläche (Fläche 1) zeigt sich zudem eine interessante Auffälligkeit. Während es bei der Begehung im Südwesten zu einem Wiederanstieg der Geruchswahrnehmung kam, konnte dieser Effekt mit keiner der gewählten Modelleinstellungen nachgebildet werden. Dieser Wiederanstieg der Geruchswahrnehmung bei Trauf-First gelüfteten Ställen konnte auch bei Fahnenbegehungen an anderen Ställen festgestellt werden. Somit stößt in diesem Bereich das Modell an seine Anwendungsgrenzen.

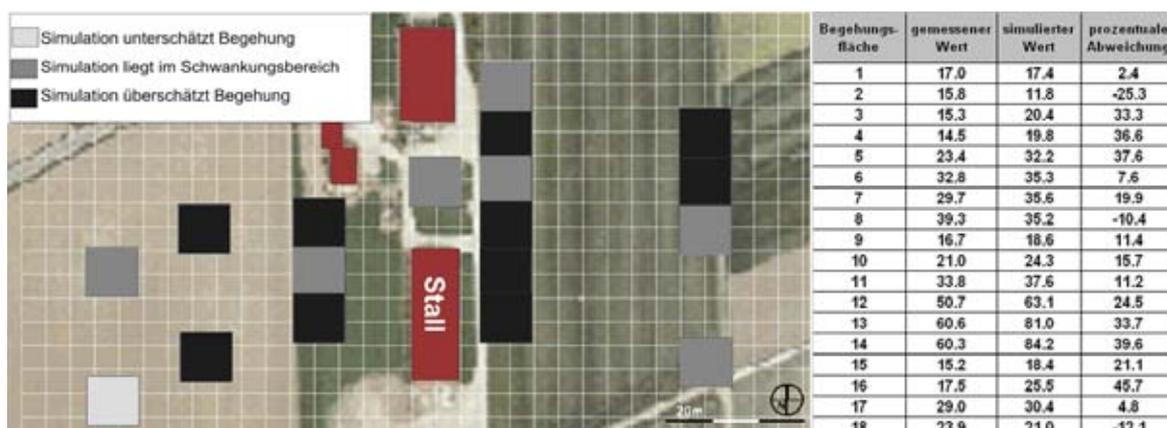


Abb. 7: Vergleich Begehung und Simulation nach der Anpassung

### 5.3 Anwendungsbereich UVP

Wesentlicher Bestandteil einer Umweltverträglichkeitsprüfung ist der Vergleich der bestehenden Belastungssituation mit den möglichen zukünftigen Auswirkungen. Hierzu kann die Ausbreitungsrechnung als Instrumentarium eingesetzt werden, da die betrachteten Szenarien in ihrer Umweltwirkung gegeneinander abgewogen werden können. Nachfolgendes Beispiel zeigt die Auswirkung einer möglichen Umstellung eines Mischbetriebes mit verstreut liegenden Stallungen auf reine Bullenmast. Abbildung 8 zeigt die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung. Daraus wird ersichtlich, dass die Situation in Bezug auf Geruch nach der Baumaßnahme im Vergleich zu vorher wesentlich verbessert werden kann. Während im Bestand ein großer Teil des nordwestlich anschließenden Wohngebiets mit erheblichen Geruchswahrnehmungen (mehr als 15% der Jahresstunden mit Geruchswahrnehmung) rechnen muss, lässt sich die betroffene Fläche durch die Planung um ca. 6 ha reduzieren.

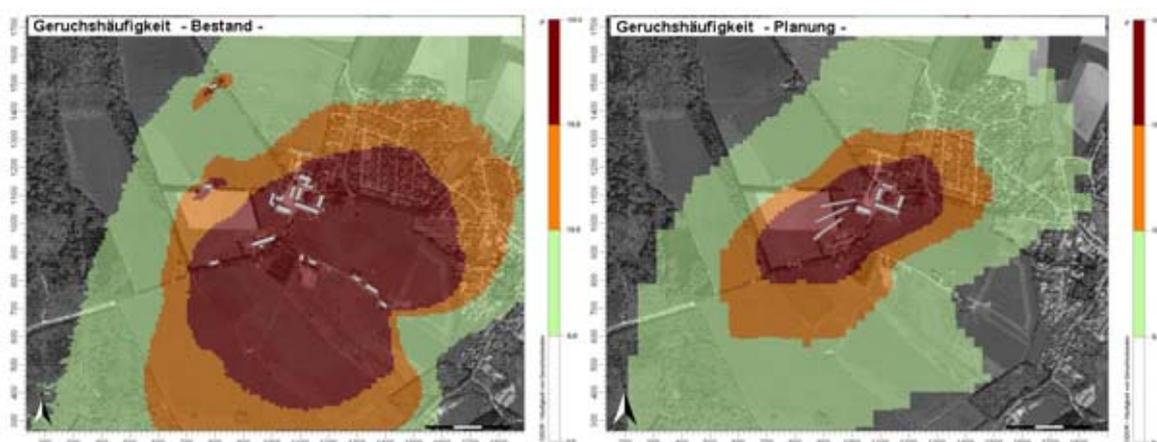


Abb. 8: Vorher-Nachher-Vergleich bei UVP-Verfahren

## 5.4 Anwendungsbeispiel Aufstallungsform

Bedingt durch die politische Diskussion um die Änderung der Aufstallungsform bei Geflügel, gewinnt auch die Frage nach Mindestabständen bei der wesentlichen Anlagenänderung an Bedeutung. Denn eine Änderung der Aufstallungsform (z.B. Umstellung der Käfighaltung auf Voliere) wirkt sich durch die Ammoniakemissionsfaktoren der TA Luft direkt auf die Mindestabstände aus. Durch die in der Vergangenheit praktizierte Aussiedlungspraxis von Geflügelhaltungsbetrieben an den Waldrand, kann es durch die Umstellung zu Problemen bei der Einhaltung dieser Mindestabstände kommen. Dies kann zur Verweigerung der Änderungsgenehmigung führen. Mit Hilfe einer Ausbreitungsrechnung wird für einen Legehennenbetrieb mit 8.000 Tieren (27,2 GV) die mögliche Konsequenz in Bezug auf die Immissionssituation aufgezeigt. Abbildung 9 zeigt die berechneten Ammoniakkonzentrationen. In der linken Bildhälfte ist die Immissionssituation für die Käfighaltung, in der rechten für die Volierenhaltung dargestellt. Es zeigt sich, dass bei dem vorliegenden Beispiel in der Hauptwindrichtung für die Haltung in Volieren ein vierfach größerer Mindestabstand (Anstieg von 20 m auf 80 m) in Bezug auf Ammoniak notwendig wird, um den Grenzwert der TA Luft von  $3 \mu\text{g}$  einzuhalten.

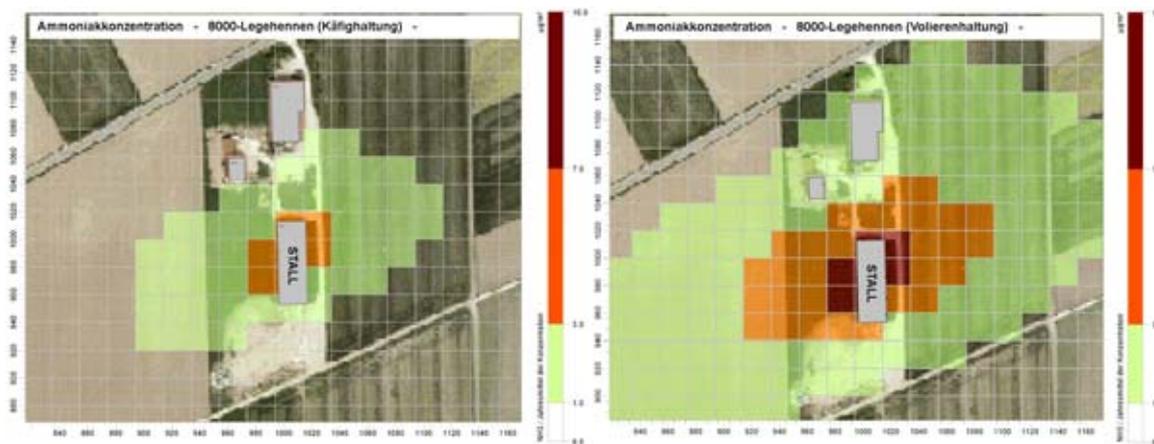


Abb. 9: Einfluss der Aufstallungsform bei der Geflügelhaltung

## 5.5 Anwendung bei der Laufhofplanung

Durch die Forderungen nach einer artgerechteren Tierhaltung erfolgt in der Rinderhaltung verstärkt die Anlage von Laufhöfen und Ausläufen. Dies führt dazu, dass eine weitere bodennahe diffuse Quelle in die Betrachtung mit einbezogen werden muss. Sowohl bei Neuplanungen als auch bei wesentlichen Änderungen können Laufhöfe einen erheblichen Beitrag zur Verstärkung der Geruchswahrnehmung leisten. Mit Hilfe von Vergleichsrechnungen konnte gezeigt werden, wie sich die Lage der Lauffläche in Bezug zum Gebäude auf das Immissionsverhalten auswirkt. Je nach Windrichtungsverteilung und Lage des zu beobachtenden Aufpunktes der Immission kann mit einer standortangepassten Lage des Laufhofes ein erheblicher Einfluss auf die Geruchswahrnehmung ausgeübt werden. In Abbildung 10 sind die Ergebnisse von zwei Rechenläufen dargestellt. Die linke Bildhälfte zeigt die Geruchshäufigkeit, wenn nur auf einer Seite des Laufhofes eine Bebauung angeordnet wird. Bei einer beidseitigen Abschirmung des Laufhofes in Hauptwindrichtung ergibt sich die Situation, wie sie in der rechten Bildhälfte dargestellt ist. Durch diese Maß-

nahme kann der Mindestabstand der Geruchsimmissionsrichtlinie (GIRL) zur angrenzenden Wohnbebauung eingehalten werden und damit die Genehmigungsfähigkeit erreicht werden. Die Reichweite in der im vorliegenden Fall mit erheblichen Belästigungen (Anteil der Geruchsstunden > 15%) gerechnet werden muss, kann von 120 m auf 80 m verringert werden.

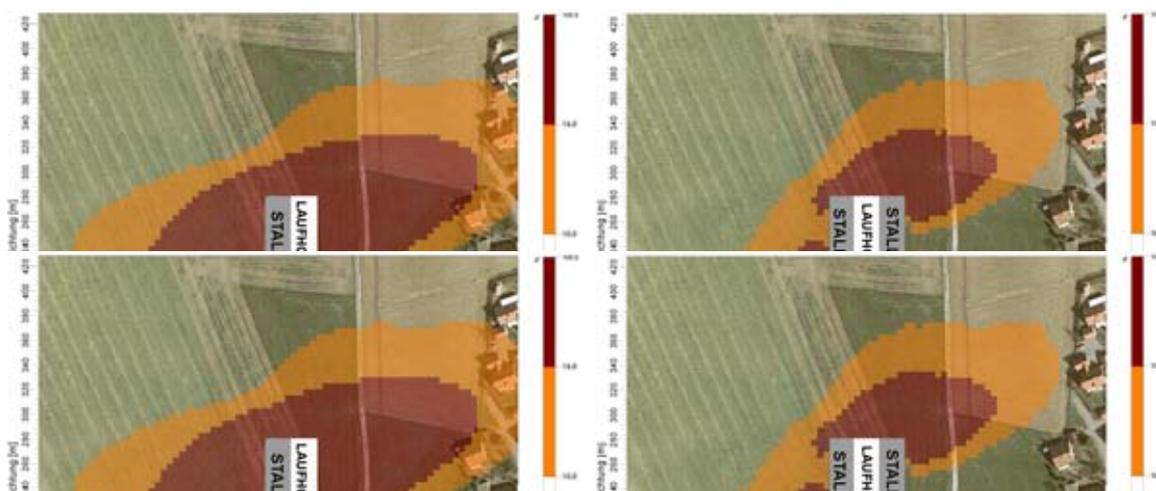


Abb. 10: Einfluss der Gebäude bei der Laufhofplanung

## 6 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass weiterer Forschungsbedarf besteht, da in Bezug auf den landwirtschaftlichen Bereich und die hier vorhandenen Aufstallungsformen das Modell *austal2000-g* noch nicht ausreicht, um überzeugend die in der Natur auftretende Situation widerzuspiegeln. Die Sensitivitätsanalyse erwies sich als überaus sinnvoll, da dadurch eine Bewertung von Gutachten möglich wird. Da zudem manche Parameter als weniger sensitiv einzustufen sind als zunächst angenommen (z. B. Zeitanteil der Fahnenüberhöhung während des Jahres), kann hier in Zukunft die Eingabe vereinfacht werden. Es zeigt sich aber auch, dass gerade dieser Parameter derzeit nicht ausreichend genau im Modell wiedergegeben wird, da sonst hier ein stärkerer Einfluss zu erkennen sein müsste. Dieser Parameter ist also bei der Simulation weit weniger sensitiv, als dies in der Natur zu erwarten ist.

Die Ergebnisse zeigen die Notwendigkeit solcher Untersuchungen, wie sie hier durchgeführt wurden, für die sach- und fachgerechte Anwendung von Ausbreitungsprogrammen. Nur durch systematische Untersuchungen kann eine Qualitätssicherung bei der Ausbreitungsrechnung erreicht werden. Es zeigt sich, dass durch die Regelungen der TA Luft für den Bereich der Landwirtschaft ein Spielraum vorhanden ist, den es zukünftig zu schließen gibt. Es zeigt sich aus der Arbeit zudem, dass aufgrund der Modellgeometrie und der Unsicherheit von Eingangsparametern eine kommagenauere Ergebnisbewertung in der Praxis nicht fachgerecht ist, und dass ein Schwankungsbereich bei der zukünftigen Bewertung von Ausbreitungsrechnungen berücksichtigt werden muss. Dabei könnte der Schwankungsbereich von  $\pm 15\%$ , wie er bei der Validierung verwendet, wurde herangezogen werden.

Im Rahmen dieser Untersuchung konnten nicht alle Einflussparameter untersucht werden. Diese Lücke gilt es durch weiterführende Arbeiten zu schließen. Als wichtige Parameter sind hier die Nullpunktverschiebung zusammen mit der Anemometerhöhe in Abhängigkeit von der Rauheitslänge zu nennen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Untersuchung von zeit- und situationsabhängigen Emissionsfaktoren. Hier gilt es zunächst die vorhandene Datenlücke an belastbaren Emissionsraten zu schließen. Zudem soll die Validierung nach einzelnen Stabilitätsklassen erfolgen. Daraus sind neue Erkenntnisse zu erwarten, welche Modifikationen auch am Programm erforderlich sind, um die Übereinstimmung von Rechnung und Modellierung zu verbessern.

## Literaturverzeichnis

- [1] BORREGO, C., M. SCHATZMANN AND S. GALMARINI (2003): Quality Assurance of Air Pollution Models, In: Moussiopolous, Nicolas (Ed.), Air quality in cities, SATURN EU-ROTRAC-2 Subproject Final Report, Springer Verlag, Thessaloniki
- [2] BRITTER, R.E. (1994): The Evaluation of technical models used for major-accident hazard installation, Report EUR 14774 EN, Brussels
- [3] HANNA, S.R., J. CHANG, R. BRITTER UND M. NEOPHYTOU (2003): Overview of Model Evaluation History and Procedures in the Atmospheric Air Quality Area, In: [http://www.qnet-cfd.net/newsletter/5th/n5\\_26-28.pdf](http://www.qnet-cfd.net/newsletter/5th/n5_26-28.pdf), Network Newsletter Volume 2 No. 1, April 2003
- [4] JACOB, J., A.LOHMEYER UND N. SCHIESS (1999): Praxis der Berechnung und Bewertung von Gerüchen im Nahbereich niedriger Quellen in Sachsen, In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 59, Nr. 9, Seite: 357-361, September 1999
- [5] JANICKE CONSULTING, (2003): Entwicklung eines modellgestützten Beurteilungssystems für den anlagenbezogenen Immissionsschutz, UFOPLAN Forschungskennzahl 200 43 256, AUSTAL2000; Programmbeschreibung zu Version 1.0, Stand 2003-02-09, Dunum, Im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin
- [6] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), vom 24. Juli 2002; GMBI. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605; Carl Heymanns Verlag KG, Köln
- [7] Verein Deutscher Ingenieure (1999): Richtlinie VDI 3945/Blatt 3; Umweltmeteorologie Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Partikelmodell -; VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b; Beuth Verlag, Düsseldorf
- [8] Verein Deutscher Ingenieure (2003): Richtlinie VDI 3940/Blatt 1; Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen – Bestimmung der Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen Rastermessung; VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a; Beuth Verlag, Düsseldorf
- [9] Verein Deutscher Ingenieure (2000): Richtlinie VDI 3788/Blatt 1; Umweltmeteorologie Ausbreitung von Geruchsstoffen in der Atmosphäre – Grundlagen; VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b; Beuth Verlag, Düsseldorf
- [10] Verein Deutscher Ingenieure (2000): Richtlinie VDI 3786/Blatt 2; Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind; VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a; Beuth Verlag, Düsseldorf

- [11] Verein Deutscher Ingenieure (1986): Richtlinie VDI 3471; Emissionsminderung Tierhaltung - Schweine; VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 3; Beuth Verlag, Düsseldorf
- [12] Verein Deutscher Ingenieure (1986): Richtlinie VDI 3472; Emissionsminderung Tierhaltung - Hühner; VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 3; Beuth Verlag, Düsseldorf
- [13] Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen; Geruchsimmissions-Richtlinie – GIRL –; Fassung vom September 2004
- [14] Deutsches Institut für Normung (DIN); DIN EN 13725 Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie; VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a, Berlin, 2003
- [15] MARTINC, M., E. HARTUNG UND T. JUNGBLUTH: Daten zu Geruchsemissionen aus der Tierhaltung – Zusammenfassung und Analyse veröffentlichter Daten - , Studie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Arbeitspapier 260, Herausgegeben vom Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, 1998



---

# **Emissionen aus frei gelüfteten Ställen - Entwicklung von Messmethoden und Ergebnisse der Feldmessungen**

Dr. Friedhelm Schneider, Robert Eichelser, Dr. Stefan Nesper  
Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

## **Zusammenfassung**

Ziel des Vorhabens war die Erhebung von belastbaren Daten zu Emissionen moderner Rinder-, Schweine- und Geflügelställe zur Umsetzung des geltenden europäischen und deutschen Rechts im Spannungsfeld artgerechter, innovativer Tierhaltungsverfahren und Immissionsschutz. Dazu notwendig war die Entwicklung geeigneter Messverfahren für Volumenstrom, Staub, Ammoniak und Geruch und deren Praxistest an unterschiedlichen Stallsystemen. Hierzu wurden an 12 Ställen (4 Milchvieh, 1 Mastbullen, 3 Mastschweine, 3 Legehennen und 1 Mastputen) im Sommer, Winter und Frühjahr jeweils die Konzentrationen von über 20 unterschiedlichen Parametern erhoben (u. a. Staubmasse, Endotoxin, Keime, Partikelanzahl, Ammoniak, Methan, Lufttemperatur, rel. Luftfeuchte). Eine Tracergasmethode zur kontinuierlichen Erfassung der Luftwechselrate an frei belüfteten Ställen wurde entwickelt und an drei Ställen (2 Milchvieh, 1 Mastbullen) erfolgreich eingesetzt. Die Methode eignet sich zur Erhebung von Emissionsraten an beliebigen Ställen mit freier Lüftung. Im Projekt ist es gelungen, bisher getrennt untersuchte Fragestellungen der Arbeitsmedizin, Tierhygiene und Umweltwirkung zu verknüpfen und für 12 Ställe Emissionsdaten zu erheben.

# **Emissions from Naturally Ventilated Livestock Houses – Development of Methods and Results of the Field Measurements**

Dr. Friedhelm Schneider, Robert Eichelser, Dr. Stefan Nesper  
Institute for Agricultural Engineering, Farm Buildings and Environmental Technology,  
Bavarian State Research Center for Agriculture,  
Voettinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan / Germany

## **Summary**

The purpose of the investigation was the registration of emission data for actual mainly naturally ventilated barns for cattle, pig and poultry. These data are necessary for the implementation of applicable European and German law in the area of conflicts caused by appropriated, innovative animal husbandry and emission control. To reach the aim it was necessary to develop suitable measurement techniques for ventilation rate, dust, ammonia and odour and their evaluation under field conditions for different housing systems. Therefore during summer, winter and autumn measurement campaigns have been carried out at 12 stables (4 dairy cows, 1 beef cattle, 3 fattening pigs, 3 laying hens, 1 turkey) to determine more than 20 parameters (e.g. dust, Endotoxin, germs, particle number concentration, ammonia, methane, air temperature, rel. air humidity). To determine ventilation rate of naturally ventilated stables continuously a tracer gas technique has been developed and tested at three cattle stables. This method is suitable for continuously measurements of the ventilation rate for different stables of different size and construction. As a further result of this project emission data for occupational and animal health, licensing procedures and environmental aspects have been compiled with standardized methods for 12 stables.

## 1 Einleitung

Zur Umsetzung des geltenden europäischen und deutschen Rechts im Spannungsfeld artgerechter, innovativer Tierhaltungsverfahren und des Immissionsschutzes fehlen Emissionsdaten für moderne Haltungssysteme. Grundlegend hierfür ist für unterschiedliche Tierarten und Haltungssysteme eine umfassende Quantifizierung der Emissionen von Ammoniak, klimarelevanter Treibhausgase wie Methan und Lachgas, Geruch und Staub (PM 10).

Für Emissionsmessungen in frei gelüfteten Ställen existieren keine einheitlichen Standards. Wichtige Parameter, die die Messung beeinflussen sind: Anzahl und Dauer der Messungen (Tag, Nacht, Sommer, Winter, Fütterung, Ruhephase), zeitliche Auflösung der Messwerterfassung (kontinuierlich oder integrativ), räumliche Verteilung der Probenahmestellen (Einzelmessung, Messspinne, mobil, stationär), Art und Empfindlichkeit der Messtechnik (z. B. für Ammoniak chemische Verfahren, Spektroskopie; oder für Staub direkte oder indirekte Messverfahren, online oder integrativ, mit oder ohne Trocknung der Probenluft). Daneben sind Alter und Anzahl der Tiere, Lüftungssystem, Art der Fütterung und Entmistung und der Betriebsleitereinfluss wichtige Parameter, die die Emissionen beeinflussen. Bei der kombinierten Erfassung verschiedener Gase und Stäube sind unterschiedliche Messkonzepte notwendig. Partikelemissionen müssen z. B. direkt im Stall gemessen werden. Das Absaugen von Probenluft durch Messgasleitungen für die Analytik der Stallluft, wie sie bei der Gasmessung angewandt wird, ist für die Staubmessung nicht realisierbar. Emissionsquellen sind im Stall nicht homogen verteilt. Während z. B. Methan abhängig von der Fütterung von den Rindern direkt abgegeben wird, emittiert Ammoniak aus dem Kot und Urin. Hierbei sind vor allem Menge und Beschaffenheit der verschmutzten Oberflächen sowie die Lufttemperatur relevant. Staubemissionen treten vor allem während der Fütterung oder Arbeitsabläufen auf und werden durch die Tieraktivität und Lüftung beeinflusst.

Ziel des Projektes war die Entwicklung von Messkonzepten für die kontinuierliche, zeitlich hochauflösende Erfassung gas- und partikelförmiger Emissionen (Ammoniak, Methan, Lachgas, Staub, Geruch) und des Volumenstroms an frei belüfteten Ställen sowie die Ermittlung von Emissionsraten an modernen Haltungssystemen der Rinder-, Schweine-, und Geflügelhaltung.

## 2 Material und Methoden

Bei der Auswahl der Messmethoden und Messkonzepte wurden bestehende Regelwerke und Empfehlungen berücksichtigt. Für die Emissionsmessung von Staub und die Anforderungen an Staubmessgeräte existieren unterschiedliche Regelwerke, die je nach Fragestellung zur Anwendung kommen (Arbeitsmedizin: DIN EN 481 [1], VDI 2265 [2], Umweltwirkung: DIN EN 12341 [3]). Für die Erfassung der Ammoniakkonzentration gibt es Empfehlungen z. B. des KTBL [4] und Erfahrungen aus eigenen bisherigen Untersuchungen am Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik. Eine umfassende Beschreibung gängiger Emissions- und Partikelmesstechniken ist im Rahmen der wissenschaftlichen Betreuung der bayerischen Pilotvorhaben für artgerechte Tierhaltung erfolgt und wird gesondert veröffentlicht. Probenahme und Durchführung der Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration durch Dynamische Olfaktometrie ist in der DIN EN 13725 [5] geregelt. Die arbeitsmedizinischen Untersuchungen zur Konzentration von Staub, Endoto-

xin und luftgetragenen Keimen wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut und der Poliklinik für Arbeits- und Umweltmedizin der LMU München und der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft (LBG) Niederbayern/Oberpfalz und Schwaben, Augsburg durchgeführt.

Die Methoden und die Messgeräte, die in diesem Projekt eingesetzt wurden, werden im Folgenden beschrieben.

## 2.1 24-Stundenmessung, kontinuierlich

Für die 24-Stunden-Tagesgangmessung wurden zwei baugleiche Messboxen entwickelt. Jede Messbox beinhaltet ein Ammoniakmessgerät, ein Staubmessgerät und ein Streulichtphotometer. Jedes Messgerät verfügt über eine angepasste Probennahmesonde mit möglichst kurzen unverwinkelten Probenluftwegen. Stromversorgung, Pumpen und Datenloggersysteme sind in die Messbox integriert sowie ein Klimagerät zum Schutz vor Überhitzung oder Kondensation. Die Messwerte werden synchron mit einer Zeitauflösung von einer Minute geloggt. Zusätzlich wurden mit der selben Zeitauflösung Lufttemperatur, rel. Feuchte und Windgeschwindigkeit am Probenahmeort erfasst. Die Messungen erfolgten jeweils im Sommer, Winter und Frühjahr an 12 Ställen.

Die Messung der Ammoniakkonzentration erfolgte photoakustisch mit einem Gerät der Firma ppm-Messtechnik, Chieming, Modell MAC 2040. Die Probenluft wird über einen PTFE-Filter der Firma Schleicher und Schüll, Modell Rezist 30 mit 5 µm-Porenweite angesaugt und gelangt anschließend direkt über einen ca. 15 cm langen Schlauch in die Messzelle. Die Messgenauigkeit liegt bei  $\pm 5\%$  in einem Messbereich zwischen 0,5 und 100 ppm. Das Gerät verfügt über eine Wasserdampfkorrektur und wurde regelmäßig an einer Gasmischstation kalibriert.

Für die kontinuierliche Messung der Staubkonzentration wurde ein dreistufiger virtueller Impaktor der Firma Hund, Wetzlar, Modell Respicon TM verwendet. Es wurden simultan die einatembare (PM 100), thorakale (PM 10, entspricht Feinstaub nach einer Veröffentlichung des UBA [6]) und alveolengängige (PM 4) Staubfraktion gesammelt, bei einem Gesamtprobenluftstrom von 3,11 l/min. Zusätzlich wird die Dynamik der Partikelabscheidung jeder Größenfraktion streulichtphotometrisch erfasst. Die Partikelabscheidung erfolgte analog zu den anderen Staubmessungen auf fluorkohlenstoffbeschichteten Borsilikatglasfaserfiltern (37 mm, Fiberfilm, Firma Pall). Die Gravimetrie wurde von der LBG Baden-Württemberg durchgeführt. Die Dauer der Sammlung betrug 24 Stunden.

Das für die Messung der Partikelkonzentration verwendete Streulichtphotometer der Firma Grimm, Ainring, Modell 1.108 ist ein 2,5 kg leichtes, sehr handliches Gerät (24 cm x 12 cm x 6 cm). Es besitzt als Lichtquelle eine Halbleiter-Laserdiode, mit einer Wellenlänge von 780 nm und detektiert das Streulicht unter einem Winkel von 90°. Die Signalhöhe wird in 15 Kanäle klassifiziert. Die unteren Kanalgrenzen bzw. die entsprechenden optischen Latex-Äquivalentdurchmesser  $D_{50}$  (in µm) liegen bei 0,3 – 0,4 – 0,5 – 0,65 – 0,8 – 1,0 – 1,6 – 2,0 – 3,0 – 4,0 – 5,0 – 7,5 – 10 – 15 und 20. Sie gelten für einen Zählwirkungsgrad von 50 % mit monodispersen Polystyren-Latex-Aerosol. Das Gerät arbeitet mit einem Probenvolumenstrom von 1,2 l/min  $\pm 5\%$ . Simultan zu der Partikelmessung wurden mit externen Sensoren (Firma Grimm, Modell 1.154) Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit erfasst.

Die im Rahmen dieses Projekts entwickelte Messbox ist in Abbildung 1 dargestellt.



Abb. 1: Messbox zur kontinuierlichen Erfassung der Staubmasse, Partikelkonzentration und Ammoniakkonzentration. Links: Messung in einem Geflügelstall. Rechts: Messung in einem Mastputenstall, mit Geräten zur Messung am Arbeitsplatz

## 2.2 Ereignisbezogene Messungen, diskontinuierlich

Eingebunden in die kontinuierliche 24-Stundenmessung waren verschieden kürzere, sogenannte ereignisbezogene Messungen für Staub, Endotoxin und luftgetragene Keime.

Die Bestimmung der Konzentrationen der einatembaren und alveolengängigen Staubfraktionen erfolgte gravimetrisch. Sämtliche Wägungen der unbeprobten und beprobten Filter wurden ebenfalls von der LBG Baden-Württemberg durchgeführt. Die Staubfraktionen wurden auf mit Fluorkohlenstoff beschichteten Borsilikatglasfaserfilter (37 mm, Fibrilm, Firma Pall) abgeschieden. Diese Filter absorbieren keine Luftfeuchtigkeit, was die gravimetrische Auswertung erheblich verbessert. Die Ansaugköpfe für einatembaren Staub (E-Fraktion) wurden mit 3,5 l/min, die für die alveolengängige Fraktion (A-Fraktion) mit 2,0 l/min Luftdurchsatz betrieben. Für die personenbezogenen Messungen waren die Ansaugköpfe auf Mundhöhe der Personen (Pumpen am Gürtel), für die stationären Messungen mitten im Stall (Höhe ca. 1,5 m) angebracht. Es wurde dabei darauf geachtet, dass die Messanordnung nicht in unmittelbarer Nähe von Lüftungsöffnungen stand. Wenn möglich, wurde immer ein Aufstellungsort im Stallgang gewählt. Die Dauer der Messung lag bei den stationären Messungen bei 8 Stunden und für die personengetragenen Messungen je nach Aufenthaltszeit im Stall zwischen wenigen Minuten (Geflügel) und mehreren Stunden (Milchvieh).

Die Staubsammlung für die Endotoxinbestimmung erfolgte auf bindemittelfreien Filtern (37 mm, Macherey-Nagel, 85/90 BF) für die Staubfraktionen der E- und A-Fraktion analog der oben beschriebenen Bedingungen. Eine Exposition fand über die Dauer von 8 Stunden während der Ruhephase in der Nacht statt. Eine zweite Exposition erfolgte tagsüber über die Dauer von einer Stunde während einer Fütterungsphase.

Die Endotoxinbestimmung erfolgte gemäß BIA-Arbeitsmappe 9450 (bzw. CEN 14031). Dazu werden die Filter in ein Quarzglas gegeben und die Endotoxine mit Limulus-Amöbozyten-Lysat (LAL) -Wasser (7 ml) unter Schütteln (1,5 h) extrahiert. Anschließend zentrifugiert man die Extrakte für 3 min bei 3000 U/min. Nach entsprechender Verdünnung (je nach erwarteter Konzentration 1:1, 1:10, 1:100) und Auftrag auf die Mikrotiterplatte erfolgt die Bestimmung mittels LAL. Es wird ein kinetischer Farbttest (Cambrex, Bio Science, Lot 3L3000) verwendet. Quantifiziert wird mit einer jeweils frisch erstellten Eichkurve (50/5/0,5/0,05/0,005 EU/ml) und das Ergebnis auf den gesamten Filter bezogen (EU/Filter). Aus diesen Daten kann bei bekanntem Luftdurchsatz ( $\text{m}^3$ ) die Endotoxinkon-

zentration in der Luft (EU/m<sup>3</sup>) berechnet werden. Zur Qualitätssicherung wird jeder Probe ein Endotoxin-Standard zugesetzt, der zwischen 50 % und 200 % wiedergefunden werden muss. Liegen Proben außerhalb dieses Bereiches, wird weiter verdünnt. Zusätzlich wird bei jeder Serie ein laborinterner Kontrollstandard mitgeführt.

Die Probenahme für die Bestimmung der luftgetragenen Keime (Bakterien, Schimmel und Hefen) erfolgte tagsüber. Das beprobte Luftvolumen betrug 20 l. Die Agarplatten (2 x Casoagar und 2 x Sabouraudagar) wurden gekühlt gelagert und transportiert und bei unterschiedlichen Temperaturen inkubiert. Die ausgezählten koloniebildenden Einheiten (KBE) werden auf das beaufschlagte Probenluftvolumen umgerechnet. Die Untersuchungen wurden ebenfalls an 12 Ställen im Sommer, Winter und Frühjahr durchgeführt.

### **2.3 Bestimmung der Luftwechselrate und kontinuierliche Messung von Ammoniak, Lachgas und Methan**

Die Erfassung der Luftwechselrate von frei belüfteten Ställen stellt messtechnisch hohe Anforderungen an die Versuchsdurchführung, Messtechnik und Datenerfassung. Verschiedene Methoden sind in der KTBL-Schrift 401 [4] beschrieben. Eine besondere Schwierigkeit ist die hohe Variabilität des Luftwechsels bei Außenklimaställen und die Tatsache, dass Lufteintritt und –austritt witterungsbedingt an den selben Öffnungen stattfinden. Aus diesem Grund wurde in diesem Projekt die Methode einer kontinuierlichen Tracergasfreisetzung (24 räumlich gleichverteilte Austrittsstellen über den gesamten Stallquerschnitt) und der kontinuierlichen Erfassung der Luftwechselrate (neun Messstellen im Stall zur simultanen Messung der Tracergaskonzentration) ausgewählt. Diese Methode ist, im Vergleich zur Abklingmethode, in der Lage, die zeitlichen und räumlichen Variabilitäten des Luftwechsels in einem Stall abzubilden. Weitere methodische Ansätze zur Volumenstrombestimmung an frei belüfteten Ställen sind von BREHME [7] beschrieben.

Als Tracergas wurde Kohlenmonoxid verwendet (Reinheit 2.0, Firma Linde). Die Dosierung in einem Regelbereich bis 500 l/min erfolgte über ein Durchflussmessgerät (Firma Krone) in 100 m<sup>3</sup> Stallluft/h. Die Kalibrierung der Durchflussmenge wurde für Kohlenmonoxid berechnet. Zur homogenen Tracergasverteilung wurde Stallluft zentral im Stall mit einem Ventilator über einen Grobstaubfilter in ein Lüftungssystem angesaugt. Unmittelbar nach dem Ventilator wurde das Tracergas injiziert. Die Volumenregelung des Ventilators erfolgte über einen nachgeschalteten kalibrierten Messventilator. Das Lüftungssystem besteht aus einem Einlass, einem Hauptverteiler, 8 Nebenverteilern und 24 definierten Auslässen. Die gasdichten Verteilerschläuche werden mittels gasdichten Reißverschlüssen aneinander gezippt und so individuell an den jeweiligen Stallgrundriss angepasst. Die 24 Auslässe sind mittels Laser-Perforation für einen Durchfluss von jeweils 250 l/h ausgelegt. Die Berechnung und Fertigung des Lüftungssystems erfolgte durch die Firma Airquell, Herzogenaurach. Zur Tracergaserfassung wurden neun Kohlenmonoxidsensoren Modell MK 174-2 (0-100 ppm) und Transmitter Modell EC24 (4 bis 20 mA Ausgang) der Firma GfG, Dortmund eingesetzt. Die Sensoren waren direkt im Stall montiert. Die Messwerterfassung erfolgte jede Minute an allen neun Messstellen. Die Signale wurden über Messkabel an einen PC in einem Messcontainer übermittelt.

Das System wurde aus Sicherheitsgründen so konzipiert, dass die Tracergaszuführung automatisch unterbrochen wird, wenn folgende Störungen auftreten: Stromausfall, Defekt eines CO-Sensors (Kabelbruch), CO-Konzentration im Stall über 25 ppm (MAK-Wert). Die Wiederinbetriebnahme muss manuell erfolgen.



Abb. 2: System für kontinuierliche homogene Tracergasverteilung. links: Gesamtansicht. rechts: Ausschnitt mit Hauptverteiler, Nebenverteiler und zwei senkrechten Auslässen

Für die simultane Schadgasmessung wurde ein Multigasanalysator Modell Innova 1312 (Firma Innova) und eine Messstellenumschaltung (eigene Entwicklung) eingesetzt. Die Probenahme der Stallluft erfolgte kontinuierlich an den neun Messorten für Kohlenmonoxid und wurde über eine beheizbare Messgasleitung in den Messcontainer geführt. Pro Messstelle wurden die Konzentrationen von Ammoniak, Lachgas, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Methan und Wasserdampf bestimmt. Ein Messzyklus dauerte drei Minuten pro Messort. Dies ergibt sich aus den für die Einzelmessung notwendigen Integrationszeiten und Spülvorgängen der Messzelle. Zur Steuerung und Datenerfassung wurden eigens entwickelte Software und das kommerzielle Softwarepaket Labtech-Notebook pro verwendet. Diese Tracergas-Messungen wurden jeweils über die Dauer von fünf Tagen an einem Mastbullenstall sowie an zwei Milchviehställen durchgeführt. Die kontinuierliche Gasmessung und die Erfassung der Meteorologie am Standort lief über mehrere Wochen.

Die 12 Ställe, an welchen die kontinuierlichen 24-Stundenmessungen und die diskontinuierlichen ereignisbezogenen Messungen durchgeführt wurden, sind von SCHNEIDER [8] ausführlich dokumentiert. Die Beschreibungen enthalten Angaben zur Konstruktion, Größe, Tierzahl, Lüftung, Entmistung, Fütterung sowie maßstäblichen Grund- und Aufrisse. Die drei Rinderbetriebe (Mastbullen, Milchvieh 1 und 2), an welchen die Luftwechselrate bestimmt wurde, sind in Tabelle 1 kurz beschrieben.

Tab. 1: Beschreibung der drei Betriebe, an welchen die Luftwechselrate bestimmt wurde und kontinuierliche Gasmessungen erfolgten

	<b>Mastbullen</b>	<b>Milchvieh 1</b>	<b>Milchvieh 2</b>
Tierzahl	180, Fleckvieh	103, Schwarzbunt	85, Fleckvieh
Bauart	Außenklima, Tretmist, Futtertisch zentral, Strohlager im Stall	Außenklima, Liegeboxenlaufstall, Melkhaus integriert	Außenklima, Liegeboxenlaufstall, Melkhaus separat
L x B x H	60,2 x 20,1 x 7,5 m	54,4 x 26,4 x 10,2 m	45,6 x 29,0 x 10,6 m
Entmistung	Frontlader	Schieberentmistung	perforierte Laufflächen
Lüftung	Querlüftung, Windschutznetze, First offen	Querlüftung, Curtains klimagesteuert, First offen	Querlüftung, Wandrolllos, manuell, First offen
Fütterung	Maissilage (Biertreber, Getreideschrot, Soja), Futtermischwagen	Teil-TMR-Vorlage mit Futtermischwagen, 2 Kraftfutterstationen	TMR-Vorlage mit Futtermischwagen, Gruppenfütterung

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Ammoniak-, Staub- und Partikelemissionen aus kontinuierlichen 24-Stundenmessungen

In Tabelle 2 sind für die fünf Haltungsverfahren die mittleren Konzentrationen für Ammoniak, Staubmasse mit den dazugehörigen Standardabweichungen dargestellt sowie Werte für die Partikelgrößenverteilung. Die Angaben zur Partikelgrößenverteilung beziehen sich auf berechnete Werte der Gesamtpartikelkonzentration  $N_i$ , des Medianpartikeldurchmessers  $D_i$  und dessen Standardabweichung  $\sigma_{gi}$  unter Annahme zwei sich überlagernder log-Normalverteilungen (SCHNEIDER ET AL. [9]). Der Index steht für die entsprechende Größenfraktion: 1 = Akkumulations-Mode und 2 = Grobpartikel-Mode.

Tab. 2: Mittlere Konzentrationen und deren Standardabweichung für Ammoniak, Staubmasse, Partikelgrößenverteilung für fünf Tierarten (alle Messungen über 24 Stunden im Sommer, Winter und Frühjahr mit 1 Minute Zeitauflösung)

		Milchvieh	Mast-bullen	Mast-schweine	Lege-hennen	Mast-puten
<b>Anzahl</b> der Messobjekte		4	1	3	3	1
<b>Ammoniak</b>	ppm	3,28 ± 0,74	2,33 ± 1,23	8,89 ± 2,23	6,76 ± 1,53	6,93 ± 3,36
<b>Staubmasse</b>	mg/m <sup>3</sup>					
PM 100		0,28 ± 0,43	0,20 ± 0,13	0,79 ± 0,59	1,57 ± 1,28	0,59 ± 0,33
PM 10		0,20 ± 0,32	0,09 ± 0,11	0,27 ± 0,26	0,79 ± 0,73	0,40 ± 0,18
PM 4		0,12 ± 0,18	0,03 ± 0,02	0,05 ± 0,04	0,44 ± 0,48	0,18 ± 0,02
<b>Größenverteilung</b>						
Partikel $N_1$	cm <sup>-3</sup>	172	225	242	265	140
Partikel $D_1 \pm \sigma_{g1}$	µm	0,31 ± 1,40	0,30 ± 1,40	0,29 ± 1,45	0,32 ± 1,50	0,32 ± 1,50
Partikel $N_2$	cm <sup>-3</sup>	1,18	1,00	6,83	26,3	57,0
Partikel $D_2 \pm \sigma_{g2}$	µm	1,05 ± 2,53	1,65 ± 2,25	2,55 ± 2,03	2,58 ± 1,82	1,65 ± 2,00

Die Ammoniakkonzentrationen sind in allen Haltungssystemen mit Werten zwischen 2 ppm und 9 ppm vergleichsweise gering. Eine Erklärung hierfür ist die gute Durchlüftung der Stallsysteme, die zu einer Verdünnung der Konzentration im Stall und einem gleichmäßigen Abtransport der Emissionen aus dem Stall führt (vgl. 2.3).

Die Staubmassen zeigen für alle Fraktionen bei den Mastbullen die niedrigsten und bei den Legehennen die höchsten Werte. Die PM 100- Fraktion (einatembare) variiert zwischen 0,20 mg/m<sup>3</sup> bei den Mastbullen und 1,57 mg/m<sup>3</sup> bei den Legehennen. Die PM 10 Fraktion (Feinstaub) liegt bei der Mastbullenhaltung bei 0,09 mg/m<sup>3</sup>, gefolgt von den Milchviehbetrieben, Mastschweinen, Mastputen und Legehennen mit 0,79 mg/m<sup>3</sup>. Die relativ hohe PM 10 Staubmasse bei den Milchviehbetrieben von 0,20 mg/m<sup>3</sup> wird durch eine einzige Messung verursacht. Ohne diese Messung liegt der Wert bei 0,10 mg/m<sup>3</sup> ± 0,10 und ist damit vergleichsweise ähnlich dem Wert der Mastbullen. Bei der PM 4 Fraktion (alveolengängig) sind die Werte mit Ausnahme der Legehennen gering (0,03 mg/m<sup>3</sup> bis 0,18 mg/m<sup>3</sup>). Letztere weisen Werte von 0,44 mg/m<sup>3</sup> auf. Die hohen Variationen innerhalb der Tierarten werden im Wesentlichen durch die unterschiedlichen Haltungssysteme und weniger durch jahreszeitliche Schwankungen verursacht.

Die berechneten Daten zur Partikelgrößenverteilung spiegeln die Ergebnisse der Staubmassenbestimmung wider. Auffallend sind beim Grobstaub die hohen Medianpartikeldurchmesser  $D_2$  bei den Mastschweinen und Legehennen, sowie die um ein Vielfaches höheren Partikelkonzentrationen  $N_2$ . Beim Akkumulations-Mode, der vor allem die Partikelkonzentration bis hinunter zu  $0,3\mu\text{m}$  widerspiegelt, sind die Unterschiede zwischen allen Tierarten erwartungsgemäß gering. Dies wird vor allem am Medianpartikeldurchmesser  $D_1$  deutlich ( $0,29\ \mu\text{m}$  bis  $0,32\ \mu\text{m}$ ).

Auf die Darstellung der Stallklimaparameter wird an dieser Stelle verzichtet. Die Werte dienen vor allem zur Interpretation der Messepisoden und der Charakterisierung der Bedingungen am Probenahmeort.

### 3.2 Staub-, Endotoxin- und Keimkonzentrationen aus ereignisbezogenen Messungen

In Tabelle 3 sind für die Haltungsverfahren Kenngrößen in Form von mittleren Konzentrationen und den dazugehörigen Standardabweichungen aufgelistet.

Tab. 3: Mittlere Konzentrationen und deren Standardabweichung für Staubmasse, Endotoxingehalte und luftgetragene Keime für fünf Tierarten (alle Messungen im Sommer, Winter und Frühjahr)

	Milchvieh	Mast bullen	Mast- schweine	Lege hennen	Mast puten
<b>Anzahl</b> der Messobjekte	4	1	3	3	1
<b>Staubmasse</b> $\text{mg}/\text{m}^3$					
E-Fraktion <sup>1)</sup> <sub>ST</sub>	$0,11 \pm 0,07$	$0,30 \pm 0,09$	$1,48 \pm 0,89$	$2,82 \pm 2,32$	$1,65 \pm 0,21$
A-Fraktion <sup>1)</sup> <sub>ST</sub>	$0,04 \pm 0,02$	$0,04 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,06$	$0,28 \pm 0,22$	$0,42 \pm 0,27$
E-Fraktion <sup>2)</sup> <sub>PG</sub>	$0,57 \pm 0,39$	$1,96 \pm 0,53$	$6,27 \pm 8,66$	$5,54 \pm 5,40$	$2,13 \pm 1,38$
A-Fraktion <sup>2)</sup> <sub>PG</sub>	$0,14 \pm 0,14$	$0,35 \pm 0,34$	$0,60 \pm 0,50$	$0,93 \pm 0,49$	$1,28 \pm 1,06$
<b>Endotoxin</b> $\text{EU}/\text{m}^3$					
E-Fraktion <sup>3)</sup> <sub>tags</sub>	$64 \pm 68$	$598 \pm 87$	$2.036 \pm 2.476$	$7.258 \pm 8.554$	$5.579 \pm 3.957$
E-Fraktion <sup>4)</sup> <sub>nachts</sub>	$14 \pm 15$	$388 \pm 553$	$965 \pm 1.411$	$1.802 \pm 3.511$	$1.221 \pm 1.065$
A-Fraktion <sup>3)</sup> <sub>tags</sub>	$65 \pm 148$	$241 \pm 316$	$774 \pm 1.668$	$535 \pm 705$	$1.172 \pm 1.331$
A-Fraktion <sup>4)</sup> <sub>nachts</sub>	$3 \pm 3$	$11 \pm 16$	$43 \pm 76$	$858 \pm 2.312$	$384 \pm 215$
<b>Keime</b> $\text{KBE}/\text{m}^3$					
Bakterien <sub>gesamt</sub>	$4.175 \pm 2.410$	$11.163 \pm 5.252$	$49.763 \pm 45.408$	$23.089 \pm 12.639$	$33.000 \pm \text{n.b.}$
Schimmel <sub>gesamt</sub>	$1.561 \pm 3.137$	$321 \pm 372$	$2.138 \pm 3.372$	$2.289 \pm 4.577$	$4.267 \pm 5.237$

<sup>1)</sup> <sub>ST</sub> = stationäre Messung (8 h, tagsüber)

<sup>3)</sup> <sub>tags</sub> = während der Fütterung (2 h tagsüber)

<sup>2)</sup> <sub>PG</sub> = personengebunden während der Arbeitszeit

<sup>4)</sup> <sub>nachts</sub> = während der Ruhephase (8 h, nachts)

Die mittleren Konzentrationen für einatembaren Staub (E-Fraktion) variieren in der Stallluft zwischen  $0,11$  und  $2,82\ \text{mg}/\text{m}^3$ , für alveolengängigen (A-Fraktion) zwischen  $0,04$  und  $0,42\ \text{mg}/\text{m}^3$ . Bei personengebundenen Messungen erreichen die Werte in Abhängigkeit von Art und Dauer der Arbeitsabläufe ein Mehrfaches. Auffällig ist die sehr hohe alveolengängige Staubfraktion mit  $1,28\ \text{mg}/\text{m}^3$  während der Arbeiten im Mastputenstall. Konzentrationen für die PM 10 Fraktion (Feinstaub) reichen von  $0,02$  bis  $2,27\ \text{mg}/\text{m}^3$ .

Die mittleren Endotoxinkonzentrationen sind in den Milchviehställen mit  $64 \text{ EU/m}^3$  am niedrigsten und bei Legehennen am höchsten ( $7.258 \text{ EU/m}^3$ ), ca. ein Viertel der Endotoxinkonzentration entfällt auf den alveolengängigen Staub. Nachts sind die Endotoxinwerte vor allem in der E-Fraktion durch die geringere Tieraktivität erheblich geringer. Die extremen Schwankungsbreiten sind durch die großen Unterschiede innerhalb der Haltungssysteme und durch starke jahreszeitliche Schwankungen bedingt.

Die Konzentration luftgetragener Bakterien reichte von  $4.175 \text{ KBE/m}^3$  bis  $49.763 \text{ KBE/m}^3$  und korreliert gut mit den Endotoxinwerten. Schimmelpilzkonzentrationen liegen mit Ausnahme der Mastbullen, wo sie praktisch keine Rolle spielen, zwischen  $1.500$  und gut  $4.000 \text{ KBE/m}^3$ .

### 3.3 Luftwechselrate und kontinuierliche Messung von Ammoniak, Lachgas und Methan

Die Luftwechselrate lässt sich mit dem entwickelten Messaufbau und CO als Tracergas kontinuierlich und reproduzierbar erfassen. In Abbildung 3 ist beispielhaft der Verlauf der Luftwechselrate über eine Dauer von 48 bzw. 36 Stunden dargestellt.

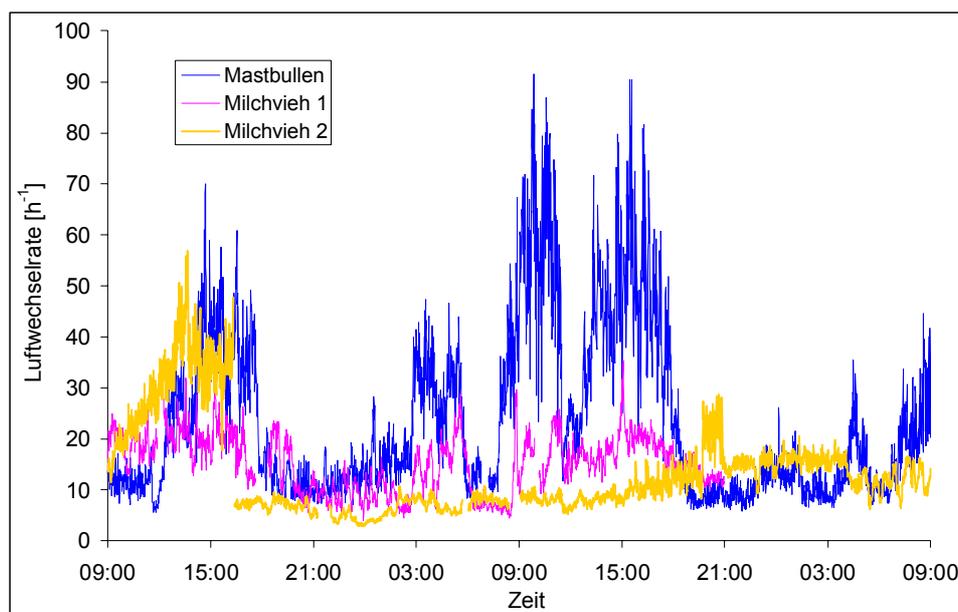


Abb.3 : Beispiel für zeitlichen Verlauf der Luftwechselrate in drei Stallsystemen (Ausschnitt aus Dauermessung), simultan gemessen an neun Messstellen mit 1 Minute Zeitauflösung

Die Ergebnisse verdeutlichen die hohe Variabilität der Messgrößen. Regelbarkeit der Öffnungsflächen und Anströmbedingungen wirken sich direkt auf die Höhe der Luftwechselrate aus. In Tabelle 4 sind für die drei Stallsysteme die mittleren Luftwechselraten und daraus berechneten Emissionsraten dargestellt. Die hier dargestellten Messungen erfolgten alle im Spätsommer bei relativ warmer Witterung (Tagesmitteltemperatur zwischen  $10$  und  $12^\circ\text{C}$ ) über die Dauer von fünf Tagen.

Tab. 4: Mittlere Luftwechselrate mit Minimal- bzw. Maximalwert, gemittelte Emissionsraten in mg/GV\*h mit Standardabweichung für Ammoniak, Lachgas und Methan für drei Rinderbetriebe

		<b>Mastbullen</b>	<b>Milchvieh 1</b>	<b>Milchvieh 2</b>
mittlere Luftwechselrate	h <sup>-1</sup>	22,9	15,4	15,3
Min – Max		5,5 – 91,6	2,9 – 56,9	3,9 – 38,2
Emissionsrate NH <sub>3</sub>	mg/GV h	1.275 ± 877	1.887 ± 660	2.156 ± 1.048
Emissionsrate N <sub>2</sub> O	mg/GV h	266 ± 222	691 ± 412	735 ± 288
Emissionsrate CH <sub>4</sub>	mg/GV h	16.509 ± 8.384	22.815 ± 10.594	19.917 ± 6.635

Die Ergebnisse veranschaulichen, dass die angewandte Tracergasmethode die Luftwechselrate in einem weiten Bereich erfasst und für Ställe unterschiedlicher Größe und Ausführung geeignet ist. Zusammen mit der kontinuierlichen Gasmessung an neun Messstellen im Stall lassen sich so Emissionsraten für gasförmige Stoffe berechnen. Trotz der im Vergleich zu vielen bisher veröffentlichten Arbeiten relativ langen Messdauer von fünf Tagen wirken sich besondere, unregelmäßig auftretende Arbeitsabläufe oder Wettersituationen, wie an den hohen Standardabweichungen gut zu erkennen ist, in erheblichem Maße auf die Messungen aus. Einige Beispiele hierfür waren langes Umpumpen von Gülle beim Betrieb Milchvieh 2, Abtransport von Mastbullen und Einstellung von Jungtieren, starke, langanhaltende Ostwinde beim Betrieb Milchvieh 1.

Untersuchungen von ZHANG ET AL. [15] zum Emissionsverhalten frei gelüfteter Ställe für Milchvieh zeigen für vergleichbare Haltungssysteme tendenziell etwas höhere Emissionsraten für Ammoniak (450 - 5.066 mg/GV h) und ähnliche für Methan (15.150 - 26.600 mg/GV h). Die Lachgasemissionen wurden geringer (0 - 340 mg/GV h) eingeschätzt.

## 4 Diskussion

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass bei der Ermittlung von Emissionsdaten die Sammelzeit und das verwendete Verfahren einen erheblichen Einfluss haben und ohne deren Kenntnis ein Vergleich von Messdaten nicht sinnvoll ist.

Die gemessenen Emissionen unterliegen alle starken Schwankungen. In den Rinderställen werden in der Regel die niedrigsten Konzentrationen gemessen, in den Geflügelställen die höchsten. Die Schweineställe liegen dazwischen. Für relevante Parameter (Jahreszeit, Tageszeit, Aktivitätsphasen, u.a.m.) konnten signifikante Einflüsse auf die Emissionen belegt und quantifiziert werden.

Selbst wenn die verwendeten Verfahren genannt sind, ist zu beachten, dass sich die Normen und Richtlinien in scheinbar identischen Punkten unterscheiden. Ein Beispiel ist die Berechnung der Sammeleffizienzen, die den einatembaren Staubfraktionen zugrunde liegt. Die E-Fraktion (einatembar) nach VDI 2265 [11] liegt um etwa 22 % über den Werten der PM 100 Fraktion (einatembar) nach EN 481 [12]. Wie die Ergebnisse der berechneten Partikelgrößenverteilung und der verschiedenen Staubmassenfraktionen in Tabelle 2 verdeutlichen, sind in der Tierhaltung die Verhältnisse der Staubmassenanteile unterschiedli-

cher Größenfraktionen zueinander nicht identisch. Somit birgt die Abschätzung der PM 10 Fraktion aus Messungen der PM 100 Fraktion ohne Kenntnis der Partikelgrößenverteilung, wie z. B. in TAKAI ET AL. [13] erfolgt, erhebliche Unsicherheiten. Die in diesem Projekt, durch den simultanen Betrieb unterschiedlicher Staub- und Gasmessgeräte gewonnenen Ergebnisse liefern wichtige Erkenntnisse beim Vergleich von Ergebnissen unterschiedlicher Methoden.

Die Umsetzung der Ansprüche eines weitgehenden Arbeitsschutzes und der Tiergerechtigkeit führen im Stall oftmals zu unterschiedlichen Resultaten. Gilt es bei der Arbeitsmedizin Emissionen zu vermeiden, führen Maßnahmen, die ein tiergerechtes Verhalten begünstigen (Scharrräume bei Geflügel, Stroheinstreu) zu erhöhten Staubbelastungen, wie im Rahmen dieses Projektes am Beispiel der Staubentstehung in zwei Legehennenbetrieben (SCHNEIDER ET AL. [14]) beschrieben wurde.

Die absoluten Werte der Emissionsraten (s. Tabelle 4) sind derzeit für eine Abschätzung der jährlichen Emissionsrate nur mit Einschränkungen zu verwenden. Zum einen sind die Messungen nicht während allen Jahreszeiten erfolgt, zum anderen wirken sich bei Mess-episoden im Sommer jahreszeitlich spezifische Arbeiten im Stall und Güllelager stark auf das Emissionsverhalten der Ställe aus. Um Einflüsse der Meteorologie oder von Arbeitsabläufen gering zu halten, müssten die Messungen unter Umständen erheblich länger durchgeführt werden. Dies ist aber mit höheren Kosten verbunden. Als Alternative wird derzeit die Möglichkeit einer vereinfachten Volumenstromabschätzung geprüft, die auf Grundlage der in diesem Projekt gewonnenen meteorologischen Zeitreihen und Volumenstrommessungen erfolgt.

Im Projekt ist es gelungen, bisher getrennt untersuchte Fragestellungen der Arbeitsmedizin, Tierhygiene und Umweltwirkung zu verknüpfen und für 12 Ställe Emissionsdaten zu erheben. Eine Tracergas-Methode zur kontinuierlichen Erfassung der Luftwechselrate an frei belüfteten Ställen wurde entwickelt und an drei Ställen der Rinderhaltung erfolgreich eingesetzt. Die Methode eignet sich zur Erhebung von Emissionsraten an beliebigen Ställen mit freier Lüftung.

## Literaturverzeichnis

- [1] DIN EN 481 (1993): Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel, entspricht EN 481: Workplace atmospheres. Size fraction definitions for measurement of airborne particles, Beuth Verlag, Berlin
- [2] VDI (1980): VDI-Richtlinie 2265; VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 4; Feststellen der Staubsituation am Arbeitsplatz zur gewerbehygienischen Beurteilung
- [3] DIN EN 12341 (1998): Luftbeschaffenheit - Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub - Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode; Air quality - Determination of the PM 10 fraction of suspended particulate matter - Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods. Beuth Verlag Berlin
- [4] KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (Hrsg.) (2001): Messmethoden für Ammoniak-Emissionen. KTBL-Schrift 401, Darmstadt

- [5] KRdL, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss (2003): Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie; Deutsche Fassung EN 13725:2003, Beuth Verlag, Berlin
- [6] UBA (2005): Hintergrundpapier zum Thema Staub/Feinstaub (PM). <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/feinstaub.pdf>
- [7] BREHME, G. (2000): Quantifizierung des Luftvolumenstromes in frei gelüfteten Rinderställen mit Hilfe der Kompartimentalisierungsmethode zur Bestimmung umweltrelevanter Emissionsmassenströme. Dissertation, Fakultät für Agrarwissenschaften, Uni Göttingen
- [8] SCHNEIDER, C. (2006): Messen und modellieren von Partikelemissionen aus der Tierhaltung. Diplomarbeit, FH Rüsselsheim
- [9] SCHNEIDER, F., S. NESER, A. GRONAUER, C. SCHNEIDER AND F. SABO (2006): Modelling Measured Particle Size Distributions in Stables - a new Approach to Specify Particulate Matter, accepted for: World Congress 2006, Bonn Agricultural Engineering for a better World
- [10] TA-Luft (2002): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002
- [11] VDI (1980): VDI 2265. VDI-Richtlinien; VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 4; Feststellen der Staubsituation am Arbeitsplatz zur gewerbehygienischen Beurteilung
- [12] DIN EN 481 (1993): Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel, entspricht EN 481: Workplace atmospheres. Size fraction definitions for measurement of airborne particles, Beuth Verlag, Berlin
- [13] TAKAI H., S. PEDERSEN, J.O. JOHNSEN, J.H.M. METZ, P. W. P. GROOT KOERKAMP, G.H. UENK, V.R. PHILLIPS, M.R. HOLDEN, R.W. SNEATH, J.L. SHORT, R.P. WHITE, J. HARTUNG, J. SEEDORF, M. SCHRÖDER, K.-H. LINKERT AND C.M. WATHES (1998): Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70, 59-77
- [14] SCHNEIDER, F., R. EICHELSER, S. NESER, B. HAIDN, A. GRONAUER, R. SCHIERL UND U. EGGER (2005): Es liegt was in der Luft. *DGS Magazin* 26, S. 14-17
- [15] ZHANG, G., J.S. STRØM, B. LI, H.B. ROM, S. MORSING, P. DAHL UND C. WANG (2005): Emission of Ammonia and Other Contaminant Gases from Naturally Ventilated Dairy Cattle Buildings, *Biosystems Engineering* 92 (3), S. 355-364



# Entwicklung einer neuen Methode zur Messung der Rutschfestigkeit von Laufflächen in Milchviehställen

Michael Kilian, Dr. Bernhard Haidn, Dr. Hans Stanzel  
Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

## Zusammenfassung

Die Problematik der Haltbarkeit von Laufflächenbelägen insbesondere die Gewährleistung einer ausreichenden Rutschfestigkeit aber gleichzeitig nicht zu rauen Oberfläche ist so alt wie der Laufstall selbst. Allerdings fehlen bis heute objektive Kenngrößen und einheitliche Messmethoden zur Beurteilung von Laufflächeneigenschaften.

Ein Ziel dieser Arbeit war es, sich bei der Gleitreibungsmessung am bestehenden Standard zur Prüfung der rutschhemmenden Eigenschaften von Industrie- und Werkstattböden zu orientieren und diesen mit entsprechenden Anpassungen für die Prüfung von Laufflächen in Milchviehställen umzusetzen. Weiterhin sollten die Topografieeigenschaften der Laufflächen mit einem berührungslosen Messsystem erhoben, die bestehenden Kenngrößen zur Beschreibung der Rutschfestigkeit überprüft und Zusammenhänge zwischen Oberflächeneigenschaften und Rutschfestigkeit hergestellt werden.

Insgesamt wurden 18 Betriebe mit Laufställen ausgewählt und in die Altersklassen  $\leq 3$  Jahre und  $\geq 9$  Jahre eingeteilt. In jeder Altersklasse befanden sich jeweils drei Ställe mit Laufflächen aus Gussasphalt, Beton und Spaltenboden.

Bisherige Kenngrößen zur Quantifizierung der Rutschfestigkeit von Laufflächen wie Haft- und Gleitreibungskoeffizient zeigten, verglichen mit den optisch erfassten Kenngrößen zur Charakterisierung von Oberflächeneigenschaften gewisse Schwächen. Daraufhin wurden aus den Verläufen der Gleitreibungskurven der verschiedenen Laufflächen die beiden neuen Messgrößen „arithmetischer Spitze-Spitze Wert“  $\mu_{ssa}$  und „Anzahl positiver Amplituden“ NPA in Anlehnung an vergleichbare Messgrößen aus der Elektrotechnik abgeleitet. Die Aussagekraft der beiden neuen Kenngrößen, insbesondere die des arithmetischen Spitze-Spitze Wertes, konnte je nach Laufflächenmaterial durch mittlere bis hohe, höchst signifikante Korrelationen ( $p < 0,001$ ) mit den optisch erfassten Oberflächenkenngrößen untermauert werden. In Verbindung mit dem bisher genutzten Gleitreibungskoeffizienten bieten die beiden neuen Kenngrößen die Möglichkeit, die Rutschfestigkeit von Laufflächen unter Berücksichtigung der Oberfläche auch mit der Gleitreibungsmessung zu beurteilen.

Die Ergebnisse der Topografiemessung lieferten einen Beitrag zum Verständnis der Ursachen von abnehmender Rutschfestigkeit auf Beton- und Spaltenboden sowie zunehmende Rauheit von Gussasphaltauflähen. Während für die praktische Prüfung auf landwirtschaftlichen Betrieben die Gleitreibungsmessung mit den neu definierten Kenngrößen als ausreichende Methode zur differenzierten Beurteilung der Laufflächeneigenschaften angesehen wird, kann für eine gezielte Materialentwicklung die optische Topografiemessung sehr hilfreich sein.

# Development of a new method for measuring slip-resistance of floors in dairy barns

Michael Kilian, Dr. Bernhard Haidn, Dr. Hans Stanzel  
Institute for Agricultural Engineering, Farm Buildings and Environmental Technology,  
Bavarian State Research Center for Agriculture,  
Voettinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan / Germany

## Summary

The problem of durable flooring materials in dairy barns is as old as the loose housing system itself. Providing both sufficient slip-resistance and not too rough surfaces for a long period is very difficult. However objective measuring parameters as well as a uniform measuring method to judge walking surfaces by their characteristics are lacking until today.

One objective of this work was to translate the standard for measuring sliding friction in human floors with corresponding adaptations into examination of floors for dairy cattle. Furthermore topography characteristics of the flooring materials should be examined with a touchless measuring system, existing measuring parameters for describing slip resistance should be checked and connections between surface characteristics and slip-resistance should be established.

Hard flooring materials like mastic asphalt, concrete and slatted floor in dairy barns of 18 farms were investigated. Besides flooring material also the age was a criterion for the selection of the stables. In each case each material could be examined in 3 stables. In addition these stables were classified in two different age groups, the first group under 3 and the second over 9 years.

Existing measuring parameters for describing slip-resistance such as the coefficient of static or sliding friction showed certain disadvantages compared with the optical seized parameters. As a result there were two new measuring parameters derived from the recordings of the sliding friction measurements on the different floors. One of the new parameters is called "arithmetical peak-peak value"  $\mu_{ssa}$  and the other "number of positive amplitudes" NPA similar to the measuring parameters in electrical engineering. The expressiveness of the new defined parameters in particular the one of the arithmetical peak-peak value had been proven by high correlation coefficients with the surface parameters and were of highest significance ( $p < 0,001$ ). In addition to the known coefficient of sliding friction these two new defined parameters allow to judge the slip-resistance of floors with regard to surface roughness by using the sliding friction measurement.

The results of the topography measurements contribute to understand the causes of decreasing slip-resistance on concrete and slatted floors on the one hand and the increasing roughness of mastic asphalt floors on the other. For practical examination on farms the sliding friction measurement and the new defined parameters are regarded as a sufficient method for a differentiated judgement for the floor characteristics slip-resistance and surface topography. For material examination and development of flooring materials the optical topography measurement could be useful.

## 1 Einleitung und Hintergrund

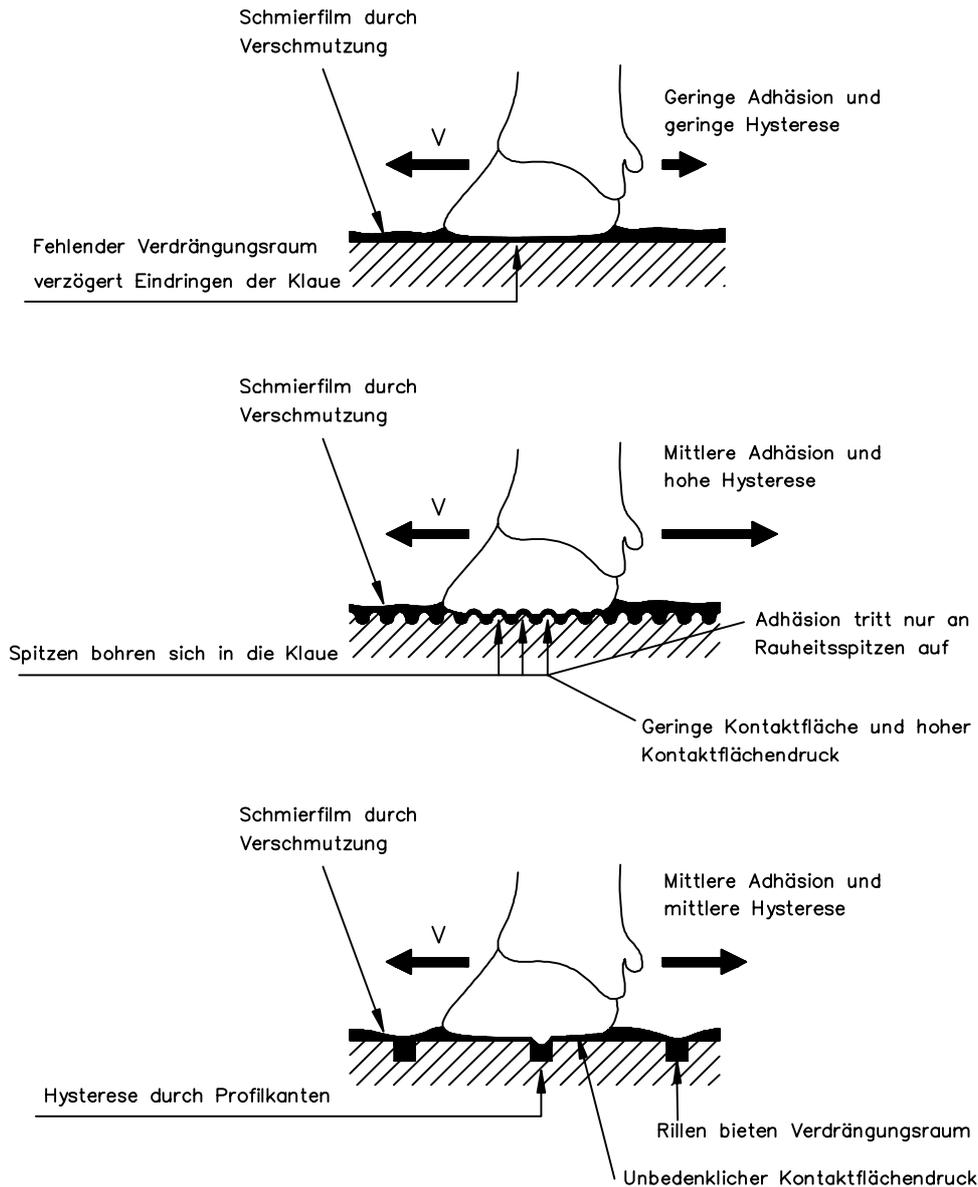
Laufflächen sind diejenigen Elemente der Haltungsumwelt mit denen die Kühe einen erheblichen Teil des Tages ständig in Kontakt stehen, sei es beim Fressen, Laufen oder Warten. Die Tiere verbringen insgesamt etwa 40 - 50 % des Tages auf den Beinen und den Laufflächen (GOOCH, 2000). Einer der wichtigsten Aspekte im Zusammenhang mit dem Kontakt zwischen Klaue und Boden ist, insbesondere bei harten Laufflächen, ihre Oberflächenbeschaffenheit. Diese hat in Kombination mit der Laufflächenfeuchte bzw. -verschmutzung einen maßgeblichen Einfluss auf die Rutschfestigkeit und den Klauenabrieb (CAMARA, 1970; MCKEE UND DUMELOW, 1995; PHILLIPS UND MORRIS, 2000; PHILLIPS UND MORRIS, 2001; BONSER ET AL., 2003; DE BELIE UND ROMBAUT, 2003).

Für ein gleitsicheres Gehen auf Laufflächen sorgen Reibungskräfte. Diese entstehen, wenn zwei feste Körper aufeinander lateral verschoben werden. Befindet sich ein Schmiermedium zwischen diesen Körpern, so wird von einem Zustand der Mischreibung gesprochen (KRAGELSKI ET AL., 1983; CZICHOS UND HABIG, 2003). Diese Verhältnisse sind auch beim Kontakt zwischen Klaue und Boden anzutreffen. Die Eigenschaften von Klauenhorn sind vergleichbar mit denen eines Elastomers (u. a. ZÖSCHER, 2000; RUSKE, 2001). Die Gesamtreibungskraft, die bei einer Relativbewegung eines Elastomers über eine raue Oberfläche auftritt, setzt sich aus der Adhäsionskraft und der Hysterese zusammen (KRAGELSKI ET AL., 1983; CZICHOS UND HABIG, 2003). Hierbei resultiert die Adhäsion durch Anziehungskräfte auf atomarer Ebene, während die Hysterese durch eine verzögerte Rückbildung des Elastomers infolge des Eindringens der Oberflächenrauheiten entsteht

In Abb. 1 sind die grundsätzlichen Zusammenhänge beim Gang des Rindes auf Laufflächen mit verschiedenen Oberflächenbeschaffenheiten dargestellt. Abb. 1 oben zeigt einen glatten, verschmutzten Bodenbelag, auf der sich eine Klaue während des Gehens mit einer horizontalen Geschwindigkeit  $v$  bewegt. Die glatte Oberfläche verfügt aufgrund mangelnder Oberflächenrauheit nicht über einen genügenden Verdrängungsraum für die Verschmutzungsaufgabe. Hierdurch wird das Eindringen der Klaue verzögert oder ganz verhindert, wodurch die Reibkraftkomponenten Adhäsion (durch geringen Klaue - Boden Kontakt) und Hysterese (durch geringe Penetration des Klauenhorns) infolge herausstehender Spitzen herabgesetzt oder nicht zur Ausbildung kommen (STARNDBERG, 1985).

In Abbildung 1 mittig ist derselbe Sachverhalt für eine rutschfeste aber sehr raue Oberfläche dargestellt. Die große Oberflächenrauheit mit entsprechenden Verdrängungsräumen erlaubt ein schnelles Durchdringen des Schmierfilms, wobei die ausgeprägten Spitzen in die Klaue eindringen und durch die hohe Hysteresekomponente eine gute Rutschfestigkeit bieten. Sie macht den Hauptanteil der auftretenden Reibkraft aus, denn durch die geringe Kontaktfläche der verschmutzungsfreien Spitzen kommen nur geringe Adhäsionskräfte zur Ausprägung. Allerdings wird das auf einer Klaue lastende Gewicht auf eine sehr geringe Spitzenfläche des Bodens verteilt. Hierdurch entstehen extreme Kontaktflächendrücke, die zu mechanisch bedingten Klauenverletzungen führen (VAN DER TOL ET AL., 2002; VAN DER TOL ET AL., 2003; DE BELIE UND ROMBAUT, 2003).

Als akzeptable Lösung bezeichnen MCKEE UND DUMELOW (1995) das Einbringen von Profilierungen in die Laufflächen. So wird eine ausgeglichene Zusammensetzung der Reibkraftkomponenten gewährleistet. Rillen stellen durch ausreichenden Verdrängungsraum ein schnelles Durchdringen des Schmutzfilms sicher, wodurch sich dann Adhäsionskräfte ausbilden können. Gleichzeitig wird durch die Rillen ein Eindringen der Klaue und die Ausbildung der Hysteresekomponente erreicht (Abb. 1 unten).



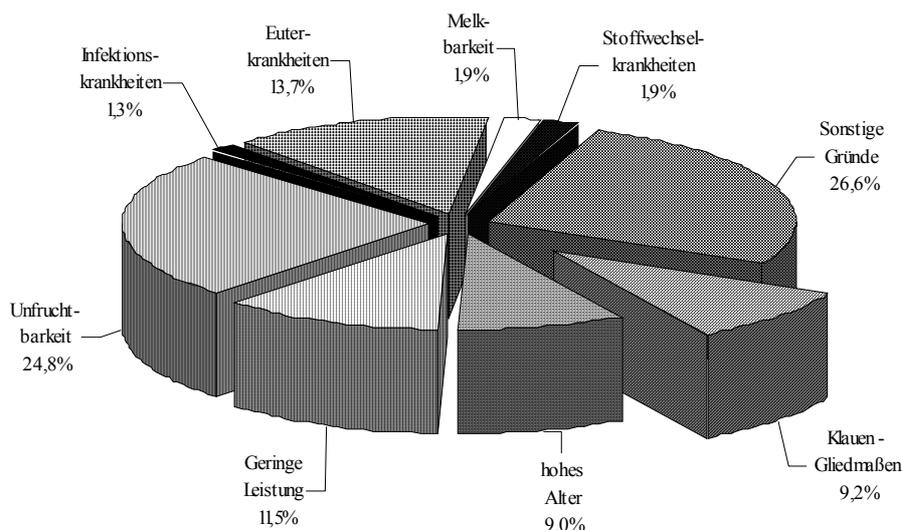
Quelle: geändert nach MCKEE UND DUMELOW (1995)

Abb. 1: Auswirkungen der Oberflächentexturen auf die Reibungskomponenten im System Klaue - Zwischenmedium - Boden; (oben) glatte Oberfläche, geringe Rutschfestigkeit; (mittig) raue Oberfläche mit entsprechenden Verdrängungsräumen; (unten) profilierte Oberfläche, gute Rutschfestigkeit

Laufflächen müssen viele, teilweise gegensätzliche Anforderungen aus tierischer und verfahrenstechnischer Sicht erfüllen. Hierzu zählen neben der Rutschfestigkeit (u. a. WEBER, 1985; NILSSON, 1988; RICHTER, 2001; CIGR, 2002) beispielsweise auch die Sicherstellung eines „gesunden Klauenabriebs“ (WEBER, 1985; NILSSON, 1988; CIGR, 2002), die Befahrbarkeit (RICHTER, 1997; EN 12737) für eine arbeitssparende Bewirtschaftung und natürlich der Preis, um nur einige zu nennen. Eine gleichzeitige Erfüllung aller Anforderungen ist mit den zur Verfügung stehenden und gängigen Laufflächenmaterialien allerdings nicht möglich. So sind bei der Wahl des Laufflächenmaterials Kompromisse einzugehen.

In der Praxis treten im Laufe der Nutzungsdauer von Laufflächen vermehrt Probleme mit der Haltbarkeit auf (BÄHR UND TÜRPITZ, 1976; WEBER, 1985; HERRMANN, 1997; REIMANN UND FREIBERGER, 1999). Diese sind je nach Belag von unterschiedlicher Natur. Laufflächen aus Gussasphalt werden in Abhängigkeit der Materialkomponenten mit der Zeit rauer (PAHLKE, 2004; SCHNEIDER, 2006). Hierdurch können Probleme mit überhöhtem Klauenabrieb infolge einer reibeisenartigen Oberfläche entstehen. Als Konsequenz ergeben sich häufig vermehrte mechanisch-traumatische Klauenverletzungen durch überhöhten Kontaktflächendruck (VAN DER TOL ET AL., 2002; VAN DER TOL ET AL., 2003; DE BELIE UND ROMBAUT, 2003). Diese bilden wiederum die Eintrittspforten für bakterielle und infektiöse Klauenkrankheiten. Im Gegensatz dazu werden Beton und Spaltenboden im Alter zunehmend glatter. Eine verminderte bis ungenügende Rutschfestigkeit des Bodens ist die Folge (WEBER, 1985; HERRMANN, 1997; RICHTER, 2001). Auf solchen Böden kann das Tierverhalten erheblich eingeschränkt werden. Dies reicht von verändertem Gang (PHILLIPS UND MORRIS 2000; PHILLIPS UND MORRIS 2001; VAN DER TOL ET AL., 2005) und weniger Laufen im Stall über eingeschränktes Komfort- und Brunstverhalten bis hin zu verminderter Futteraufnahme (HERRMANN, 1997; BENZ 2002).

Somit ist die Auswahl von Laufflächenbelägen eine schwerwiegende und mitunter auch folgenschwere Entscheidung. Obwohl Klauenprobleme multifaktoriell bedingt sind, steuern Laufflächen einen nicht zu unterschätzenden Teil für eine wirtschaftliche Milchviehhaltung bei. Die Bedeutung der Klauen- und Gliedmaßenkrankungen für die Abgangsursachen in bayerischen Milchviehbetrieben verdeutlicht Abb. 2. Hiernach stellen sie den fünft häufigsten Grund für das Ausselektieren von Kühen aus dem Bestand dar, wobei die Dunkelziffer noch erheblich höher liegen dürfte, da diese Probleme meist in Kombination mit anderen Erkrankungen auftreten. Durch die Symptome der Folgekrankheiten, welche die eigentlichen Ursachen überlagern, ist eine eindeutige Abgrenzung bei der Abgangsursache schwierig. MANSKE ET AL. (2002) sowie SOMERS ET AL. (2003) schätzen die Zahl der Kühe mit Klauenproblemen in Schweden bzw. in den Niederlanden sogar auf 70-80 %.



Quelle: LKV 2004

Abb. 2: Häufigkeit der Abgangsursachen in bayerischen Milchviehbetrieben

## 2 Problemstellung

Aus der Literatur geht ein mittelbarer Zusammenhang zwischen den Laufflächen und der Klauenproblematik hervor. Den Haupteinfluss haben die Oberflächen der Laufflächen und deren Änderungen im Laufe der Nutzungsdauer. Dies resultiert einerseits in mangelnder Rutschfestigkeit bei Belägen, die im weitesten Sinne aus Beton hergestellt sind und in zu hohem Klauenabrieb bei Laufflächen aus Gussasphalt. Auf beiden Materialien führt dies zu unterschiedlichen Klauen- und Gliedmaßenkrankungen.

Aufgrund der materialspezifischen Haltbarkeitsprobleme bei Laufflächen aus Gussasphalt, Beton und Spaltenboden ist eine objektive Bewertungsmethodik mit vergleichbaren Kenngrößen nötig, welche die Unterschiede hinsichtlich Rutschfestigkeit und Oberflächeneigenschaften berücksichtigt. Während zur Beschreibung der Rutschfestigkeit von Laufflächen häufig Reibungskoeffizienten, insbesondere der Gleitreibungskoeffizient verwendet wurden und bereits einige Untersuchungsergebnisse vorliegen (BÄHR UND TÜRPIZ, 1976; BÄHR ET AL., 1978; NILSSON, 1988; MULITZE, 1989; PHILLIPS ET AL., 1998; PHILLIPS ET AL., 2000; PHILLIPS UND MORRIS, 2000; PHILLIPS UND MORRIS, 2001; BONSER ET AL., 2003, MÜLLER, 2003), gibt es deutlich weniger Untersuchungen zur Erfassung und Beschreibung der Laufflächentopografie (DE BELIE UND MONTENY, 1998; PHILLIPS UND MORRIS, 2000; DE BELIE UND ROMBAUT, 2003). Die Ergebnisse der Gleitreibungsmessungen o. g. Autoren sind allerdings schwer vergleichbar, da sie alle mit unterschiedlich spezifizierten Messgeräten arbeiteten. Dies reicht von verschiedenen Prüfkörpern aus Klauenhorn oder Kunststoff, über verschiedene Messgeschwindigkeiten und -strecken, unterschiedliche Kraftaufnahmesysteme bis hin zu verschiedenen Belastungen der Prüfkörper. Um wie im Bereich der Sportbodenprüfung sowie im Bereich der Prüfung von nassbelasteten Bodenbelägen in Schwimmbädern oder der Sicherheitsprüfung von Böden in Werkstätten und Schlachthöfen zu vergleichbaren Ergebnissen zu gelangen, die als anerkannte Qualitätseigenschaften der verschiedenen Böden kommunizierbar sind, ist eine Vereinheitlichung der Messmethodik und der Messgeräte notwendig.

Aus den genannten Bereichen sowie der Metall- und Blechverarbeitung ist der Einfluss der Oberfläche von Materialien auf die Reibungskoeffizienten bereits bekannt, wodurch gezielt Oberflächen für bestimmte Einsatzzwecke verwendet werden. Dies gelingt nur, weil die Anforderungen an die Materialien mittels entsprechender Kenngrößen quantifiziert werden können. Die Folgen von zu glatten oder zu rauen Laufflächen sind zwar hinlänglich bekannt, jedoch fehlt konkretes Zahlenmaterial, das eine objektive Bewertung erlaubt und Rückschlüsse auf die Rutschfestigkeit und die Abriebeigenschaften der Laufflächen zulässt.

## 3 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit war es, eine kombinierte Messmethodik zu entwickeln, die sowohl für eine detailliertere und differenziertere Beurteilung der Rutschfestigkeit in der Praxis eingesetzt werden als auch bei der Entwicklung neuer Laufflächen und Materialzusammensetzungen hilfreich sein kann. Hiermit sollte ein Beitrag geleistet werden, Laufflächen in ihren Eigenschaften tiergerechter und haltbarer zu gestalten.

Dies sollte zum einen durch die Bereitstellung grundlegender Erkenntnisse hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen Oberflächenbeschaffenheit und den Eigenschaften der Laufflächen erfolgen. Hierfür waren gleichermaßen Gleitreibungs- und Topografiemessungen notwendig, um so durch Aufzeigen von Zusammenhängen die materialbedingten Ände-

rungen der Oberflächen und damit einhergehend auch die der Rutschfestigkeit zu verstehen. Zum anderen sollte die bestehende Methodik der Gleitreibungsmessung verbessert und weitere aussagekräftige Messgrößen aus dem bestehenden Verfahren abgeleitet werden. In Anbetracht der unterschiedlichen Gleitreibungsmessgeräte und als ein erster Schritt in Richtung Vereinheitlichung der Messmethodik, sollte ein Messgerät entsprechend den Anforderungen der E DIN 51131 „Prüfung von Bodenbelägen – Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft – Verfahren zur Messung des Gleitreibungskoeffizienten“ konstruiert werden.

Weiterhin sollten bekannte Oberflächenkenngrößen aus der Metallverarbeitung auf ihre Tauglichkeit zur Beschreibung der Laufflächenoberflächen und deren Einfluss auf die Rutschfestigkeit sowie den zu erwartenden Klauenabrieb untersucht werden.

Die Datenerfassung mit der neu entwickelten Messmethode sollte in Liegeboxenlaufställen verschiedenen Alters erfolgen, um Änderungen der Laufflächeneigenschaften nach fortgeschrittener Nutzungsdauer zu erfassen.

## 4 Material und Methoden

### 4.1 Messgeräte

Für die Messungen wurden ein Gleitreibungsgerät und ein Topografiemessgerät konstruiert. Bei der Entwicklung beider Geräte wurde Wert auf ein hohes Maß an Mobilität für eine leichte Handhabung sowie Stalltauglichkeit gelegt.

#### 4.1.1 Gleitreibungsmessgerät

Der Rahmen des Gleitreibungsmessgerätes (Abb. 3) besteht aus Vierkant-Aluminium-Profilrohren. Die Apparatur wurde weitestgehend nach den Vorgaben der E DIN 51131 gefertigt (Mindestlänge der Messstrecke, Messgeschwindigkeit, Konstanthaltung der Messgeschwindigkeit, Auflösung und Genauigkeit der Messelektronik).

Als Prüfkörper dient eine runde Scheibe aus Polyamid mit einem Durchmesser von 97 mm und einem 1 mm hohen und 3 mm breiten Tragrand. Materialart, Materialhärte, Gestaltung und Maße des Prüfkörpers wurden so gewählt, dass sie vom Prinzip einer durchschnittlichen, intakten Kuhklaue ähneln. Der Prüfkörper inklusive Ballastierung wiegt 10 kg und wird als Einheit mit einer Geschwindigkeit von 0,115 m/s mittels einer Seilwinde, die durch einen Elektromotor angetrieben wird, über eine 0,6 m lange Prüfstrecke gezogen. Hiervon wird jedoch nur eine Strecke von 0,46 m ausgewertet. Auf diesem Streckenabschnitt kann von einer konstanten Messgeschwindigkeit ausgegangen werden, die laut Definition zur Berechnung des Gleitreibungskoeffizienten vorliegen muss. Die Erfassung der erforderlichen Zugkraft erfolgt mit einer Kraftmessdose, deren Signale über einen Messverstärker zu einem mobilen Oszilloskop geleitet und dort gespeichert werden. Zur genauen Positionierung ist das Gerät mit Laserpointern und einem Winker ausgerüstet.

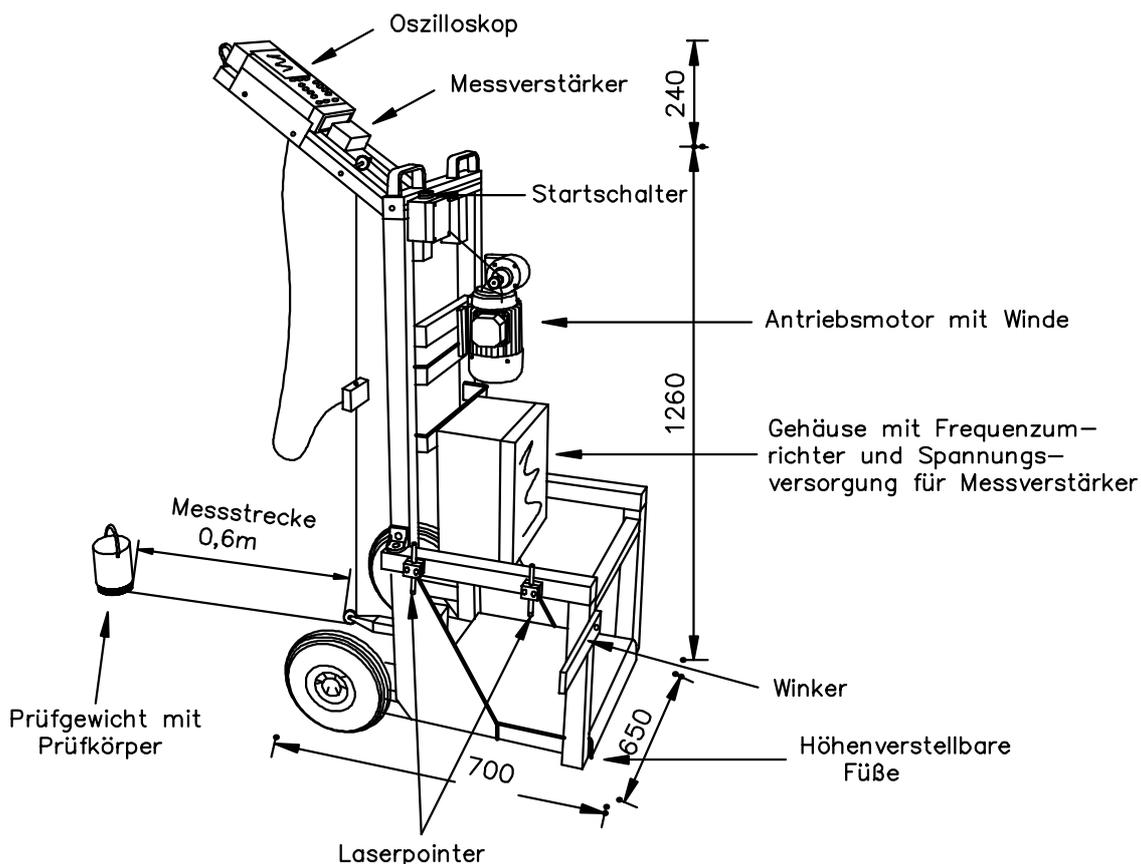


Abb. 3: Schematische Darstellung des Gleitreibungsmessgerätes

#### 4.1.2 Topografiemessgerät

Zur Erfassung des Oberflächenreliefs wurde ein Topografiemessgerät (Abb. 4) entwickelt. Der Rahmen besteht ebenfalls aus einer Konstruktion von Vierkant-Aluminium-Profilrohren. Das mechanische Herzstück des Topografiemessgerätes bildet ein äußerst steifer Kreuztisch, der sowohl in Längs- als auch in Querrichtung verfahrbar ist. Dieser trägt einen Lasermesskopf, bei dem es sich um einen Linienscanner handelt, der nach dem Triangulationsprinzip arbeitet. Der Kreuztisch ist zum Verfahren in Längsrichtung mit einem Elektroantrieb ausgestattet, der für einen konstanten Vorschub sorgt und über eine Gewindespindel erfolgt. Ein Inkrementalgeber liefert Informationen über die zurückgelegte Messstrecke. Die Messfläche beträgt 186 mm x 10 mm und die Auflösung in vertikaler Richtung 0,03 mm. Die Messdaten werden mittels einer Software verarbeitet, auf dem Bildschirm visualisiert und als Binärdatensatz auf dem Job-Rechner gespeichert. Ebenso wie bei dem Gleitreibungsmessgerät dienen Laserpointer und Winker zur exakten Messgerätepositionierung.

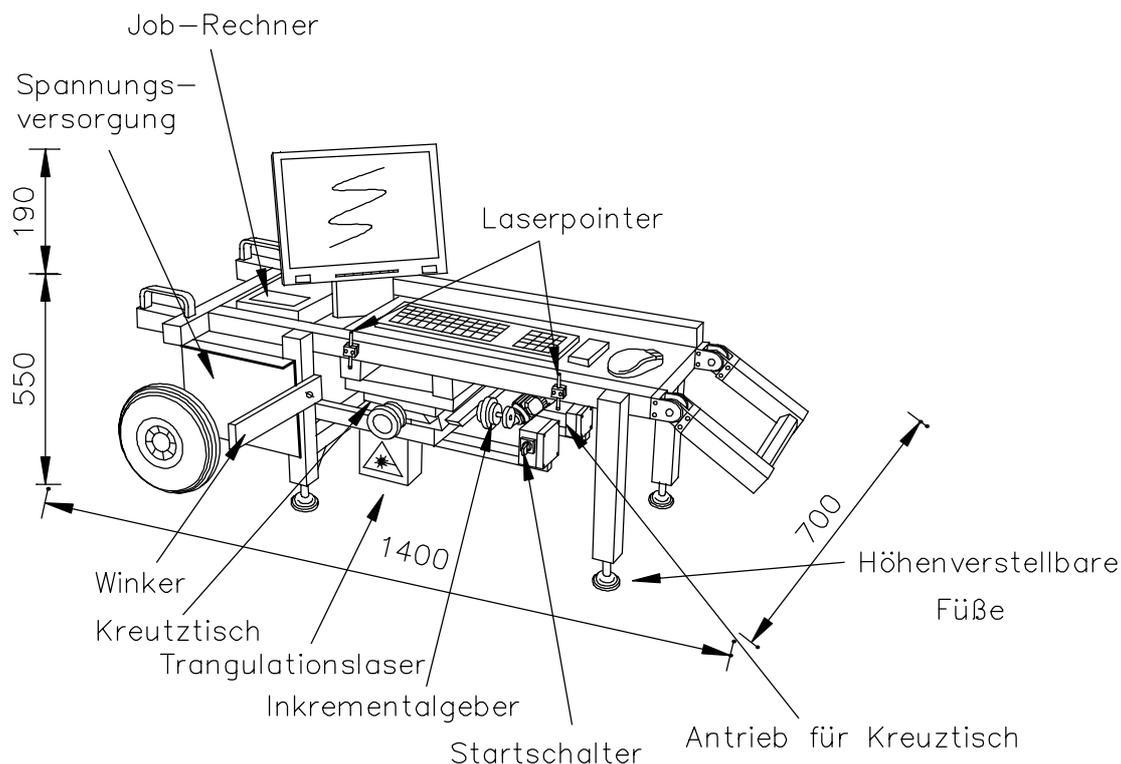
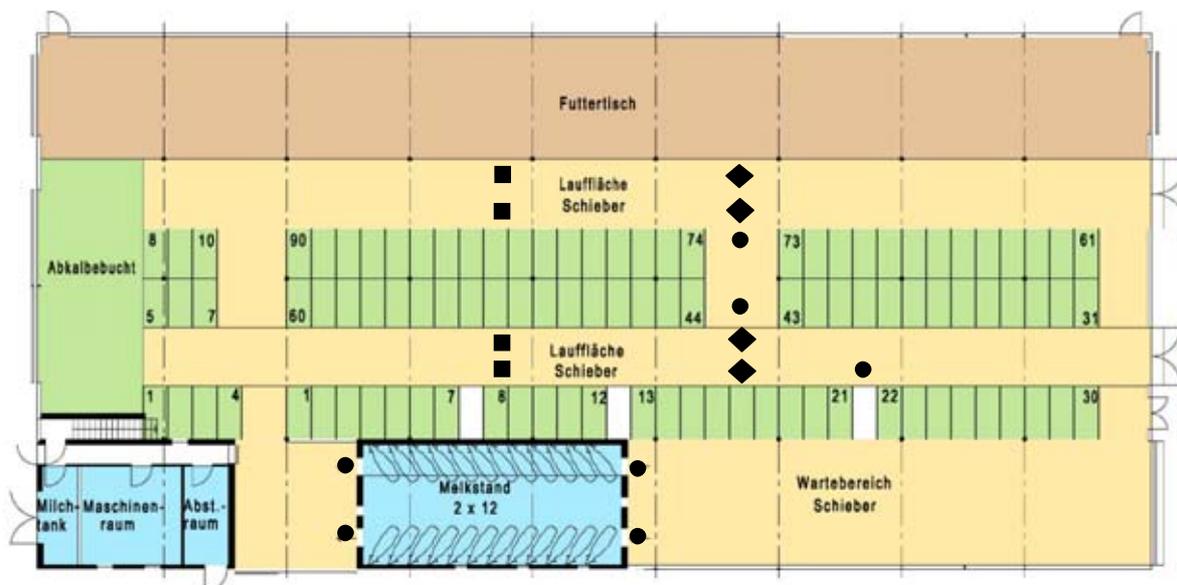


Abb. 4: Schematische Darstellung des Topografiemessgerätes

## 4.2 Versuchsvorbereitung und -durchführung

Untersucht wurden nur harte Laufflächenbeläge wie Gussasphalt, Beton und Spaltenboden. Insgesamt wurden 18 Betriebe mit Liegeboxenlaufställen ausgewählt und in die Altersklassen  $\leq 3$  Jahre und  $\geq 9$  Jahre eingeteilt. In jeder Altersklasse befanden sich jeweils drei Ställe mit Laufflächen aus Gussasphalt, Beton und Spaltenboden.

Die Auswahl der Messpunkte in den jeweiligen Ställen erfolgte nach einem vorher festgelegten Schema. Die Einteilung der insgesamt 10 Messstellen je Stall wurde im Verhältnis 6 : 4 vorgenommen, wobei jeweils 6 hoch und 4 niedrig frequentierte Messstellen untersucht wurden. Von den 6 als hochfrequentiert erachteten Messpunkten wurden je Stall jeweils 2 im Bereich vor und hinter dem häufigst begangenen Übertrieb ausgewählt. Insgesamt 8 der Messpunkte waren in jedem Stall identisch, wovon sich jeweils 4 in einer Achse befanden. Die anderen beiden waren je nach den Verhältnissen vor Ort frei wählbar, wobei jedoch nur solche ausgesucht wurden, die augenscheinlich oft begangen werden. Hierzu zählten beispielsweise die Übergänge selbst, sofern sie aus dem selben Material wie die Laufgangbeläge bestanden, Melkstandein- bzw. austriebe oder Bereiche vor Kraftfutterstationen und Tränken. Eine exemplarische Darstellung der Messstellen im Stall ist in Abb. 5 zu sehen.



- niedrig frequentiert, in jedem Stall gleich
- ◆ hoch frequentiert, in jedem Stall gleich
- hoch frequentiert, in jedem Stall nach Verhältnissen vor Ort wählbar

Abb. 5: Auswahl der Messpunkte in den Ställen

Die gezeigten Messpunkte wurden für die Messungen mit beiden Geräten mittels Wasser und Bürste gründlich gereinigt. Nach der Reinigung wurden 10 Wiederholungsmessungen an einer Messstelle durchgeführt. Anschließend wurden die Messdaten aus dem mobilen Oszilloskop auf ein Laptop übertragen und das Gleitreibungsmessgerät mittels Laserdistometer im Stall eingemessen. Im Anschluss wurde die Messstelle mit einem Heißluftföhn getrocknet, da das auf der Fläche verbliebene Reinigungswasser keine Messung mit dem Laserscanner zulässt.

Da die Messflächen der beiden Geräte unterschiedlich groß sind, mussten sich die Prüfflächen des Topografiemessgerätes innerhalb der des Gleitreibungsmessgerätes befinden. Hierzu wurde das Topografiemessgerät mittels einer auf den Boden projizierten Laserlinie, den Laserpointern und Winkern, die an beiden Geräten montiert sind, Meterstab und Laserdistometer exakt innerhalb der Prüffläche des Gleitreibungsgerätes positioniert und auf die Weise zweimal parallel um 20 mm verschoben. Stellvertretend für den Messablauf auf allen Bodenmaterialien werden die Gerätschaften im Einsatz auf Spaltenboden gezeigt (Abb. 6).

Erfassung der Oberflächen-  
topografie

Aufstellung der Messgeräte

Messung der Haft- und  
Gleitreibung

Abb. 6: Einsatz der Messgeräte in der Praxis

### 4.3 Datenaufbereitung und statistische Auswertung

#### 4.3.1 Verarbeitung der Reibungsmessdaten

Da das Oszilloskop die Spannung im Zeitverlauf aufzeichnet, mussten die erhobenen Spannungsdaten zuerst in Kraft und abschließend als Quotient aus Reib- und Normalkraft in Reibwerte umgerechnet werden. Auf einer Hublänge von 0,60 m wurden insgesamt 2400 Messpunkte aufgezeichnet. In die Berechnung des Gleitreibungskoeffizienten gingen allerdings nicht alle aufgezeichneten Messwerte ein (vgl. Abb. 9). Da die Geschwindigkeitskonstanz eine Grundvoraussetzung zur Berechnung des Gleitreibungskoeffizienten ist, wurden von den 5,7 Sekunden dauernden Messungen lediglich 4 Sekunden herangezogen. Denn eine Geschwindigkeitskonstanz war in der ersten und den letzten 0,7 Sekunden der Messung nicht gegeben. Durch diese Restriktion stand nach der Umrechnung der verwertbaren Messdauer eine Auswertungsstrecke in Höhe von 0,46 m bzw. 1.601 Messpunkten zur Verfügung.

Der Haftreibungskoeffizient einer Einzelmessung ergab sich jeweils aus dem größten Messwert zu Anfang der Messkurve (vgl. Abb. 9). Der Gleitreibungskoeffizient wurde als Durchschnitt der 1.601 Messwerte innerhalb des vier sekundigen Auswertungszeitraumes einer Einzelmessung ermittelt. Somit berechneten sich der Haftreibungskoeffizient einer Messstelle bei 10 Wiederholungsmessungen als Mittelwert von 10, der Gleitreibungskoeffizient als Mittelwert von 1.6010 Messwerten.

Zur genauen Analyse der Gleitreibungskurve innerhalb der Auswertungsstrecke wurde der Graph jeweils in einem Intervall von 10 Messwerten ( $-5 < \text{Messwert} < +5$ ) untersucht. Dabei waren insbesondere die lokalen Maxima und Minima sowie deren vertikale Abstände von Interesse. Aus dem vertikalen Abstand positiver und negativer Amplituden wurde dann jeweils ein Spitze-Spitze Wert berechnet, wobei in der Berechnungsvorschrift auf jedes Maximum ein Minimum folgen musste (vgl. Abb. 9). Als durchschnittliches Maß für die in der Gleitreibungskurve vorkommenden vertikalen Amplitudenabstände wurde die Kenngröße „arithmetischer Spitze-Spitze Wert“  $\mu_{\text{ssa}}$  definiert. Dieser ergab sich bei einer Einzelmessung als Mittelwert sämtlicher Spitze-Spitze Werte innerhalb der Auswertungsstrecke. Die Definition erfolgte in Anlehnung an den aus der Elektrotechnik bekannten Wert zur Quantifizierung lokaler Spannungsspitzen  $V_{\text{ss}}$ . Allerdings gilt dieser laut Definition nicht für den Durchschnitt aller auftretenden Spitze-Spitze Werte. Für die Beschreibung der Ausschlagsanzahl wurde die Kenngröße „Anzahl positiver Amplituden“ NPA definiert. Diese ergab sich aus der Anzahl der positiven Ausschläge der Gleitreibungskurve innerhalb der Auswertungsstrecke einer Einzelmessung. Die entsprechenden Werte für eine Messstelle berechneten sich als arithmetischer Mittelwert aus 10 Wiederholungsmessungen.

### 4.3.2 Verarbeitung der Topografiemessdaten

Die Topografiemessdaten wurden mit der Oberflächenanalysesoftware WinSAM<sup>®</sup> (Surface Analysis Module, Lehrstuhl für Fertigungstechnologie der Universität Erlangen-Nürnberg, Version 2.6) bearbeitet. Wegen auftretender Messfehler mussten zunächst sämtliche Datensätze eine in der Software implementierte Prozedur zur Messausreißerentfernung durchlaufen. Hierbei wurden ungültige Messwerte vom Programm entfernt und durch Interpolation ersetzt. Anschließend wurden mit Hilfe des Programms weitere Umformungs- und Anpassungsprozeduren durchgeführt.

Das Ergebnis dieser Filterung war der Rauheitsdatensatz, aus dem entsprechende Kenngrößen berechnet werden konnten. Um die Genauigkeit der Ergebnisse zu erhöhen, wurden durch das Programm jeweils 0,5 % der höchsten und 0,5 % der niedrigsten Punkte innerhalb der Datensätze nicht in die Berechnungen einbezogen. Die gewonnenen Ergebnisse wurden abschließend in Microsoft Excel exportiert, um dort weiterverarbeitet zu werden.

Die verschiedenen Oberflächenkenngrößen wurden aus den Datensätzen von drei parallelen Messspuren mit je einer Vorwärts- und einer Rückwärtsüberfahrt des Scanners als Durchschnitt berechnet. Insgesamt wurde zur quantitativen Beschreibung der Oberflächeneigenschaften eine Vielzahl von 3-D Oberflächenkenngrößen ermittelt.

In DIN 4760 werden Begriffe und ein Ordnungssystem zur Unterscheidung der verschiedenen Gestaltabweichungen bei Oberflächen festgelegt. Weiterhin sind in DIN 4761 Begriffe zur Beschreibung des Oberflächencharakters festgelegt. Grundsätzlich können die geometrischen Topografieeigenschaften von Oberflächen nach DIN 4761 in mehrere

Merkmale unterteilt werden. Zur Beschreibung der Topografieeigenschaften in der Blechumformung schlägt STAEVES (1998) die in Tab. 1 aufgeführten Begriffe vor. Diese wurden auch zur Beschreibung der Laufflächentopografien herangezogen.

Tab. 1: Begriffe zur einheitlichen Bezeichnung der geometrischen Eigenschaften nach STAEVES (1998)

Merkmal	Wert der jeweiligen Messgröße	
	hoch	niedrig
Abgeschlossenheit	geschlossen	offen
Leere	leer	voll
Geschlossener Leerflächenanteil	hoher Anteil	geringer Anteil
Feinheit	fein	grob
Dichte der Strukturelemente	dicht	weit
Größe der Strukturelemente	große Elemente	kleine Elemente
Gleichmäßigkeit	stochastisch	deterministisch
Richtung	gerichtet, anisotrop	ungerichtet, isotrop
Welligkeit	wellig	eben

### 4.3.3 Statistische Auswertungen

Die statistischen Auswertungen wurden mit dem Statistikprogrammpaket SAS<sup>®</sup> (SAS Institute, Version 8.2) durchgeführt. Zunächst wurden die Messdaten auf Normalverteilung getestet. Dies erfolgte mit dem Shapiro-Wilk-Test auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$ . Auf der Basis der Testergebnisse wurde angenommen, dass die Stichproben aus normalverteilten und varianzhomogenen Grundgesamtheiten stammen. Sämtliche Mittelwerte und Standardabweichungen wurden mit der MEANS-Prozedur berechnet. Zur Varianzanalyse wurde die GLM-Prozedur eingesetzt. Mittelwertvergleiche erfolgten mit dem Tukey-Test. Um die Zusammenhänge zwischen Oberflächenkennwerten und jenen der Reibwertmessung zu untersuchen, wurden Korrelations- und Regressionsanalysen mittels CORR- und REG-Prozedur durchgeführt. Alle statistischen Tests wurden auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  durchgeführt. Zur statistischen Signifikanzdarstellung in den Abbildungen und Tabellen wurden die folgenden Abkürzungen verwendet:

\*\*\* höchst signifikant ( $p = 0,001$ )

\*\* hoch signifikant ( $p = 0,01$ )

\* signifikant ( $p = 0,05$ )

n.s. nicht signifikant

verschiedene Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede.

## 5 Ergebnisse und Diskussion

### 5.1 Reibwertmessung

#### 5.1.1 Haft- und Gleitreibungskoeffizienten

Der Haftreibungskoeffizient schwankte sowohl auf den verschiedenen Belägen an den unterschiedlichen Messstellen in einem Stall als auch innerhalb der 10 Wiederholungsmessungen an einer Messstelle sehr stark. Aufgrund dieser Tatsache ließen sich sowohl zwischen den Altersklassen der einzelnen Laufflächenmaterialien als auch zwischen den Materialien einer Altersklasse kaum statistisch abgesicherte Unterschiede feststellen. Daher wurde der Haftreibungskoeffizient als nicht oder nur bedingt geeignet für die Beschreibung der Rutschfestigkeit von Laufflächen angesehen. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von NILSSON (1988).

Anschließend wurden die Beläge hinsichtlich des Gleitreibungskoeffizienten untersucht. Hierzu wurden sie in Alters- und Materialklassen eingeteilt (Abb. 7). Auffallend sind die besonders hohen Messwertstreuungen der drei alten Laufflächen aus Gussasphalt. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sind mit jenen von MÜLLER (2003) vergleichbar.

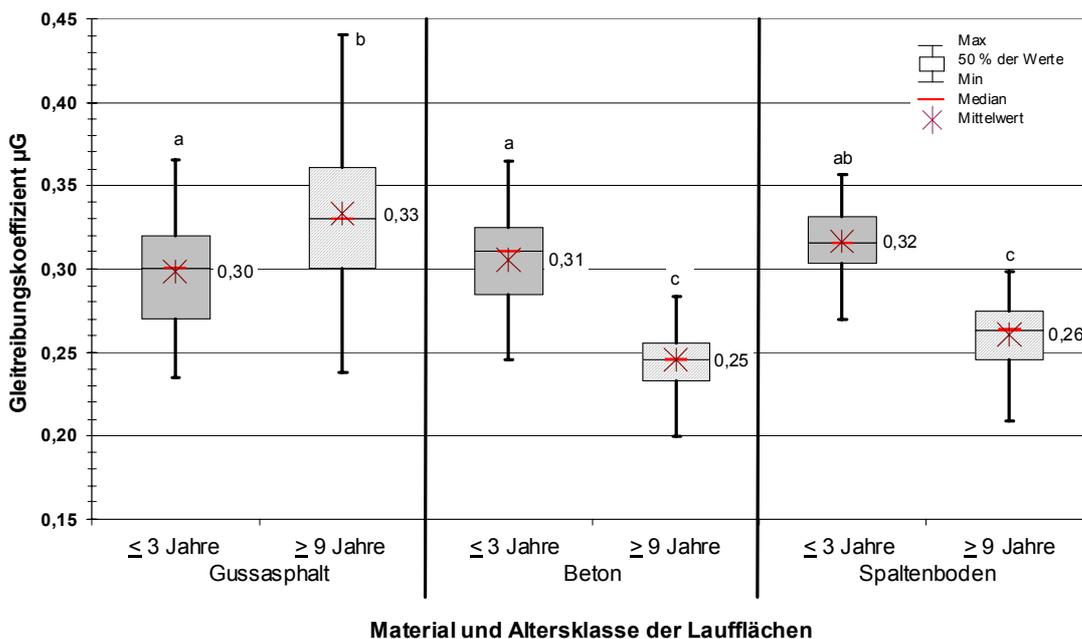


Abb. 7: Durchschnittliche Gleitreibungskoeffizienten der untersuchten Laufflächen nach Material- und Altersklassen

Es zeigte sich, dass Gussasphalt nach fortgeschrittener Nutzungsdauer einen statistisch abgesicherten höheren durchschnittlichen Gleitreibungswert aufweist. Dies steht im Widerspruch zu den Ergebnissen von WEBER (1985), HERRMANN (1997) sowie REIMANN UND FREIBERGER (1999), die Rutschfestigkeitsmessungen mit dem Pendelgerät oder auch SRT-Gerät aus dem Straßenbau nach DIN EN 13036-4 durchführten. Sie stellten auch bei Gussasphaltauflähen eine Abnahme der Rutschfestigkeit fest. Allerdings liegt die Vermutung nahe, dass dieser grundsätzliche Unterschied im Messverfahren begründet ist. Bei

Beton und Spaltenboden ist der Gleitreibungskoeffizient im Alter signifikant niedriger als zu Beginn der Nutzungsdauer, was mit den Ergebnissen o. g. Autoren übereinstimmt. Des Weiteren konnten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Gleitreibungskoeffizienten von neuem Gussasphalt, neuem Beton und Spaltenboden sowie altem Gussasphalt und neuem Spaltenboden nachgewiesen werden. Aber auch besagter Durchschnittswert alter Gussasphaltbeläge spiegelte trotz nachgewiesenem signifikantem Unterschied zu neuem Gussasphalt und neuem Beton nicht die „visuell festgestellte“ und bei den Messungen im Stall „gefühlte Rutschfestigkeit“ wider. Demnach waren Laufflächen aus altem Gussasphalt im Vergleich zu den drei neuen Materialien wesentlich rutschfester als durch den Gleitreibungswert angezeigt wurde.

Somit wies auch der Gleitreibungskoeffizient ein gewisses Manko in der Trennschärfe zur Beschreibung der Rutschfestigkeit auf. Dies wurde unmittelbar bei der Betrachtung unterschiedlicher Belagsmaterialien mit identischem Gleitreibungskoeffizienten deutlich. Bereits mit bloßem Auge ließen sich Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit erkennen (Abb. 8), die aber offensichtlich nicht durch den Gleitreibungswert zum Ausdruck gebracht werden konnten.



Abb. 8: Verschiedene Bodenbeläge mit identischem Gleitreibungskoeffizient

In der Praxis stellt sich das Problem der Definition eines zu rauen Bodenbelages. Dies gilt insbesondere für das Material Gussasphalt. Wie in Abb. 8 zu erkennen ist, weisen Laufflächen aus altem Gussasphalt eine sehr hohe Rauheit auf, die von den betreffenden Landwirten teilweise beklagt wurde. Denn durch die herausstehenden Splittsteine wirken die betreffenden Laufflächen wie ein Reibeisen. Hierdurch können Klauenwachstum und

-abrieb, die sich in etwa die Waage halten sollten, aus dem Gleichgewicht geraten, so dass ein zu großer Klauenabrieb die Folge ist. Das Sohlen- und Ballenhorn der Kühe wird zu dünn und der Eindringwiderstand gegen die spitzen Steine des Belages sinkt. Somit gehen die Tiere teilweise „wie auf Nadeln“, was sehr schmerzhaft ist. Gleichzeitig steigt das Risiko von mechanisch-traumatischen Klauenverletzungen, welche wiederum Eintrittspforten für Infektionskrankheiten sind.

Laut Aussage der Gleitreibungsmessung stieg der Gleitreibungskoeffizient bei Gussasphaltauflähen im Laufe der Nutzungsdauer an, was für die Bewertung der Rutschfestigkeit als durchaus positiv einzustufen ist. Stützt sich die Bewertung der Laufflächen ausschließlich auf die Gleitreibungsmessung, bleibt jedoch der Effekt auf die Tiere bzw. die Klauengesundheit gänzlich unberücksichtigt.

### 5.1.2 Arithmetischer Spitze-Spitze Wert und Anzahl positiver Amplituden

Die unbefriedigende Differenzierung der Laufflächen durch Haft- und Gleitreibungskoeffizient führte zur Ableitung der beiden neuen Kenngrößen „arithmetischer Spitze-Spitze Wert“  $\mu_{ssa}$  und „Anzahl positiver Amplituden“ NPA aus der Gleitreibungskurve. Dies erfolgte auf der Basis der unterschiedlichen Kurvenverläufe auf den gemessenen Böden. Abb. 9 zeigt exemplarisch die Einzelkurvenverläufe von vier Messstellen mit einem Gleitreibungskoeffizienten von  $\mu_G = 0,32$ .

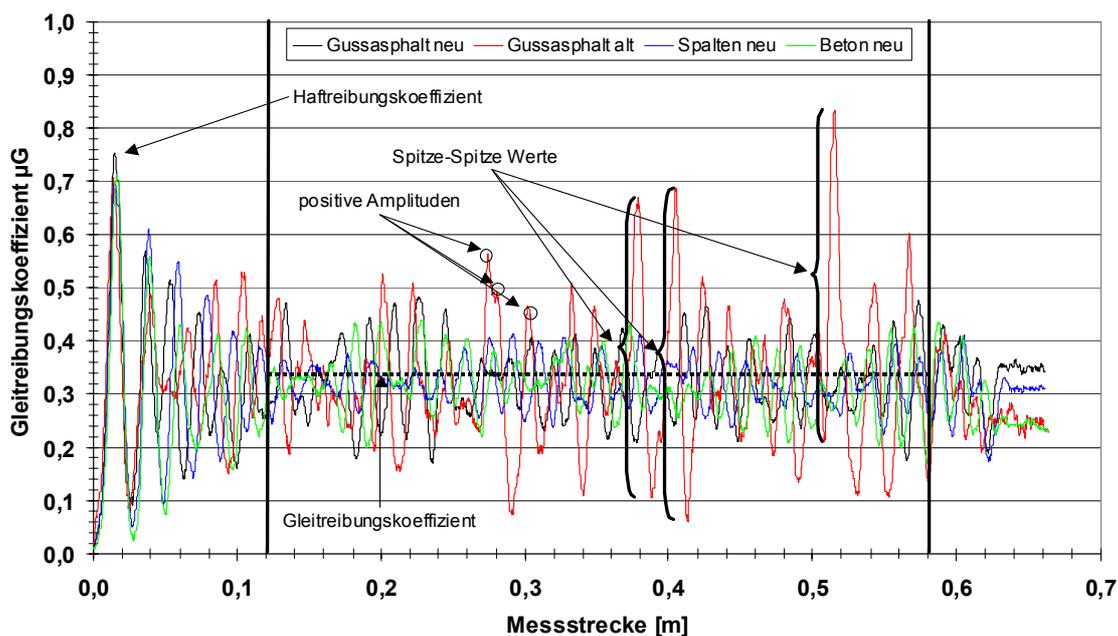


Abb. 9: Verlauf der Gleitreibungskurven von Belägen mit identischem Gleitreibungskoeffizient

Die Graphen verlaufen unterschiedlich, obwohl hinsichtlich des Gleitreibungswertes keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden konnten. Daraufhin wurde der in Abschnitt 4.3.1 beschriebene Algorithmus angewendet, um die durchschnittlichen arithmetischen Spitze-Spitze Werte sowie die Anzahl der positiven Amplituden innerhalb der Gleitreibungskurven zu bestimmen.

Alte Laufflächen aus Gussasphalt zeigten hierbei, wie bereits in Abb. 9 zu erkennen, einen sehr unruhigen, ungleichmäßigen Kurvenverlauf mit deutlich größeren Spitze-Spitze Werten und weniger positiven Amplituden als die anderen betrachteten Beläge. Dies ist auf spitze herausstehende Steine zurückzuführen, an die der Prüfkörper während der Messung an- oder aufkantete. Auf diese Weise lassen sich hohe arithmetische Spitze-Spitze Werte erklären. Diese wurden umso größer, je rauer die Lauffläche war. Weiterhin konnte nach Untersuchung der gesamten Datengrundlage jeweils eines Belages (ohne Einteilung in Altersklassen) ein negativer Zusammenhang zwischen der Anzahl positiver Amplituden und dem arithmetischen Spitze-Spitze Wert der drei verschiedenen Laufflächenmaterialien festgestellt werden. In Alters- und Materialklassen eingeteilt, zeigte sich, dass der arithmetische Spitze-Spitze Wert und die Anzahl der positiven Amplituden eine gegenläufige Tendenz aufweisen (Abb. 10). Diese Ergebnisse bestätigen und quantifizieren die bereits mit bloßem Auge erkennbaren Entwicklungen der Oberflächen und damit einhergehend die Entwicklung der Rutschfestigkeit der Laufflächen, nämlich dass Gussasphalt im Alter rauer wird, Beton und Spaltenboden hingegen glatter werden.

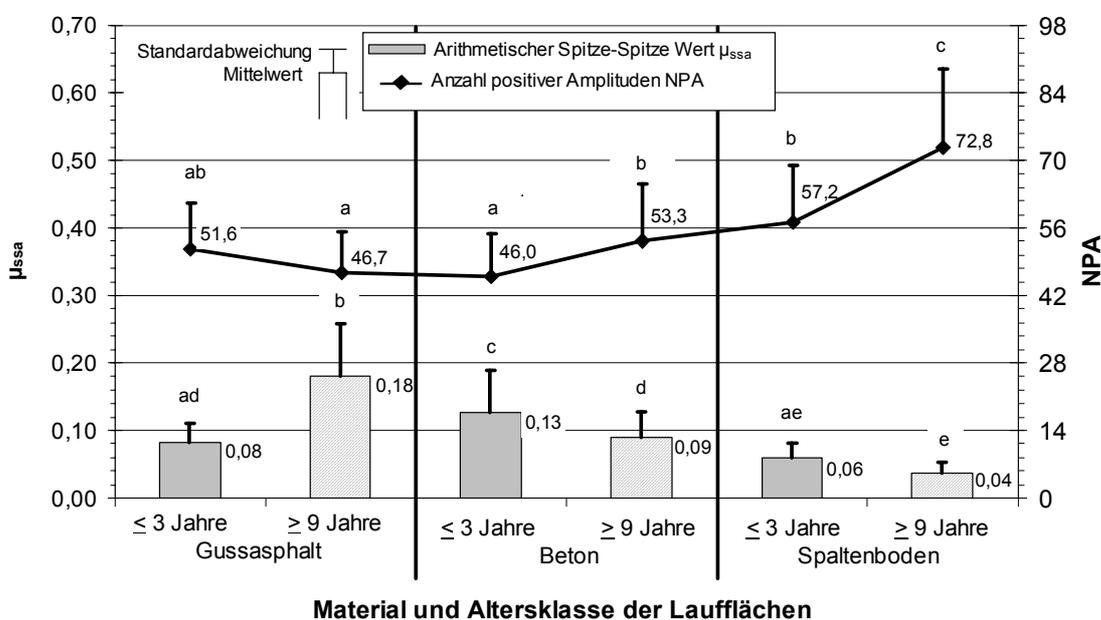


Abb. 10: Arithmetische Spitze-Spitze Werte und Anzahl positiver Amplituden nach Material und Altersklasse

Auch die Messgrößen „arithmetischer Spitze-Spitze Wert“ sowie die „Anzahl positiver Amplituden“ waren ebenso wie der Gleitreibungskoeffizient jeder einzeln betrachtet, nicht in der Lage, beide Altersklassen bei allen Belägen zu unterscheiden. Alle drei Kenngrößen zusammengenommen hatten jedoch einen höheren Informationsgehalt. Durch die beiden neu definierten Kenngrößen ist es nun möglich die Gleitreibungskoeffizienten besser zu differenzieren.

## 5.2 Topografiemessung

### 5.2.1 Topografieeigenschaften

Bei sämtlichen untersuchten Laufflächen handelte es sich um stochastische (ungleichmäßige), isotrope (ungerichtete) Topografien. Zur Beschreibung der geometrischen Topografieeigenschaften und zum Vergleich der Laufflächen wurden daher die Merkmale Leere, Feinheit und Abgeschlossenheit (vgl. Tab. 1) herangezogen.

Diese sind in Abb. 11 mittels verschiedener ausgewählter Kenngrößen dargestellt. Die Kombination dieser Merkmale machen die Oberflächeneigenschaften von Laufflächen aus. Das Verhältnis der Merkmale entscheidet darüber, ob die Oberflächen zu glatt oder zu rau sind, genügenden oder ungenügenden Klauenabrieb bieten und ob sie durch entsprechende Verdrängungsräume auch unter verschmutzten Bedingungen eine gute Rutschfestigkeit gewährleisten.

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse aller untersuchten Topografiekenngößen zur Beschreibung der Laufflächen wird in Kürze in einer weiteren LfL-Schrift veröffentlicht werden.

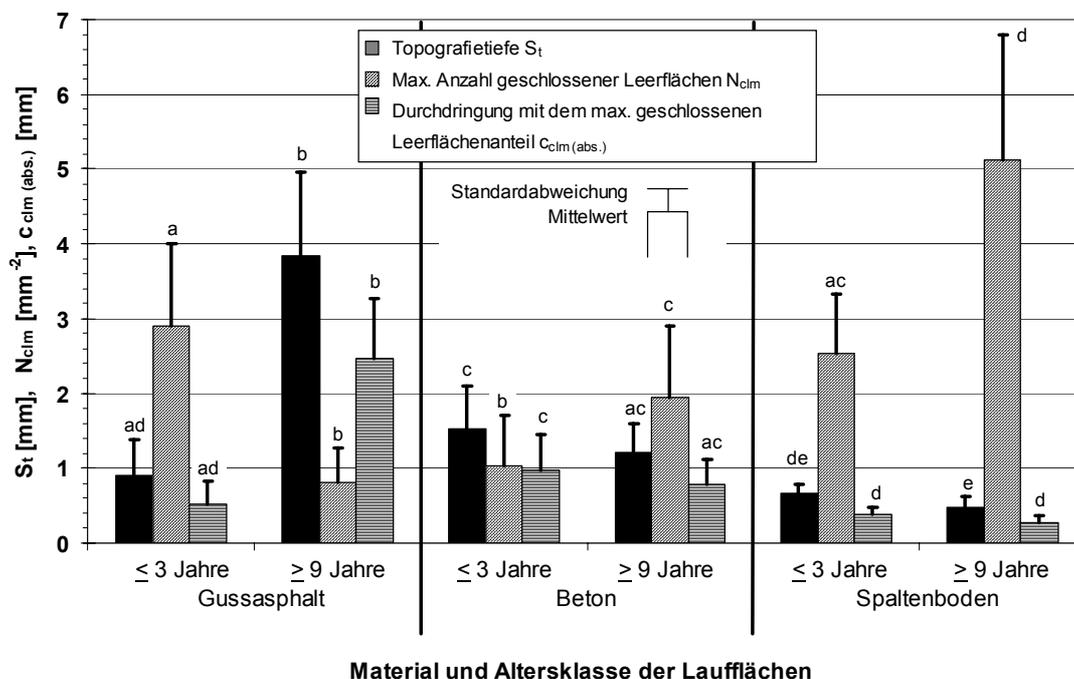


Abb. 11: Vergleich verschiedener Oberflächenmerkmale der untersuchten Laufflächen nach Material und Altersklassen mittels ausgewählter Oberflächenkenngößen

Eine Messgröße für das Merkmal Leere ist die „Topografietiefe“. Sie gibt die maximale Höhe einer Topografie an. Während sich neue und alte Laufflächen aus Gussasphalt in dieser Kenngröße signifikant unterschieden, konnten bei Laufflächen aus Beton und Spaltenboden keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Allerdings zeigten die Kenngrößen eine abnehmende Tendenz, die nicht statistisch abgesichert werden konnte. Weiterhin ließ sich kein signifikanter Unterschied in der Topografietiefe von neuem Gussasphalt und neuem Spaltenboden ermitteln. Anhand dieser Kenngrößen konnte die Fest-

stellung gemacht werden, dass die Leere bei Gussasphaltlaufflächen im Laufe der Nutzungsdauer zunimmt, sich jedoch bei Beton- und Spaltenböden nicht signifikant verändert.

Zusätzliche Aussagen über die Feinheit und Abgeschlossenheit der verschiedenen Böden können anhand der Messgröße „Maximale Anzahl geschlossener Leerflächen“ gemacht werden. Bei alten Laufflächen aus Gussasphalt konnte eine signifikant geringere maximale Anzahl geschlossener Leerflächen festgestellt werden. Eine Abnahme dieser Kenngröße zeigt, dass diese Flächen in fortgeschrittenem Alter grober werden (vgl. Tab. 1). Eine umgekehrte Entwicklung ließ sich anhand dieser Kenngröße bei Beton- und Spaltenböden belegen. Sowohl bei Laufflächen aus Beton als auch bei solchen aus Spaltenboden war die maximale Anzahl geschlossener Leerflächen in der alten Altersklasse signifikant höher. Wiederum wurde gefunden, dass sich neue Gussasphaltlaufflächen und neuer Spaltenboden in dieser Kenngröße nicht signifikant unterscheiden. Gleiches traf auch für neuen Spaltenboden und alten Betonboden zu. Verglichen mit Beton zeigte Spaltenboden die höheren Zunahmen. Eine Zunahme dieser Kenngrößen bedeutet, dass die Oberflächen sowohl von Beton- als auch von Spaltenböden mit der Zeit feiner werden (vgl. Tab. 1). Bei Gussasphalt ließ sich die Schlussfolgerung ziehen, dass bei zunehmender Grobheit die Größe der einzelnen Strukturelemente ebenfalls zunimmt, deren Anzahl jedoch abnehmen musste. Für Laufflächen aus Beton- und Spaltenboden traf ein umgekehrter Sachverhalt zu, nämlich eine Verkleinerung der Strukturelemente bei gleichzeitiger Erhöhung der Anzahl.

Ein weiteres Merkmal der Oberflächenbeschaffenheit ist die Abgeschlossenheit. Eine Kenngröße hierfür ist der „absolute Abstand der Durchdringung mit dem maximalen geschlossenen Leerflächenanteil bezogen auf den höchsten Punkt der Topografie“. Die Betrachtung wies bei Gussasphalt eine signifikant tiefere Lage des maximalen geschlossenen Leerflächenanteils aus. Das bedeutet einen höheren Abgeschlossenheitsgrad bei alten Flächen. Bei Beton und Spaltenboden konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Altersklassen, jedoch eine abnehmende Tendenz festgestellt werden. Die Abgeschlossenheit ändert sich also zwischen den neuen und alten Belägen nicht signifikant. Darüber hinaus unterschieden sich die Belagsklassen neuer Gussasphalt und alter Beton einerseits und neuer Gussasphalt, neuer und alter Spaltenboden andererseits nicht signifikant voneinander.

### **5.2.2 Zusammenhänge zwischen den Kenngrößen der Gleitreibungs- und Topografiemessung**

Den Oberflächen der verschiedenen Laufflächenmaterialien und Altersklassen lassen sich charakteristische geometrische Oberflächeneigenschaften zuschreiben. Wie auch in der Metall- und Keramikindustrie bestimmen sie die tribologischen Eigenschaften der Laufflächen. Um zu klären, welche Oberflächeneigenschaften bei welchem Material und welcher Altersklasse die Rutschfestigkeit bestimmen, wurden Korrelationen und Regressionen zwischen den Oberflächenkenngrößen und den Kenngrößen der Gleitreibungsmessung berechnet. Die beiden neu definierten Kenngrößen der Gleitreibungsmessung arithmetischer Spitze-Spitze Wert und Anzahl positiver Amplituden lieferten gute Korrelationen mit den Oberflächenkenngrößen. Abb. 12 zeigt exemplarisch einen sehr aussagekräftigen Zusammenhang zwischen der Topografiertiefe und dem arithmetischen Spitze-Spitze Wert.

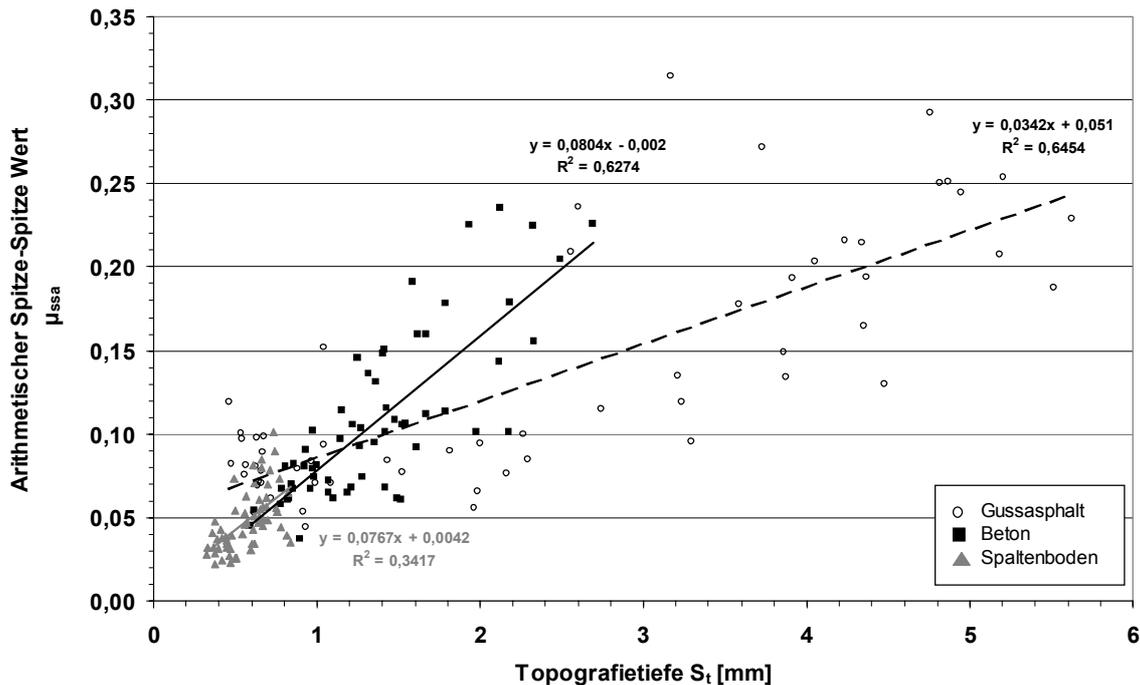


Abb. 12: Zusammenhang zwischen Topografietiefe und arithmetischem Spitze-Spitze Wert auf den untersuchten Laufflächenmaterialien

Auf allen Laufflächenmaterialien konnte eine Zunahme des arithmetischen Spitze-Spitze Wertes im Verlauf der Gleitreibungskurve festgestellt werden (Abb. 12). Die Bestimmtheitsmaße bzw. Korrelationskoeffizienten waren bei allen Belägen höher als es bei der Überprüfung des Einflusses der Topografietiefe auf den Gleitreibungskoeffizienten der Fall war (vgl. Tab. 2). Bei den beiden Materialien zur Planbefestigung war der Zusammenhang zwischen Topografietiefe und arithmetischem Spitze-Spitze Wert am höchsten, wobei Beton, durch die Abnahme der Rutschfestigkeit im Alter, sensibler mit einer Zunahme des arithmetischen Spitze-Spitze Wertes auf eine Erhöhung der Topografietiefe reagierte.

Parallel zur Zunahme des arithmetischen Spitze-Spitze Wertes konnte auf allen Laufflächenmaterialien eine Abnahme der Anzahl positiver Amplituden im Verlauf der Gleitreibungskurve mit steigender Topografietiefe festgestellt werden. Die deutlichsten Veränderungen wies Spaltenboden bei den besagten Kenngrößen auf, da die Messwerte hier nur in einem geringen Bereich streuten, was auf die industrielle Fertigung zurückzuführen ist.

Die Korrelationskoeffizienten der beiden neuen Kenngrößen waren bei fast allen Belägen höher als es bei der Überprüfung des Einflusses der Topografietiefe auf den Gleitreibungskoeffizienten der Fall war. Dies legt die Annahme nahe, dass diese beiden Kenngrößen der Gleitreibungsmessung die Oberflächenbeschaffenheit besser berücksichtigen als es der Gleitreibungskoeffizient vermag.

Einen zusammenfassenden Überblick über die Zusammenhänge der hier vorgestellten Kenngrößen beider Messverfahren gibt Tab. 2.

Tab. 2: Pearson Korrelationskoeffizienten ausgewählter Oberflächenkenngrößen und Kenngrößen der Gleitreibungsmessung

<b>Gussasphalt</b>			
	<b>Topografietiefe <math>S_t</math></b>	<b>Max. Anzahl geschl. Leerflächen <math>N_{clm}</math></b>	<b>Durchdringung mit dem max. geschl. Leerflächenanteil <math>c_{clm}</math> (abs.)</b>
<b>Haftreibungskoeffizient <math>\mu_H</math></b>	0,03 n.s.	-0,08 n.s.	0,04 n.s.
<b>Gleitreibungskoeffizient <math>\mu_G</math></b>	0,47***	-0,35**	0,49***
<b>Arithmetischer Spitze-Spitze Wert <math>\mu_{ssa}</math></b>	0,80***	-0,63***	0,81***
<b>Anzahl positiver Amplituden NPA</b>	-0,50***	0,46***	-0,49***
<b>Beton</b>			
<b>Haftreibungskoeffizient <math>\mu_H</math></b>	0,43***	-0,42***	0,39**
<b>Gleitreibungskoeffizient <math>\mu_G</math></b>	0,46***	-0,46***	0,40 **
<b>Arithmetischer Spitze-Spitze Wert <math>\mu_{ssa}</math></b>	0,79***	-0,55***	0,83***
<b>Anzahl positiver Amplituden NPA</b>	-0,70***	0,56***	-0,71***
<b>Spaltenboden</b>			
<b>Haftreibungskoeffizient <math>\mu_H</math></b>	0,46***	-0,36**	0,36**
<b>Gleitreibungskoeffizient <math>\mu_G</math></b>	0,65***	-0,60***	0,62***
<b>Arithmetischer Spitze-Spitze Wert <math>\mu_{ssa}</math></b>	0,58***	-0,60***	0,55***
<b>Anzahl positiver Amplituden NPA</b>	-0,60***	0,68***	-0,60***

Generell bewirkte eine höhere Leere, hier durch die Kenngröße Topografietiefe beschrieben, auf allen Materialien einen Anstieg aller Kenngrößen der Gleitreibungsmessung mit Ausnahme der Anzahl positiver Amplituden. Die Korrelationskoeffizienten bestätigen die Annahme, dass der Haftreibungskoeffizient nur bedingt zur Beschreibung der Rutschfestigkeit geeignet oder je nach Laufflächenmaterial sogar gänzlich ungeeignet ist. Dies lag zum einen an den hohen Streuungen und seiner Ermittlung, zum anderen aber auch daran, dass sich die Oberflächenkenngrößen auf eine Mess- bzw. Auswertungsfläche bezogen. Während sich bei Beton- und Spaltenboden teilweise hoch bis höchst signifikante sehr geringe bis geringe Korrelationen ergaben, waren auf Gussasphaltlaufflächen keine signifikanten Zusammenhänge nachzuweisen.

Der Gleitreibungskoeffizient zeigte bei allen Laufflächenmaterialien höchst signifikante Korrelationskoeffizienten. Hierbei handelte es sich um geringe bis mittlere Korrelationen. Deutlicher kam das Oberflächenmerkmal Leere in Form des arithmetischen Spitze-Spitze Wertes in Verbindung mit der Anzahl positiver Amplituden zum Ausdruck. Anhand der mittleren bis hohen höchst signifikanten Korrelationskoeffizienten konnte abgeleitet werden, dass diese beiden Kenngrößen die Oberflächenbeschaffenheit berücksichtigen und diese sich auch mit der Gleitreibungsmessung ausreichend erfassen lässt.

Die Merkmale Abgeschlossenheit und Feinheit können gleichermaßen durch die maximale Anzahl geschlossener Leerflächen beschrieben werden. Auf allen Belagsmaterialien kann-

te ein negativer Zusammenhang zwischen dieser Kenngröße, dem Haftreibungskoeffizienten, dem Gleitreibungskoeffizienten und dem arithmetischen Spitze-Spitze Wert festgestellt werden, wobei sich unabhängig vom Belagsmaterial die höchsten Korrelationen mit dem arithmetischen Spitze-Spitze Wert zeigten. Die maximale Anzahl geschlossener Leerflächen war auf allen Belägen negativ mit der Anzahl positiver Amplituden korreliert. Spaltenboden wies hier den höchsten Korrelationskoeffizienten auf. Dies stützt die Annahme, dass die Bodenbeläge, die im weitesten Sinne aus Beton hergestellt sind, im Alter feiner werden und dies auch unmittelbar aus den Gleitreibungsmesskurven ablesbar ist.

Die Kenngröße „absoluter Abstand der Durchdringung mit dem maximalen geschlossenen Leerflächenanteil bezogen auf den höchsten Punkt der Topografie“ als ein Maß der Abgeschlossenheit zeigte auf den verschiedenen Laufflächenmaterialien zwar generell dieselben Zusammenhänge wie bei der maximalen Anzahl geschlossener Leerflächen (Vorzeichen der Korrelationskoeffizienten in Tab. 2), allerdings divergierte die Höhe der Korrelationskoeffizienten zwischen dieser Kenngröße und jenen der Gleitreibungsmessung sehr stark. Die Korrelationskoeffizienten zwischen dem absoluten Abstand der Durchdringung mit dem maximalen geschlossenen Leerflächenanteil und dem Haftreibungskoeffizienten waren bei Gussasphalt und Spaltenboden am niedrigsten. Im Gegensatz dazu war die Höhe des Haftreibungskoeffizienten auf Betonlaufflächen mit der des Gleitreibungskoeffizienten vergleichbar. Während der höchste Korrelationskoeffizient auf den beiden Materialien zur Planbefestigung zwischen dem absoluten Abstand der Durchdringung mit dem maximalen geschlossenen Leerflächenanteil festgestellt werden konnte, ergab sich die höchste Korrelation auf Spaltenboden mit dem Gleitreibungskoeffizienten.

## 6 Schlussfolgerungen

Bisherige Messmethoden und Kenngrößen zur Beurteilung der Rutschfestigkeit von Laufflächen wiesen einige Schwachstellen auf. Insbesondere bei der Gleitreibungsmessung ist die Vielzahl der unterschiedlichen Ergebnisse, die mit verschiedensten Messgeräten erzielt wurden und bei denen die Berechnungsgrundlage des Gleitreibungskoeffizienten teilweise unklar ist, schlecht miteinander vergleichbar. Sowohl das entwickelte Gleitreibungsmessgerät als auch das Topografiemessgerät wurden weitestgehend anhand der Vorgaben der internationalen und nationalen Normung konstruiert. Dies wird als ein erster Beitrag in Richtung Vereinheitlichung der Messverfahren zur Beurteilung der Rutschfestigkeit und Oberflächenbeschaffenheit von Laufflächen verstanden.

Mit diesen Geräten und den aufgezeigten Messgrößen der Gleitreibungs- und der Topografiemessung steht Landwirten aber insbesondere auch Herstellern von Laufflächenbelägen ein Testverfahren zur Verfügung, das zur Entwicklung von widerstandsfähigeren Mischungsrezepturen dient. Dies ist sowohl im Sinne des Tierschutzes als auch im Sinne der derzeitigen ökonomischen Anforderungen an die Milchviehhaltung.

Wesentlich wichtiger als die Höhe des Gleitreibungskoeffizienten für eine dauerhafte Rutschfestigkeit scheint die Gestaltung der Oberflächeneigenschaften und deren Erhaltung über einen langen Nutzungszeitraum zu sein. Denn der Gleitreibungskoeffizient berücksichtigt die Oberflächenbeschaffenheit der Laufflächen insbesondere im Hinblick auf einen zu hohen Klauenabrieb zu wenig. So mag zwar anhand des Gleitreibungskoeffizienten auch nach langer Nutzungsdauer auf augenscheinlich reibeisenartigen Laufflächen eine gute Rutschfestigkeit ausgewiesen werden, allerdings ist die Ursache dieser Rutschfestigkeit meist klauenschädlich.

Da sich neue Gussasphalt- und Spaltenböden in keiner der vorgestellten Oberflächenkenngrößen signifikant unterschieden kann bei derzeitigem Stand der Kenntnisse davon ausgegangen werden, dass sich die Topografieeigenschaften dieser Beläge aus einem abgestimmten Verhältnis der Merkmale Leere, Feinheit und Abgeschlossenheit zusammensetzen. Obwohl neuer Beton im Vergleich zu den anderen Materialien in allen dargestellten Oberflächenkenngrößen signifikante Unterschiede zeigte, kann bei diesen Laufflächen ebenfalls von einem abgestimmten Verhältnis der Oberflächenmerkmale ausgegangen werden. Diese Annahme stützt sich auf diverse Literatur und Praxiserfahrung. Denn nur bei alten Belägen treten Probleme hinsichtlich zu geringer Rutschfestigkeit oder zu hohem Klauenabrieb auf.

Bei den verschiedenen Laufflächenmaterialien scheinen unterschiedliche Merkmale oder Merkmalskombinationen die Ursache für die materialspezifischen Probleme zu sein, die die Beläge im Alter bereiten. So ist es bei Gussasphalt eine Kombination aus erhöhter Leere, Abgeschlossenheit und abnehmender Feinheit, die zwar für eine Verbesserung der Rutschfestigkeit sorgt, jedoch durch die reibeisenartigen Oberflächeneigenschaften einen zu hohen Klauenabrieb bewirkt. Da bei Laufflächen aus Beton und Spaltenboden in den Merkmalen Leere und Abgeschlossenheit keine signifikanten Unterschiede, sondern lediglich abnehmende Tendenzen bei den entsprechenden Kenngrößen zu konstatieren waren, scheint die zunehmende Feinheit in Form von kleineren, dafür aber einer größeren Anzahl von Strukturelementen, die Ursache für die Abnahme der Rutschfestigkeit bei alten Laufflächen zu sein. Auf glatten Laufflächen aus Beton oder Spaltenboden sind keine Spitzen mehr vorhanden, die eine höhere Reibkraft hervorrufen und eine entsprechende Rutschfestigkeit gewährleisten (vgl. Abb. 1).

Der Hauptansatzpunkt bei der Verbesserung der Laufflächenbeläge ist eine dauerhafte Erhaltung der Oberfläche. Auf zu glatten Beton- und Spaltenboden können relativ preiswerte Sanierungsmaßnahmen wie Säurebehandlung, flächiges Auffräsen oder Rillenfräsen durchgeführt und die Oberflächen hierdurch aufgeraut werden. Allerdings sind insbesondere die beiden erst genannten Maßnahmen nicht von langer Dauer. Bei der Sanierung von zu rauen Gussasphaltbelägen bleibt meist nur die Möglichkeit eines kompletten Belagerersatzes oder das Überdecken der Laufflächen mit Gummimatten. Hierfür muss allerdings oft ein Umbau oder ein Ersatz der Schieberanlage erfolgen. So ist die Sanierung von Gussasphaltbelägen vergleichsweise kostspielig. Damit Sanierungsmaßnahmen unterbleiben können, ist es unbedingt notwendig, mechanisch und chemisch resistenter Rezepturen für Beton und Gussasphalt zu entwickeln.

Die Ergebnisse der Topografiemessung lieferten einen Beitrag zum Verständnis der Ursachen von abnehmender Rutschfestigkeit auf Beton- und Spaltenboden sowie zunehmende Rauheit von Gussasphaltauflähen. Für die praktische Prüfung auf landwirtschaftlichen Betrieben wird die Gleitreibungsmessung mit den neu definierten Kenngrößen als ausreichende Methode zur differenzierten Beurteilung der Laufflächeneigenschaften Rutschfestigkeit aber auch der Oberflächenbeschaffenheit angesehen. Für eine gezielte Materialprüfung zur Weiterentwicklung von Laufflächenmaterialien kann die optische Topografiemessung sehr hilfreich sein, beispielsweise um in Beanspruchungs- und Abriebtests die Materialzusammensetzung hinsichtlich ihres Verhaltens und ihrer Beständigkeit gegen chemischen und mechanischen Verschleiß zu verbessern.

## Literaturverzeichnis

- [1] BÄHR, H. UND L. TÜRPIß (1976): Die Trittsicherheit von Stallfußböden und der Einflussfaktor Reibwiderstand, *Agrartechnik* Jg. 26, 5/76, S. 241-243, Berlin
- [2] BÄHR, H. ET AL. (1978): Erste Ergebnisse zur Stallfußbodenbeurteilung mit einem neuen Gleitreibungsmessgerät, *Agrartechnik* Jg. 28, 1/78, S. 25-27, Berlin
- [3] BENZ, B. (2002): Elastische Beläge für Betonspaltenböden in Liegeboxenlaufställen; Dissertation Universität Hohenheim
- [4] BONSER, R. H. C. ET AL. (2003): Assessing the frictional and abrasion-resisting properties of hooves and claws, *Biosystems Engineering* 86 (2), pp. 253-256
- [5] CAMARA, S. (1970): Untersuchungen über den Klauenabrieb bei Rindern, Dissertation Christian-Albrechts-Universität, Kiel
- [6] CZICHOS, H. UND K.-H. HABIG (2003): Tribologie Handbuch; GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden
- [7] CIGR (2002): Design Recommendations of Beef Cattle Housing, Report of the CIGR Section II, Working Group No. 14 Cattle Housing, September 2002, East Lansing, Michigan, USA; Hrsg. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdning
- [8] DE BELIE, N. UND E. ROMBAUT (2003): Characterisation of claw-floor contact pressures for standing cattle and the dependency on concrete roughness; *Biosystems Engineering* 85 (3), pp. 339-346
- [9] DE BELIE, N. UND J. MONTENY (1998): Resistance of concrete containing styrol acrylic acid ester latex to acids occurring on floors for livestock housing; *Cement and Concrete Research* 28 (11), pp. 1621-1628
- [10] DIN 4260 (1982): Gestaltabweichung: Begriffe, Ordnungssystem; Beuth-Verlag, Berlin
- [11] DIN 4261 (1978): Oberflächencharakter: Geometrische Oberflächentextur-Merkmale, Begriffe, Kurzzeichen; Beuth-Verlag, Berlin
- [12] DIN EN 13036-4 (2003): Oberflächeneigenschaften von Straßen und Flugplätzen: Prüfverfahren – Teil 4: Verfahren zur Messung der Griffigkeit von Oberflächen: Der Pendeltest; Beuth-Verlag, Berlin
- [13] E DIN 51131 (1999): Prüfung von Bodenbelägen: Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft – Verfahren zur Messung des Gleitreibungskoeffizienten, Beuth Verlag, Berlin
- [14] EN 12737 (2004): Betonfertigteile – Spaltenböden für die Tierhaltung; Beuth-Verlag, Berlin
- [15] GOOCH, C. A. (2000): Considerations in flooring; Proceedings from the conference „Dairy housing and equipment systems: Managing and planing for profitability“, Camp Hill, Pennsylvania, February 1-3
- [16] HERRMANN, H.-J. (1997): Einfluss unterschiedlicher Bodenausführung von Laufflächen auf das Verhalten und die Klauengesundheit von Kühen; Dissertation Universität Gesamthochschule Kassel

- [17] KRAGELSKI, I. V. ET AL. (1983): Grundlagen der Berechnung von Reibung und Verschleiß; Carl Hanser Verlag München Wien
- [18] LKV (2004): Jahresbericht des Kuratoriums der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V.
- [19] MANSKE, TH. (2002): Hoof lesions and lameness in Swedish dairy cattle - Prevalence, risk factors, effect of claw trimming and consequences for productivity; Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences, Skara
- [20] MCKEE, C. I. UND J. DUMELow (1995): A review of the factors involved in developing effective non-slip floors for pigs; Journal of Agricultural Engineering Research 60, pp. 35-42
- [21] MÜLLER, K. (2003): Entwicklung eines mobilen Gerätes zur Messung der Rutschfestigkeit in Milchviehställen; Diplomarbeit Justus-Liebig-Universität Gießen
- [22] NILSSON, CH. (1988): Floors in animal houses; Dissertation Swedish University of Agricultural Sciences, Lund
- [23] PAHLKE, M. (2004): Klauenraspel Gussasphalt; DLZ 1/2004, S. 86-89
- [24] PHILLIPS, C. J. C. ET AL. (1998): Effect of hoof characteristics on the propensity of cattle to slip ; The Veterinary Record 142, pp. 242-245
- [25] PHILLIPS C. J. C. ET AL. (2000): Frictional properties of cattle hooves and their confirmation after trimming; The Veterinary Record 146, pp. 607-609
- [26] PHILLIPS, C. J. C. UND I. D. MORRIS (2000): The locomotion of dairy cows on concrete floors that are dry, wet or covered with a slurry of excreta; Journal of Dairy Science 83, pp. 1767-1772
- [27] PHILLIPS, C. J. C. UND I. D. MORRIS (2001): The locomotion of dairy cows on floor surfaces with different frictional properties; Journal of Dairy Science 84, pp. 623-628
- [28] REIMANN, W. UND F. FREIBERGER (1999): Fester Tritt auch bei den Kosten; DLZ 3/99, S. 132-136
- [29] RICHTER, TH. (1997): Bauausführung dauerhafter planbefestigter Stallfußböden, Zement Merkblatt LB 12; Hrsg. Bundesverband der deutschen Zementindustrie e. V.
- [30] RICHTER, TH. (2001): Trittsicherheit von Stallfußböden aus Beton; BfL 3/2001, S. 13-17
- [31] RUSSKE, A. K. (2001): Entwicklung von Klauenform und Klauenhorneigenschaften bei Jungrindern der Rassen Deutsche Holsteins und Deutsches Braunvieh; Dissertation Tierärztliche Hochschule Hannover
- [32] SCHNEIDER, J. H. (2006): Gussasphalt: Immer mehr Probleme; TOP AGRAR 2/2006, S. R 28-30
- [33] SOMERS, J. G. C. J. ET AL. (2003): Prevalence of claw disorders in dutch dairy cows exposed to several floor systems; Journal of Dairy Science 86, pp. 2082-2093
- [34] STAEVES, J. (1998): Beurteilung der Topografie von Blechen im Hinblick auf die Reibung bei der Umformung; Berichte aus Produktion und Umformtechnik, Band 41, Shaker Verlag Aachen

- [35] STRANDBERG, L. (1985): The effect of conditions underfoot on falling and overexertion accidents; *Ergonomics* 28 (1), pp. 131-147
- [36] VAN DER TOL, P. P. J. ET AL. (2002): The pressure distribution under the bovine claw during square standing on a flat substrate; *Journal of Dairy Science* 85, pp. 1476-1481
- [37] Van Der Tol, P. P. J. ET AL. (2003): The vertical ground reaction force and the pressure distribution on the claws of dairy cows while walking on a flat substrate; *Journal of Dairy Science* 86, pp. 2875-2883
- [38] VAN DER TOL, PP. PP. J. ET AL. (2005): Frictional forces required for unstrained locomotion in dairy cattle; *Journal of Dairy Science* 88, pp. 615-624
- [39] WEBER, R. (1985): Trittsicherheit von Stallbodenbelägen; FAT-Bericht 280, Hrsg. Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, Tänikon
- [40] ZÖSCHER, M. (2000): Mechanische Eigenschaften von Klauenhorn beim Rind: Elastizitätsmodul, Kugeleindruckhärte und Shore-D-Härte in Abhängigkeit vom Trockensubstanzgehalt und der Position der Klaue; Dissertation Veterinärmedizinische Universität Wien

# Arbeitszeitaufwand in den Pilotbetrieben

Dr. Bernhard Haidn, Thomas Schleicher  
Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

## Zusammenfassung

Der Faktor Arbeitszeit ist nicht nur aus Sicht des Arbeitszeitaufwands für das betriebswirtschaftliche Ergebnis von Bedeutung, sondern er steht auch für körperliche und geistige Belastung, mehr oder weniger Freizeit und Produktivität. Der Einfluss der Arbeitszeit auf die Landwirte und deren Familien bzw. die richtige Organisation der verfügbaren Arbeitskapazität wird in vielen Betrieben falsch eingeschätzt.

Mit einer Arbeitszeitstudie in 34 Pilotbetrieben sollten Basisdaten für verschiedene Betriebszweige ermittelt und ein Überblick über die Situation der Arbeitswirtschaft in den bayerischen Tierhaltungsbetrieben gegeben werden, um das Niveau auf nationaler und internationaler Ebene einordnen zu können.

Zur Erfassung des Arbeitszeitaufwands in allen Betrieben wurde die Methode der Zeitermittlung über ein Arbeitstagebuch, das jeder Landwirt über 16 Wochen führen sollte, gewählt. Die Arbeitszeit sollte nach Arbeitsvorgängen und -teilvergängen aufgezeichnet werden. Die in fünf Stufen bewertete Qualität der Aufzeichnungen ergab für 6 Betriebe „mangelhaft“ oder „unbrauchbar“. Von den restlichen Betrieben liegen zuverlässige Arbeitszeitdaten vor.

Für die 12 Milchviehbetriebe mit Bestandesgrößen von 18 - 99 Kühen wurde ein Arbeitszeitaufwand von 42 bis 114 APh pro Kuh und Jahr ermittelt. Melken, Füttern, Jungviehversorgung und Management besaßen in dieser Reihenfolge die höchsten Anteile. Nur 5 Betriebe liegen nicht an der Grenze zur vollständigen Auslastung der vorhandenen Arbeitskapazitäten. Für die drei nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus wirtschaftenden Mutterkuhbetriebe wurde mit 16-27 APh pro Kuh und Jahr ein für die vorhandenen Bestandesgrößen (20-52 Kühe) typisches Ergebnis erzielt.

Im Bereich der Schweinehaltung wirkte sich die ökologische Wirtschaftsweise ganz erheblich auf den Arbeitszeitaufwand der Betriebe aus. Drei Bio-Betriebe mit Zuchtsauenhaltung benötigten zwischen 22 und 35 APh pro Sau und Jahr, während die vier konventionellen Betriebe zwischen 10 und 14 APh pro Sau und Jahr lagen. Auch in der Mast Schweinehaltung wich ein Bio-Betrieb mit 3,7 APh pro Mastplatz und Jahr erheblich von den drei konventionellen Betrieben (0,6 - 1,1 APh/Mastplatz und Jahr) ab. Für die Schweinehaltung lag der Anteil des Arbeitszeitaufwands an der vorhandenen Arbeitskapazität innerhalb einer sehr breiten Spanne von 4 und 98 %. Maßgeblichen Einfluss übt der Produktionsumfang des Betriebszweiges und die Auslastung der Stallplätze nach dem Neubau aus. Drei Legehennenhalter wiesen mit zunehmender Bestandesgröße von 500 bis 3.000 Stallplätzen einen abnehmenden Arbeitszeitaufwand pro Huhn und Jahr auf. Dabei betrug die Auslastung der vorhandenen Arbeitskapazität nur etwa 15 bis 30 %.

# Labour Input at Pilot Farms

Dr. Bernhard Haidn, Thomas Schleicher

Institute for Agricultural Engineering, Farm Buildings and Environmental Technology,  
Bavarian State Research Center for Agriculture,  
Voettinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan / Germany

## Summary

The factor labour time is not only important for farm economic, but also for physical and mental load, more or less spare time and productivity. The influence of labour input on the farmers and their families, respectively the right handling of the available labour capacity is estimated wrong in many farms.

The aim of this labour time study was to obtain basic data of 34 monitoring farms with different specialisation. Moreover, an overview about the labour conditions in Bavarian livestock husbandries should be given to estimate their national and international level.

To collect the labour input data the farmers kept working diaries for 16 weeks over one or more periods. They should fill up all working processes performed during this period. For 6 farms the quality of their recordings had been evaluated as "bad" or "insufficient". From the others there were reliable data of the labour time input obtained.

The labour input of 12 dairy farms (18 - 99 cows) was 42 - 114 Wh (working hours) per cow and year. Milking, feeding, young cattle supply and management are the greatest parts in descending order. Only five farms did not exceed the available labour capacity. Three organic farms keeping 20 - 52 mother cows had a labour input of 16 - 27 Wh per cow and year. This is a typical result for these stock.

In the piggeries the organic way of producing had a bearing on the labour input. Three organic farms keeping breeding sows needed 22 - 35 Wh per sow and year while four conventional farms had results between 10 and 14 Wh per sow und year. Also in the sector pig fattening the one tested organic farm differed substantially at a level of 3.7 Wh per pig place and year from three conventional farms with 0.6 - 1.1 Wh per pig place and year. In pig production the proportion of labour input on the available capacity scattered widely from 4 to 98 %. This was mostly influenced by the volume of production and the utilisation of the stable capacity after moving into the new building.

Three farms with lying hens (500 - 3000 hen places) had a degreasing labour input per place und year with increasing stock. Only 15 - 30 % of their available labour capacity was used.

## 1 Einleitung

Die Tierhaltung in Bayern steht im nationalen und internationalen Wettbewerb. Der Faktor Arbeit hat nicht nur Bedeutung als aufgewendete oder erforderliche Arbeitszeit, sondern er steht auch für Belastung, mehr oder weniger Freizeit und für Produktivität.

Verbraucher und Politik fordern zunehmend tiergerechtere Haltungssysteme. Ohne zu bewerten, ob damit für das Tier tatsächlich Verbesserungen erzielt werden, verbindet der nicht immer Fachkundige damit Einstreu, großzügige Stallflächen und Auslaufmöglichkeit für die Tiere. Damit verbunden ist allerdings ein überproportionaler Anstieg des Arbeitszeitbedarfs, der wiederum die Wirtschaftlichkeit maßgeblich beeinflusst. In erster Linie geschieht dies nicht über den Faktor Arbeitskosten direkt, sondern über den Produktionsumfang einer Arbeitskraft (AK) d. h. der Anzahl erzeugter Produkteinheiten je AK.

Um dennoch ein ausreichendes Betriebseinkommen zu erwirtschaften, wird in vielen Betrieben über das Normalmaß hinaus Arbeitszeit eingesetzt und dies auf Kosten von Freizeit, Gesundheit, persönliches Wohlbefinden und Zufriedenheit.

## 2 Zielstellung

Die Arbeitszeitstudien auf den 34 Pilotbetrieben, die für die Tierhaltung in Bayern mit Vorbildfunktion gesehen werden, haben das vordringliche Ziel, die zeitliche Belastung der Betriebe zu ermitteln. Im Detail geht es darum,

- Datenmaterial wichtiger Arbeitsvorgänge (-teilvergänge) für konventionell und ökologisch wirtschaftende Betriebe zu gewinnen,
- Betriebsanalysen durchzuführen, um Schwachstellen in diesen Betrieben zu finden, damit sie in anderen Betrieben vermieden werden,
- eine Einordnung der Ergebnisse in bisher bekannte Literaturdaten vorzunehmen, um dadurch das Niveau der bayerischen Betriebe im nationalen Vergleich zu sehen und,
- wenn möglich, Basisdaten für Planung und Optimierung von Haltungsverfahren zu gewinnen.

Um diese Ziele erreichen zu können, mussten zunächst geeignete Methoden zur Arbeitszeiterfassung ausgewählt und eingesetzt werden.

## 3 Überblick über Methoden der Arbeitszeiterfassung

Die Methoden der Arbeitszeiterfassung stammen vorwiegend aus industriellen Bereichen und wurden dort unter dem Dach der REFA entwickelt und verbessert. In der Landwirtschaft haben sich im In- und Ausland verschiedene Personen mit diesen Methoden befasst und sie an die landwirtschaftlichen Erfordernisse angepasst. Das Hauptproblem dabei ist, dass es in der Landwirtschaft viele dezentrale Betriebsstätten, viele und häufig wechselnde Arbeitsplätze pro Arbeitskraft und Jahr und sehr stark variierende Einflussgrößen und Arbeitsbedingungen gibt. Für die Ermittlung der Arbeitszeit in der Landwirtschaft resultieren deshalb sehr unterschiedliche Methoden. AUERNHAMMER (1986) stellt die zahlreichen Möglichkeiten der Gliederung und Gruppierung verschiedener Methoden im Überblick zusammen (Abb. 1). Sie lassen sich im Wesentlichen hinsichtlich dem Ziel, der Betrachtungsweise, der Erfassung und der Abschnittsgliederung unterscheiden.

Betrachtungsweise		final			kausal		
Erfassung	Art	schätzen			messen		
	Mittel	befragen	Selbstaufschrieb		direkte Messung		indirekte Messung
	Methode	Fragebogen	Arbeitstagebuch Arbeitszeitkonto Arbeitszeitkarte	elektron. Tagebuch Management- Informationssystem	Arbeits- beobachtung	Arbeitsversuch	Beobachtung Versuch
	Ort	Betrieb	Betrieb	Betrieb	Betrieb	Labor	Betrieb/Labor
Arbeitsabschnitt	Gesamtarbeit						nur für manuelle Arbeiten
	Arbeitsvorgang						
	Arbeitsteilvorgang						
	Arbeitselement						
	Bewegungselement						
	Ziel	Ergänzung von Planzeiten	Betriebskontrolle u. Betriebsvergleich		IST-Analyse Planzeiterstellung SOLL-IST-Vergleich	Arbeitsablauf- optimierung Arbeitsplatz- gestaltung Planzeiterstellung	Arbeitsplatz- gestaltung Planzeit- erstellung

Abb. 1: Methoden der Arbeitszeiterfassung (nach AUERNHAMMER, 1986)

### Ziel

Die Ziele, die mit einer Arbeitszeiterhebung verfolgt werden, sind sehr vielschichtig. Dementsprechend sind geeignete Erfassungsmittel und -methoden einzusetzen. Zu unterscheiden sind Ziele, die nur Aufschluss über die betriebliche Situation geben sollen, also nur für eine Betriebskontrolle bzw. einen Betriebsvergleich verwendet werden und solche, die der Arbeitsablaufoptimierung, der Arbeitsplatzgestaltung oder der Planzeiterstellung dienen. Häufig werden dabei optimierte Verhältnisse im Modell mit Hilfe von Planzeiten berechnet und im IST-SOLL-Vergleich der tatsächlichen Situation gegenübergestellt.

### Betrachtungsweise

Hinsichtlich der Betrachtungsweise ist zwischen finalen und kausalen Ansätzen zu unterscheiden. Die angewandte Methode hängt von der jeweiligen Fragestellung ab. Bei der finalen Methode wird das Zeitprotokoll nach erledigter Arbeit also zum Schluss angefertigt. Die Zeit wird nur für einen Arbeitsvorgang, selten für einen Teilvorgang erfasst. Da viele Daten nur geschätzt werden, ist diese Betrachtungsweise eher für den praktischen Betrieb geeignet. Die kausale Methode hat einen wesentlich höheren Genauigkeitsanspruch, da sie danach fragt, warum Arbeitszeit in diesem Ausmaß erforderlich war. Es ist deshalb notwendig, die Zeiten mit geeigneten Erfassungsgeräten zu messen.

### Erfassung

Die Zeiterfassung kann nach Art, Mittel, Methode und Ort differenziert werden. Während finale Betrachtungsweisen mit dem Ziel, betriebliche Informationen zu erhalten, den Arbeitszeitaufwand meist nur schätzen und in verschiedenen handschriftlichen und elektronischen Medien dokumentieren, wird bei den kausalen immer gemessen. Hierfür stehen verschiedene technische Hilfsmittel zur Verfügung. Wurden in der Vergangenheit Stoppuhr und Tonband oder Zeitmessbrett eingesetzt, finden heute mehr und mehr elektronische Hilfsmittel Anwendung. Handheld-PCs mit entsprechender Software ermöglichen die Erfassung bis hin zu sehr kurzen Arbeitselementen vor Ort und unterstützen die Eingaben per Stift, Touchscreen oder Tastatur usw. Die Rohdaten können anschließend ohne großen Zeitaufwand an einen PC übertragen und dort ausgewertet werden.

Analoge und digitale Videotechnik erfordern nicht einmal die direkte Anwesenheit von Messpersonal beim Arbeitsvorgang. Bei bestimmten Fragestellungen ist damit eine exakte Erfassung im Nachhinein mit sehr geringem zeitlichen Aufwand möglich.

Differenzierte und exakte Zeitmessdaten resultieren sowohl aus der Arbeitsbeobachtung als auch aus dem Arbeitsversuch.

Der Arbeitsversuch wird im Labor mittels einer modellmäßigen Arbeitssituation durchgeführt. Dadurch können Haupt- und Nebenzeiten exakt erfasst werden, persönliche und technische Verlustzeiten lassen sich hingegen nicht bestimmen. Außerdem gelten die Ergebnisse nur für die Arbeitsbedingungen im Versuch.

Die Arbeitsbeobachtung hingegen erfasst die gegebene Situation in der Praxis mit allen Einflussgrößen. Die zahlreichen Einflussgrößen führen jedoch zu einer stärkeren Schwankungsbreite der Ergebnisse. Diese Methode ist stark abhängig von der Bereitwilligkeit der Person und ihrer Leistungsfähigkeit. Bei einem Vergleich verschiedener Betriebe und dabei wechselnden Arbeitspersonen ist deshalb eine Leistungsgradbeurteilung notwendig. Für eine ausreichende statistische Absicherung ist sowohl eine geeignete Methode als auch umfangreiches Datenmaterial erforderlich.

### **Abschnittsgliederung**

Die Gliederung von Arbeitszeiten kann „hierarchisch“ und/oder „sachlich“ vorgenommen werden. Bei der hierarchischen Gliederung sind im Allgemeinen bis zu 5 Stufen (Gesamtarbeit, Arbeitsvorgang, -teilvergang, -element, Bewegungselement) anzutreffen. Die Arbeitsabläufe lassen sich chronologisch zusammenstellen, so dass diese Methode für eine Modellbildung besonders geeignet ist. Bei überwiegend manuell geprägten gleichförmigen Arbeiten kann die Arbeitszeit auch über die Erfassung von Anzahl und Art der Bewegungen mit Hilfe festgelegter Normzeiten ermittelt werden.

Die sachliche Gliederung beinhaltet die Art der Teilzeiten (z. B. Rüst-, Stör-, Wegezeiten). Sie kann ausschließlich oder zusätzlich zur hierarchischen Gliederung vorgenommen werden.

## **4 Material und Methode**

### **4.1 Zeiterhebung**

Gemäß der Zielsetzung sollte der Arbeitszeitaufwand in allen 34 Pilotbetrieben ermittelt werden. Aufgrund des hohen Erfassungsaufwandes schieden kausale Erfassungsmethoden aus. Von den verbleibenden finalen Methoden wurde die Erhebung der Arbeitszeit über Arbeitstagebuchführung durch den Landwirt gewählt, da diese bei sorgfältiger Durchführung eine ausreichende und differenzierte Datengenauigkeit für jeden Betrieb liefert. Eine generelle Verwendung des Datenmaterials zur Modellbildung war damit allerdings nicht möglich.

Für die einzelnen Produktionsverfahren wurden standardisierte Arbeitstagebücher als DIN A4 Formblatt mit einer Differenzierung bis hin zum Arbeitsteilvergang erstellt. Pro Blatt waren die 7 Tage einer Woche enthalten. Als Vorlage dienten bereits früher durchgeführte Zeiterhebungen (HAIDN, 1992; HAIDN UND KRAUS, 1994; HAIDN ET AL., 1997; HAIDN ET AL., 1998; HAIDN UND FREIBERGER, 1999; HAIDN UND FREIBERGER 2001).

Die Vorgehensweise der Zeiterfassung wurde mit den Landwirten genau abgesprochen. Im Bereich Milchvieh sind die Arbeitsvorgänge und Arbeitsteilvorgänge in Abb. 2 dargestellt. Die angefallene Arbeit war jeweils täglich bzw. je Melkzeit einzutragen.

Bayerisches Pilotvorhaben für artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltung								
Arbeitstagebuch für Stallarbeiten (Milchviehhaltung)								
Betrieb _____								
Woche von _____ bis _____								
Arbeitsgänge		Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Stallmanagement	Organisation, Büro, Verwaltung							
	Tierkontrollen							
	Tierbehandlungen							
	Besamung							
	Umstallarbeiten							
	Geburtshilfe							
	Sonstige Arbeiten							
Fütterung	Rüstzeiten (Silage, Heu)							
	Rüstzeiten (Krafftutter)							
	Grünfütterbereitstellung							
	Grundfuttermvorlage							
	Krafftuttermvorlage							
	Futteranlieferung und -einlagerung							
	Sonstige Arbeiten							
Einstreuen	Rüstzeiten							
	Liegeboxen einstreuen							
	Abkalbeboxen einstreuen							
	Sonstige Arbeiten							
Entmisten	Liegeboxen säubern							
	Planbefestigte Flächen säubern							
	Abkalbebox entmisten							
	Sonstige Arbeiten							
Melken	Rüstzeiten (früh)							
	Melkgang (früh)							
	Rüstzeiten (abend)							
	Melkgang (abend)							
Jungvieh	generell ganze Kälbersversorgung							
	generell Jungvieh							
Weide	Vorarbeiten							
	Tierumtriebe							
Wartung	Maschinen							
	Stalleinrichtung							
	Weidetechnik							

Abb. 2: Gliederung der Arbeiten für den Bereich der Milchviehhaltung

Die Aufzeichnungsperiode umfasste während eines Jahres mindestens 16 Wochen in einem repräsentativen Zeitraum. Bei den neugebauten Ställen wurde erst mehrere Monate nach dem Erstbezug mit der Aufzeichnung begonnen, so dass sich eine Arbeitsroutine einstellen konnte. Für die jeweiligen Betriebszweige wurden die in Tab. 1 zusammengestellten Aufzeichnungsperioden festgelegt.

Um eventuell Aufzeichnungsfehler oder auftretende Probleme rechtzeitig erkennen und beheben zu können, sollten die Betriebe während der Aufzeichnungsphase die Wochenblätter in regelmäßigen Abständen abliefern.

Tab. 1: Dauer der Aufzeichnungsperioden nach Betriebszeigen

Betriebszweig	Aufzeichnungsperiode
Milchvieh	4 x 4 Wochen (verschiedene Jahreszeiten)
Mutterkuhhaltung	4 x 4 Wochen (verschiedene Jahreszeiten)
Rindermast	4 x 4 Wochen (verschiedene Jahreszeiten)
Kälberaufzucht	4 x 4 Wochen (verschiedene Jahreszeiten)
Zuchtsauen	16 Wochen am Stück
Mastschweinehaltung	1 Durchgang
Ferkelaufzucht	1 Durchgang
Legehennenhaltung	4 x 4 Wochen (verschiedene Jahreszeiten)
Putenmast	1 Durchgang

### 4.2 Datenauswertung

Nach Abschluss der geforderten Tagebuchaufzeichnungen lagen die Rohdaten in den ausgefüllten Formblättern vor. Umfang und Zeitraum der Erhebungen sind in Abb. 3 beispielhaft zu sehen.

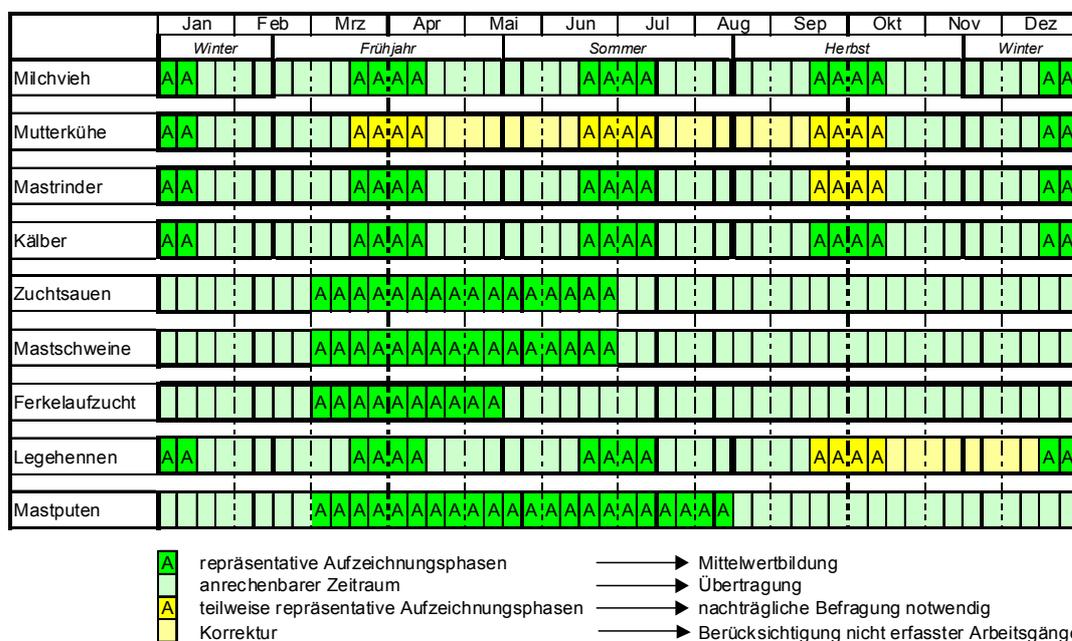


Abb. 3: Aufzeichnungsperioden und Auswertungsschema

Bei der Berechnung der Gesamtarbeitszeit wurden die verschiedenen Betriebszweige unterschiedlich behandelt.

*Milchvieh-, Mastrinderhaltung und Kälberaufzucht* sind kontinuierliche Produktionsverfahren mit kaum saisonal bedingten Arbeiten in der Innenwirtschaft. Deshalb wurde jeweils die angefallene Arbeitszeit in den vier Aufzeichnungsperioden der Tagebücher errechnet, auf die jeweilige Jahreszeit hochgerechnet und der Jahresarbeitszeitaufwand des Betriebszweiges ermittelt.

Für *Mutterkuh- und Legehennenhaltung* wurde analog das Schema für Milchviehhaltung angewendet. Es sind jedoch (saisonal) Arbeitsspitzen zu beachten, welche die Aufzeichnungen verfälschen würden. Nicht erfasste Ein- und Ausstallarbeiten bei den Legehennen oder der enthaltene Weideaustrieb/Kalbesaison bei den Mutterkühen hätte das Ergebnis verfälscht, da sie nicht für ein ganzes Quartal repräsentativ sind, sondern nur für einen kürzeren Zeitraum zutreffen. Die Konsequenz war, dass eine nachträgliche mündliche Befragung der Landwirte erforderlich war, um alle Arbeitsspitzen oder saisonale Arbeiten möglichst genau bestimmen und in den Berechnungen berücksichtigen zu können.

*Zuchtsauenhaltung* weist im Wochenrhythmus festgelegte Arbeiten auf. Aus den Tagebuchaufzeichnungen kann deshalb über ein Vielfaches des Wochenrhythmus auf das Jahr hochgerechnet werden, da sich alle Arbeiten in diesem Turnus wiederholen.

Bei *Mastschweinehaltung, Ferkelaufzucht und Putenmast* wurde der Arbeitszeitaufwand für eine bzw. zwei Durchgänge ermittelt und das Ergebnis auf ein Jahr hochgerechnet.

## 5 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnung des Arbeitszeitaufwand sind für die jeweiligen Produktionsverfahren bzw. Betriebszweige in den folgenden Abschnitten tabellarisch nach Betrieb und Arbeitsvorgängen analog dem Arbeitstagebuch zusammengefasst. Ebenso werden der Gesamtarbeitszeitaufwand, die Arbeitskapazität, die biologischen Leistungsdaten und die betrieblichen Rahmenbedingungen aufgeführt. Diese stammen aus der Dokumentation und werden zur Veranschaulichung und Erläuterung der einzelnen Betriebe knapp dargestellt.

### 5.1 Milchviehhaltung

In den 12 Pilotbetrieben mit Milchviehhaltung ist in 5 Betrieben zusätzlich der Betriebszweig Ackerbau anzutreffen. Die durchschnittliche Bestandesgröße der Betriebe lag im Untersuchungszeitraum zwischen 18 und 99 Kühen. Dabei werden die Tiere mit einer Ausnahme in Liegeboxenlaufställen gehalten.

Der durchschnittliche Arbeitszeitaufwand pro Kuh und Jahr der Betriebe schwankte zwischen 42 und 114 APh (Tab. 2 und Tab. 3). Während 7 Betriebe unabhängig von der Bestandesgröße einen Arbeitszeitaufwand zwischen 40 und 60 APh aufwiesen, weichen drei Betriebe (MV3, MV10, MV12) davon erheblich ab. Die Ursachen hierfür liegen im hohen Zeitaufwand einzelner Arbeitsvorgänge. Den höchsten Anteil nahm die Melkarbeit mit im Durchschnitt knapp 30 APh pro Kuh und Jahr ein (Abb. 4). Die großen Schwankungen sind zum einen durch die Bestandesgröße und zum andern durch die technische Ausstattung zu erklären. Hohe technische Kapazitäten in kleinen Beständen (z.B. MV1, MV7) führen zu einem Zeitaufwand unter 20 APh pro Kuh und Jahr. Dagegen verursacht eine schlechte Arbeitsorganisation in Verbindung mit einem ungünstig angeordneten Melkbeereich einen sehr hohen Zeitaufwand (MV 3, MV12).

Ebenfalls einen sehr hohen Anteil an der Gesamtarbeit nahmen mit 6 bis 27 APh die Fütterungsarbeiten ein. Bei diesem Arbeitsvorgang ist ein unmittelbarer Zusammenhang zur Fütterungstechnik herzustellen. Betriebe mit einem Futtermischwagen besaßen einen erkennbar niedrigeren Arbeitszeitaufwand als solche, die von Hand oder über Silokamm und Handverteilung das Futter vorlegten.

Management und Arbeiten für Jungvieh hatten bei etwa 9 APh pro Kuh und Jahr einen vergleichbaren Umfang. Dabei ist auch hier der große Schwankungsbereich zwischen den Betrieben zu beachten.

Die Qualität der Aufzeichnungen ist sehr unterschiedlich zu bewerten. Die subjektive Beurteilung ergab nur für zwei Betriebe ein „sehr gut“, für drei Betriebe ein „gut“, für 4 Betriebe ein „zufrieden stellend“. Ein Betrieb lieferte unvollständige Aufzeichnungen ab und von zwei Betrieben liegen keine Ergebnisse vor.

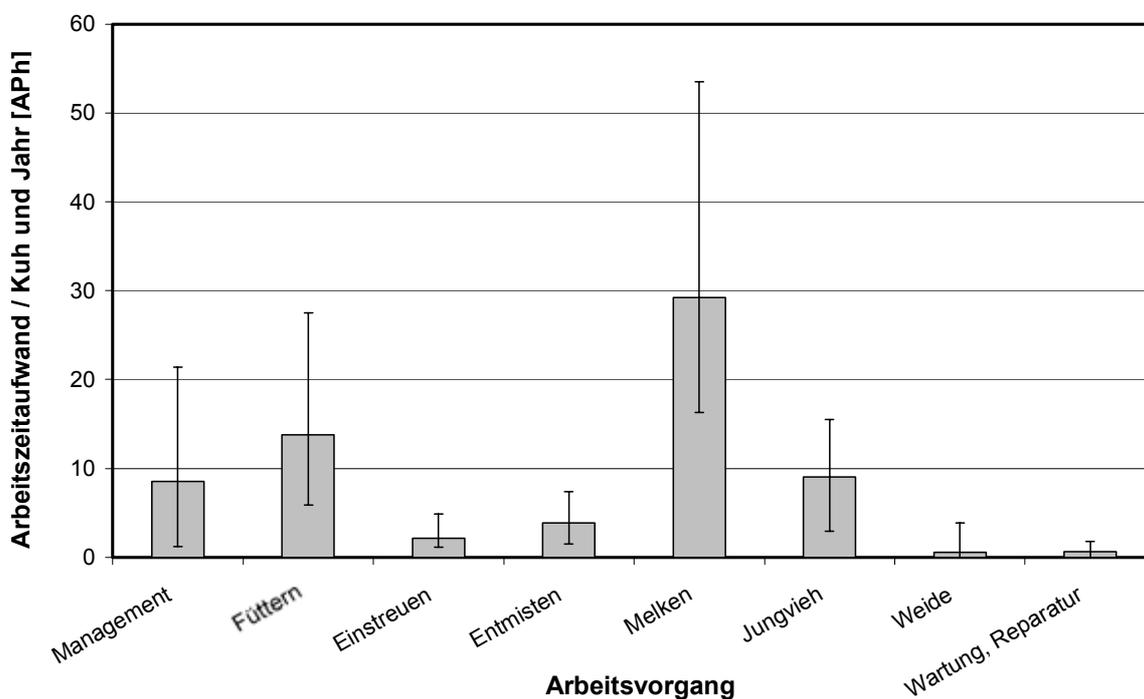


Abb. 4: Streuung des Arbeitszeitaufwands der Arbeitsvorgänge in den Milchviehbetrieben

Die Abb. 5 zeigt den Arbeitszeitaufwand pro Kuh und Jahr in Abhängigkeit der Bestandesgröße. Der Anteil der Routinearbeiten überwiegt bei allen Betrieben. Die Einteilung nach der Wirtschaftsweise lässt keine Unterschiede erkennen.

Eine Einordnung der Ergebnisse anhand der Modellrechnungen von SCHICK (2005) zeigt eine insgesamt gute Übereinstimmung. Die stärkeren Abweichungen von MV1, MV3 und MV12 sind erklärbar und für diese Bestandesgröße nicht typisch. Eine Verbesserung der Arbeitsorganisation kann für diese Betriebe bereits eine erhebliche Wirkung zeigen.

Mit dem ermittelten Arbeitszeitaufwand liegen nur fünf Betriebe nicht an der Grenze zur vollständigen Auslastung der vorhandenen Arbeitskapazitäten. Insbesondere die Betriebe mit 50 bis 70 Kühen sowie die beiden schlecht organisierten kleinen Betriebe sind überlastet. Auch MV2 ist an dieser Stelle zu erwähnen, da langfristig Altenteiler ausscheiden und damit die Arbeitskapazitäten sinken, die Auslastung damit aber ansteigen wird.

Tab. 2: Arbeitszeitaufwand in der Milchviehhaltung für die Betriebe MV1 bis MV6

Betrieb	MV1 <sup>*)</sup>	MV2	MV3	MV4	MV5 <sup>*)</sup>	MV6
Arbeitszeitaufwand pro Kuh und Jahr (Aph)						
Management	9,3	7,0	21,4	–	4,4	4,9
Fütterung	8,4	5,9	27,5	–	11,1	6,9
Einstreuen	1,5	2,9	2,8	–	1,2	1,3
Entmisten	1,5	2,2	3,2	–	3,7	4,5
Melken	16,3	21,0	37,9	–	34,6	18,8
Jungvieh	2,9	12,8	15,5	–	5,9	9,7
Weide	0,4	0,0	3,9	–	0,7	0,0
Wartung und Reparatur	1,2	0,1	1,8	–	0,6	0,5
<b>Summe</b>	<b>42</b>	<b>52</b>	<b>114</b>	<b>–</b>	<b>62</b>	<b>47</b>
Mittl. Tierbestand	40,3	99,0	18,6		38,0	73,0
Arbeitszeitaufwand des Betriebszweig (Aph)	1.676	5.160	2.121	–	2.359	3.397
Vorhandene Arbeitskräfte (AK)	1,2	3,0	1,0	3,0	1,9	1,6
Arbeitskapazität (1AK = 2300 Std.)	2.760	6.900	2.300	6.900	4.370	3.680
benötigte Arbeitskapazität (%)	61	75	92	–	54	92
Betriebszweige	Milchvieh	Milchvieh	Milchvieh	Milchvieh, Ackerbau	Milchvieh	Milchvieh
bewirtschaftete Flächen (ha)	38	80	20	156	38	72
Wirtschaftsform	bio	Kon	kon	kon	bio	kon
Milchleistung (kg)	6.270	7.472	6.402	6.582	6.523	6.285
Zwischenkalbezeit (Tage)	413	365	391	386	447	–
Stallsystem	Liegeboxenlaufstall, planbefestigte Laufflächen	Liegeboxenlaufstall, planbefestigte Laufflächen	Liegeboxenlaufstall, Spaltenboden	Liegeboxenlaufstall, planbefestigte Laufflächen	Liegeboxenlaufstall, planbefestigte Laufflächen	Liegeboxenlaufstall, Spaltenboden
Fütterung	Dosierwagen	Futtermischwagen	Silozange	Futtermischwagen	Heukran	Futtermischwagen
Einstreuen	von Hand	von Hand	von Hand	Futtermischwagen	Hoftrac	von Hand
Entmisten	Flachschieber	Flachschieber	Spaltenboden	Flachschieber	Flachschieber	Spaltenboden
Melken	2 x 5er FG	2 x 8er FG	1 x 5er FG	2 x 12er SO	2 x 3er FG	14er K
Aufzeichnungswochen	16	16	16	0	13	16
Aufzeichnungsqualität (+ + bis – –)	–	+	+	– –	++	++

\*) Bio-Betrieb

Tab. 3: Arbeitszeitaufwand in der Milchviehhaltung für die Betriebe MV7 bis MV12

Betrieb	MV7	MV8 <sup>*)</sup>	MV9	MV10	MV11	MV12 <sup>*)</sup>
Arbeitszeitaufwand pro Kuh und Jahr (APh)						
Management	2,4	1,2	–	11,6	7,7	15,7
Fütterung	10,5	13,9	–	20,0	7,0	26,9
Einstreuen	1,1	1,4	–	4,9	1,9	2,4
Entmisten	3,3	3,4	–	7,4	2,5	6,6
Melken	19,3	28,6	–	30,6	31,6	53,5
Jungvieh	10,8	10,7	–	11,0	5,6	5,4
Weide	0,0	0,0	–	0,0	0,0	0,5
Wartung und Reparatur	0,0	0,4	–	0,8	0,9	0,0
<b>Summe</b>	<b>48</b>	<b>60</b>	<b>–</b>	<b>86</b>	<b>57</b>	<b>111</b>
Mittl. Tierbestand	37,4	18,0		50,6	61,0	35,0
Arbeitszeitaufwand des Betriebszweig (APh)	1.778	1.073	–	4.368	3.487	3.886
Vorhandene Arbeitskräfte (AK)	1,2	3,0	2,2	1,8	1,5	1,2
Arbeitskapazität (1AK = 2300 Std.)	2.760	6.900	5.060	4.140	3.450	2.760
benötigte Arbeitskapazität (%)	64	16	–	105	101	141
Betriebszweige	Milchvieh, Ackerbau	Milchvieh, Ackerbau, Ziegen, Direktverm.	Milchvieh	Milchvieh, Ackerbau	Milchvieh, Ackerbau	Milchvieh
bewirtschaftete Flächen (ha)	80	56	60	49	78	61
Wirtschaftsform	kon	Bio	kon	kon	kon	bio
Milchleistung (kg)	7.836	4.382	5.782	7.708	8.202	5.755
Zwischenkalbezeit (Tage)	362	398	441	409	365	395
Stallsystem	Liegeboxenlaufstall, planbefestigte Laufflächen	Liegeboxenlaufstall, planbefestigte Laufflächen	Liegeboxenlaufstall, planbefestigte Laufflächen	Tretmiststall, planbefestigte Laufflächen	Liegeboxenlaufstall, planbefestigte Laufflächen	Liegeboxenlaufstall, planbefestigte Laufflächen
Fütterung	Hofschlepper	Silokamm	Futtermischwagen	Futtermischwagen	Futtermischwagen	Silokamm
Einstreuen	von Hand	Hofschlepper	von Hand	maschinell	von Hand	von Hand
Entmisten	Flachschieber	Flachschieber	Flachschieber	Flachschieber	Flachschieber	Flachschieber
Melken	2 x 5er AT	2 x 3er FG	2 x 6er FG	2 x 3er AT	2 x 4er FG	2 x 4er FG
Aufzeichnungswochen	16	16	0	16	8	16
Aufzeichnungsqualität (+ + bis – –)	+ –	+ –	– –	+	+ –	+ –

\*) Bio-Betrieb

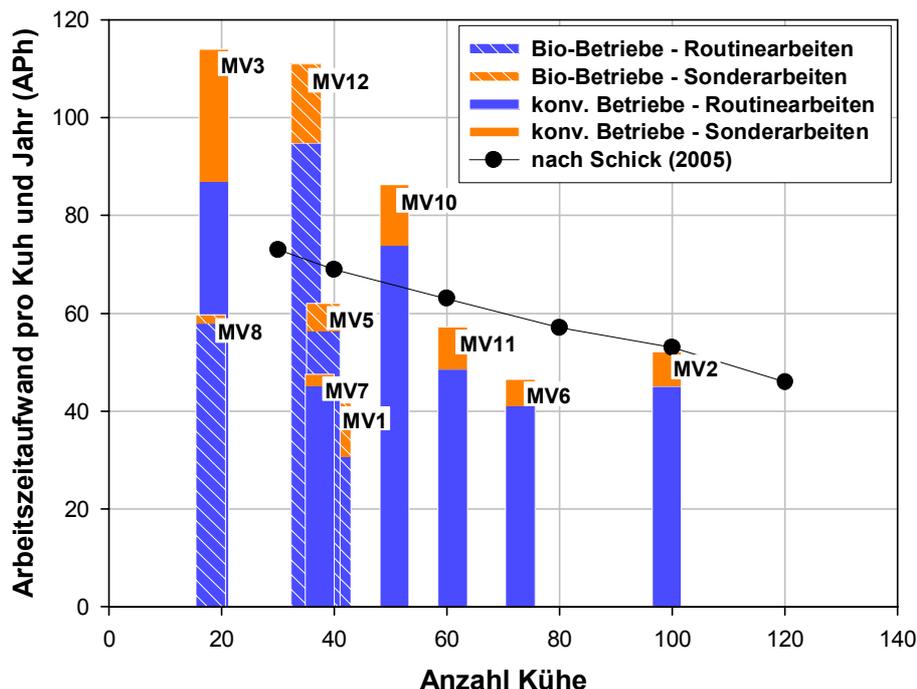


Abb. 5: Übersicht und Einordnung des Arbeitszeitaufwands der Milchviehbetriebe

## 5.2 Kälber- und Jungviehaufzucht

Dieser Betriebszweig wurde nur in einem Pilotbetrieb (K1) näher untersucht. Bei dem Stallgebäude handelt es sich um eine Umbaulösung für ca. 50 Kälber und Jungvieh im Altgebäude. Die Tiere haben eine Tiefstreuliegefläche und eine planbefestigte Lauffläche mit Schieberentmistung. Gefüttert wird mit dem Futtermischwagen, das Futter wird jedoch am Futtertisch im Stall abgelegt und muss von Hand verteilt werden. Die Tränke der Kälber erfolgt über einen Tränkeautomat.

Der Arbeitszeitaufwand für die Kälber- und Jungviehaufzucht in diesem Milchviehbetrieb (65 Kühe) beträgt 7,3 APh pro Kuh und Jahr. Gemessen an den übrigen Pilotbetrieben mit Milchviehhaltung liegt dieser Wert im Durchschnitt. Der Hauptanteil der Arbeiten entfällt mit 57 % auf die Fütterung gefolgt von der Tränke mit 21 %.

Tab. 4: Arbeitszeitaufwand für die Kälber- und Jungviehaufzucht in einem Milchviehbetrieb mit durchschnittlich 65 Kühen

Tätigkeit	Arbeitszeitaufwand (APh)		
	je Betriebszweig und Jahr	je Kuhplatz und Jahr	rel. Anteil (%)
Management	13,1	0,2	3
Fütterung	268,9	4,1	57
Tränke	97,7	1,5	21
Entmisten	32,6	0,5	7
Einstreuen	59,9	0,9	13
Wartung und Reparatur	0,0	0,0	0
<b>Summe</b>	<b>472</b>	<b>7,3</b>	<b>100</b>

### 5.3 Mutterkuhhaltung

Die drei Mutterkuhbetriebe wirtschaften ökologisch und hatten eine durchschnittliche Bestandesgröße von 14, 27 und 50 Kühen. Die Betriebe unterscheiden sich durch die unterschiedliche Mastdauer und die verschiedenen Stallsysteme. Die beiden kleineren Betriebe (MK1, MK2) halten die Tiere in einen Tretmist- bzw. Tiefstreustall mit planbefestigten Laufflächen. In Betrieb MK3 sind für die Mutterkühe Liegeboxen, für die Mastrinder Tretmistliegeflächen vorhanden.

Der Gesamtarbeitszeitaufwand schwankte zwischen 16 und 27 APh pro Kuh und Jahr (Tab. 5). Deutliche Abweichungen in den Arbeitsvorgängen liegen bei den Routinearbeiten Füttern (6,5 bis 13 APh), Einstreuen (2,5 bis 6 APh) und dem Entmisten (1 bis 4,8 APh) vor.

Tab. 5: Arbeitszeitaufwand in den Mutterkuhbetrieben

Betrieb	MK1 <sup>*)</sup>	MK2 <sup>*)</sup>	MK3 <sup>*)</sup>
Arbeitszeitaufwand pro Kuh und Jahr (APh)			
Management	4,0	2,6	3,4
Füttern	6,5	13,0	7,1
Einstreuen	3,2	6,0	2,5
Entmisten	1,0	1,4	4,8
Kälber	0,0	0,2	0,7
Weide	0,6	3,1	3,1
Wartung und Reparatur	0,9	0,5	0,3
<b>Summe</b>	<b>16,2</b>	<b>26,8</b>	<b>21,8</b>
Kuhzahl	27,0	14,4	50,5
Arbeitszeitaufwand des Betriebszweigs (APh)	436	384	1102
Vorhandene Arbeitskräfte	1,0	1,0	1,6
Arbeitskapazität (1 AK = 2300 Std.)	2.300	2.300	3.680
benötigte Arbeitskapazität (%)	19	17	30
Betriebszweige	Mutterkühe, Ackerbau	Mutterkühe, Direktvermarktung	Mutterkühe
bewirtschaftete Flächen (ha)	86	36	77
Wirtschaftsform	Bio	bio	bio
tägliche Zunahmen in g	1.130	960	827
Kälberverluste (%)	6,5	0	5,6
Kalbeperiode	April – Juni	Feb – Mrz / Jul – Aug	Jan – Mrz / Jul – Aug
Mastdauer	10 – 14 Monate	ca. 12 Monate	ca. 22 Monate
Weideform	Umtriebsweide	Umtriebsweide	Standweide
Stallsystem	Tretmistlaufstall mit planbefestigten Laufflächen	Tiefstreustall mit planbefestigten Laufflächen	Liegeboxenlaufstall (Mutterkühe), planbef. Laufflächen; Tretmiststall (Mastrinder), planbefestigte Laufflächen
Füttern	Hofschlepper	Hofschlepper	Futterverteilwagen
Einstreuen	von Hand	Hofschlepper	maschinell
Entmisten	Hofschlepper	Flachschieber	Hofschlepper
Aufzeichnungswochen	16	16	16
Aufzeichnungsqualität (+ + bis - -)	+	+ -	+ -

<sup>\*)</sup> Bio-Betrieb

Von der vorhandenen Arbeitskapazität wurden nur 17 - 30 % benötigt.

Die Qualität der Aufzeichnungen und damit der Daten konnte in einem Betrieb mit „gut“ und in den beiden anderen mit „zufriedenstellend“ bewertet werden.

Mit dem ermittelten Arbeitszeitaufwand haben alle drei Betriebe niedrigere Werte als die Vergleichszahlen nach SCHIED 2003 (Abb. 6). Der Betrieb MK1 weicht dabei sehr stark nach unten ab. Dessen ausgeklügeltes Einstreuverfahren und die sehr einfache Entmistung machen laut Tagebuchführung eine gewisse Arbeitseinsparung durchaus plausibel. Etwa ein Drittel der Arbeitszeit entfiel auf Sonderarbeiten.

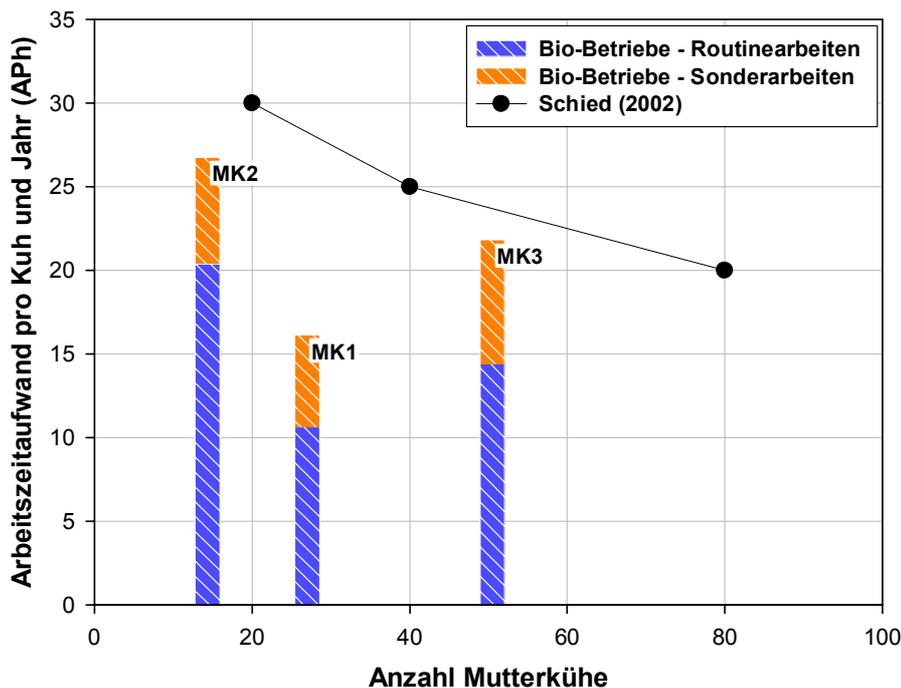


Abb. 6: Übersicht und Einordnung des Arbeitszeitaufwands in den Mutterkuhbetrieben

## 5.4 Rindermast

Bei den beiden Rindermastbetrieben handelt es sich um einen Ochsen- und einen Bullenmastbetrieb.

Für die Ochsenmast steht ein Liegeboxenlaufstall mit Spaltenbodenlaufflächen und 47 Hochboxen zur Verfügung. Der durchschnittliche Zeitaufwand pro Mastplatz und Jahr betrug 19,9 APh (Tab. 6). Davon entfallen 11,3 APh auf das Füttern mit einem Futtermittelwagen, der aus einem Hochsilo beschickt wird. Kälbersversorgung und Management sind mit 4,2 bzw. 2,8 APh ebenfalls noch von Bedeutung.

Bei dem Bullenmastbetrieb wurde der Quarantänestall für zugekaufte Fresser als Pilotstall anerkannt. Die Tiere werden dort in Gruppenbuchten mit Vollspaltenboden gehalten. Die Liegeflächen sind mit einer Gummiauflage versehen und eine Stallseite hat einen planbefestigten Auslauf. Die Fütterung erfolgt mit einem Futtermischwagen.

Der Arbeitszeitaufwand wurde auf die Gesamtzahl der Stallplätze bezogen. Er betrug für die Tiere im Quarantänestall etwa ein Drittel der Gesamtarbeitszeit, die bei 4,8 APh je

Mastplatz und Jahr lag. Der größte Teil der Arbeiten entfällt mit 3,3 APh auf das Füttern, gefolgt vom Management mit 1,3 APh pro Mastplatz und Jahr.

Der ermittelte Arbeitszeitaufwand ist für den Ochsenmastbetrieb als sehr hoch, für den Bullenmastbetrieb unter Berücksichtigung der Bestandesgröße und der strohlosen Haltung als angemessen einzustufen.

Tab. 6: Arbeitszeitaufwand in je einem Ochsen- und Bullenmastbetrieb

Tätigkeit	Arbeitszeitaufwand je Mastplatz und Jahr (APh)			
	Ochsenmast	Bullenmast		
		Quarantänestall	Maststall	Summe
Management	2,8	0,59	0,68	1,27
Fütterung	11,3	1,19	2,16	3,35
Einstreuen	0,9	0,06	0,00	0,06
Entmisten	0,4	0,03	0,00	0,03
Wartung und Reparatur	0,3	0,02	0,06	0,08
Sonstige Arbeiten		0,01	0,01	0,02
Kälbersversorgung	4,2	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>19,9</b>	<b>1,9</b>	<b>2,9</b>	<b>4,8</b>
Anzahl der Stallplätze	38	75	255	330
Arbeitszeitaufwand je Betriebszweig und Jahr (APh)	754	626	962	1.588

## 5.5 Zuchtsauenhaltung

Alle Zuchtsauenbetriebe haben als weiteren Betriebszweig Ackerbau, in ZS5 ist zusätzlich Ferkelaufzucht und in ZS6 Schweinemast vorhanden.

Die durchschnittliche Bestandesgröße liegt für die konventionellen Betriebe bei 120 - 190 und für die Bio-Betriebe bei 20 - 50 produktiven Zuchtsauen (Tab. 7). Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen und Tierzahlen müssen beide Wirtschaftsformen getrennt betrachtet werden.

Der ermittelte Arbeitszeitaufwand der vier konventionellen Betriebe lag zwischen 5 und 14 APh je Zuchtsau und Jahr, wobei der sehr niedrige Wert von Betrieb ZS3 nicht erklärt werden kann. Es liegt die Vermutung nahe, dass Arbeitsgänge nicht berücksichtigt oder unvollständig erfasst wurden. Die drei Bio-Betriebe hatten einen Arbeitszeitaufwand von 22, 28 und 35 APh je Zuchtsau und Jahr.

In jeder der beiden Wirtschaftsformen nahmen Futterbereitstellung und Fütterung den höchsten Zeitaufwand ein. Ähnlich wie bei der Gesamtarbeit lag der Anteil dieses Arbeitsvorgangs mit 7 bis 16 APh je Zuchtsau und Jahr in der ökologischen Haltung deutlich höher als bei der konventionellen (2 bis 4 APh). Defizite in der Fütterungsmechanisierung und in der Standardisierung der Futtermittel sind offensichtlich. Dies weist darauf hin, dass für Bio-Betriebe in diesem Bereich ein großes Einsparpotential hinsichtlich der Arbeitszeit liegt.

Qualität der Aufzeichnungen kann nur in je einem der Pilotbetriebe als „sehr gut“ und „gut“ bezeichnet werden. Drei Betriebe führten das Tagebuch „zufriedenstellend“, bei zweien waren Mängel offensichtlich.

Tab. 7: Arbeitszeitaufwand in den Zuchtsauenbetrieben

Betrieb	ZS 1 <sup>*)</sup>	ZS 2	ZS 3	ZS 4 <sup>*)</sup>	ZS 5	ZS 6 <sup>*)</sup>	ZS 7
Arbeitszeitaufwand je produktiver Zuchtsau und Jahr (APh)							
Management	0,0	1,5	0,2	1,0	0,2	1,0	0,4
Futterbereitstellung	1,2	0,0	0,3	3,5	0,7	5,0	0,0
Tierverkehr	2,7	0,3	0,4	0,2	0,9	3,4	0,5
Fütterung	5,6	4,5	1,1	9,7	1,6	11,0	3,7
Entmisten	2,8	0,0	0,6	0,9	1,5	3,5	0,9
Einstreuen	1,1	0,0	0,0	3,1	0,4	5,6	0,2
Tierkontrolle	5,9	2,4	1,3	7,2	1,7	2,0	1,7
Tierbehandlungen	1,9	1,0	0,5	2,1	0,7	0,7	0,5
Reinigung	1,1	1,5	0,4	0,1	1,3	2,2	0,8
Wartung und Reparatur	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,3	0,1
Sonstige Arbeiten	0,0	2,7	0,0	0,0	1,2	0,5	1,2
Summe	22,3	14,1	5,0	27,9	10,1	35,0	10,0
Anzahl produktiver Sauen	38	120	172	22	210	50	141
Arbeitszeitaufwand des Betriebszweigs (APh)	847	1.691	854	614	2130	1.752	1.415
Vorhandene Arbeitskräfte (AK)	1,3	1,3	2,0	2,3	1,7	1,2	1,0
Arbeitskapazität (1AK = 2300 Std.)	2.990	2.990	4.600	5.290	3.910	2.760	2.300
benötigte Arbeitskapazität (%)	28	57	19	12	54	63	62
Betriebszweige	Zuchtsauen Ackerbau	Zuchtsauen Ackerbau	Zuchtsauen Ackerbau	Zuchtsauen Ackerbau	Zuchtsauen Ferkelaufz. Ackerbau	Zuchtsauen Mastschw. Ackerbau	Zuchtsauen Ackerbau
bewirtschaftete Flächen (ha)	50	20	117	45	37	31	26
Wirtschaftsform	bio	kon	kon	bio	kon	bio	Kon
Wochenrhythmus	3	5	3	4	1	–	3
Aufgezoogene Ferkel je Sau und Jahr	18,0	20,0	20,5	-	20,4	–	21,9
Stallsystem - Abferkelstall	Außenklimastall, System Schweitzer (modifiziert)	wärmege-dämmter Stall, Ka-stenstände	wärmege-dämmter Stall, Ka-stenstände	Außenklima-stall, Einzel-buchten nach FAT2	wärmege-dämmter Stall, Ka-stenstände	Außenklima-stall, Hekul-buchten	wärmege-dämmter Stall, Ka-stenstände,
Stallsystem - Deck und Wartestall	Außenklima-stall, Grup-penhaltung	Außenklima-stall, Grup-penhaltung	Gruppenhal-tung	Außenklima-stall, Grup-penhaltung	Außenklima-stall, Grup-penhaltung	Außenklima-stall, Grup-penhaltung	Gruppenhal-tung
Fütterung - Abferkelstall	Breifutterau-tomaten	automati-sche Dosie-rung	von Hand	Volumen-dosierer	Volumen-dosierer	von Hand	von Hand
Fütterung - Wartestall	Abrufstation	Abrufstation	Abrufstation	Abrufstation	Dribbel-fütterung	von Hand	Abrufstation
Einstreuen	von Hand, Hofschlep-per	Hofschlep-per	-	von Hand	-	von Hand	-
Entmistung	Hand + Hofschlep-per	Wechselstau-verfahren	Wechselstau-verfahren	Hand + Hofschlep-per	Wechselstau-verfahren	Hand + Hofschlep-per	Wechselstau-verfahren
Aufzeichnungswochen	7	12	15	16	16	15	12
Aufzeichnungsqualität (+ + bis - -)	-	-	+ -	+	++	+ -	+ -

\*) Bio-Betrieb

Bedingt durch Bestandesgröße und Haltungsförm sind Tierkontrollen in den Biobetrieben arbeitsaufwendiger. Gleiches gilt auch für das Einstreuen und Entmisten.

Die verbleibenden Arbeitsvorgänge lassen keine größeren Unterschiede im Arbeitszeitaufwand erkennen. Insbesondere verwundert, dass die Reinigung trotz der größeren Flächen in den Ökobetrieben kaum mehr Zeit in Anspruch nahm.

Ein Vergleich der Ergebnisse mit Werten aus der Literatur, die auf Messungen und Modellkalkulationen beruhen, zeigt insgesamt eine gute Übereinstimmung (Abb. 7). Für die Bio-Betriebe wurden Kalkulationen von SCHICK (2006) herangezogen, der vergleichbare eingestreute Haltungsförm in der Schweiz untersuchte. Aufgrund betrieblicher Bedingungen, aber auch wegen niedriger Aufzeichnungsqualität werden die kalkulierten Optimalwerte in einigen Betrieben nicht erreicht. Ähnliches gilt beim Vergleich mit den Berechnungen von HAIDN (1992) für strohlose Haltungsförm. Der Betrieb ZS2 ist Jungsauenzüchter, wodurch ein erhöhter Arbeitsaufwand für Management, Fütterung und Tierkontrolle von 3 - 5 APH je Sau und Jahr zu erwarten ist.

Sonderarbeiten nehmen etwa ein Drittel der Gesamtarbeit ein. Dieses Verhältnis ist unabhängig von der Wirtschaftsförm.

Gemessen an den vorhandenen Arbeitskapazitäten werden in den Züchtersauenbetrieben 12 bis 63 % benötigt. Damit sind für weitere Betriebszweige ausreichend Kapazitäten vorhanden. Zu berücksichtigen ist, dass sich vor allem die Bio-Betriebe (ZS1, ZS4) noch im Bestandsaufbau befinden. Zukünftig wird für sie mehr Arbeitszeit für den Betriebszweig Züchtersauenhaltung erforderlich sein.

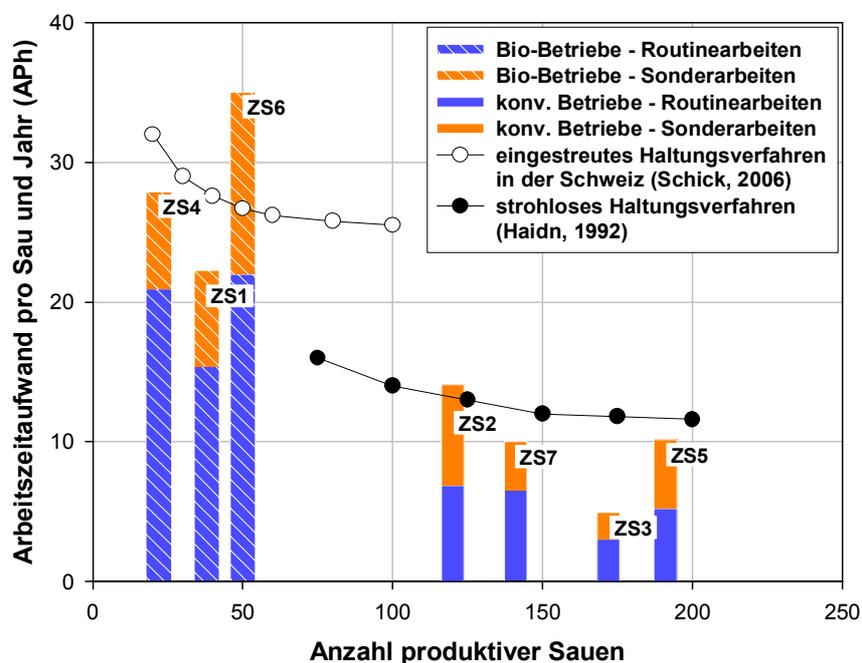


Abb. 7: Übersicht und Einordnung des Arbeitszeitaufwands der Züchtersauenbetriebe

## 5.6 Mastschweine

Bei den vier Pilotbetrieben für Mastschweinehaltung ist der Betriebszweig immer mit Ackerbau und je einmal mit Milchviehhaltung oder Ferkelaufzucht gekoppelt. Die Betriebe haben Bestandesgrößen von 350 bis 1.400 Mastplätzen. Der Betrieb MS4 bewirtschaftet 600 Mastplätze im Tiefstreustall mit Auslauf nach den Kriterien des Ökolandbaus. Die konventionellen Betriebe besitzen strohlose Varianten mit verschiedenen Funktionsbereichen als PigPort 1 (MS1) bzw. PigPort 2 (MS3) und als Großraumstall.

Der ermittelte Arbeitszeitaufwand hebt sich mit 3,7 APh pro Mastplatz und Jahr im Bio-Betrieb deutlich von den konventionellen Betrieben ab (Tab. 8). Nur wenige Arbeitsvorgänge sind vom Zeitaufwand den konventionellen Betrieben vergleichbar. Insbesondere der hohe Wert für Tierverkehr (1,17 APh/Mastplatz und Jahr), Management sowie „Einstreuen und Entmisten“ fallen besonders auf. Der Betriebsleiter investiert sehr viel Zeit in Tierkontrollen und führt diese auch selber durch. Bei den konventionellen Haltungsformen scheint das Verfahren im PigPort 2 von Betrieb MS3 mit 0,6 APh pro Mastplatz und Jahr besonders wenig Arbeit zu verursachen. Dies lässt sich damit erklären, dass der Betriebsleiter bewusst sehr wenig Zeit in die Tierkontrollen investiert. Trotzdem finden sich auf diesem Betrieb die höchsten täglichen Zunahmen. Weiterhin benötigt er wenig Arbeitszeit, weil er keine Nassreinigung mit anschließender Desinfektion durchführt. Stattdessen werden die Buchten nach dem Ausstallen nur besenrein gesäubert und abgeflammt.

Die Qualität der Aufzeichnung durch die Betriebsleiter wurde überwiegend als „gut“ bis „sehr gut“ beurteilt, so dass von einer zuverlässigen Datenquelle auszugehen ist.

Abb. 8 zeigt den Arbeitszeitaufwand pro Mastplatz und Jahr in Abhängigkeit der Bestandesgröße. Die drei konventionellen Betriebe weisen den Literaturdaten (z. B. HAIDN UND FRÖHLIN, 1998; RIEGEL UND SCHICK, 2006) entsprechende Werte auf. Einzelbetriebliche Abweichungen durch spezielle Verfahrensweisen und Techniken sind zu beobachten. Der Arbeitszeitaufwand des Bio-Betriebes überschreitet die aus der Literatur bekannten Daten (KTBL, 2004) erheblich.

Durch den hohen Technisierungsgrad der Mastschweinehaltung nehmen Routinearbeiten weniger als 50 % der Gesamtarbeit ein.

Tab. 8: Arbeitszeitaufwand in den Mastschweinebetrieben

Betriebe	MS1	MS2	MS3	MS4 <sup>*)</sup>
Arbeitszeitaufwand pro Mastplatz und Jahr (APh)				
Management	0,08	0,02	0,03	0,42
Tierverkehr	0,12	0,10	0,12	1,17
Futterbereitstellung	0,02	0,13	0,14	0,12
Fütterung	0,25	0,03	0,11	0,35
Tierkontrolle	0,38	0,39	0,04	0,29
Tierbehandlungen	0,00	0,03	0,00	0,15
Einstreuen	0,00	0,00	0,07	0,13
Entmisten	0,00	0,00	0,00	0,57
Reinigung	0,23	0,23	0,05	0,38
Wartung, Reparatur	0,05	0,09	0,00	0,17
<b>Summe</b>	<b>1,1</b>	<b>1,0</b>	<b>0,6</b>	<b>3,7</b>
Mastplätze	1.200	1.400	350	600
Arbeitszeitaufwand des Betriebszweigs (APh)	1.350	1.400	196	2.239
Vorhandene Arbeitskräfte	0,6	1,2	1,9	2,1
Arbeitskapazität (1AK = 2300 Std.)	1.380	2.760	4.370	4.830
benötigte Arbeitskapazität (%)	98	61	4	46
Betriebszweige	Mastschweine, Ackerbau	Mastschweine, Ackerbau, Ferkelaufzucht	Mastschweine, Milchvieh, Ackerbau	Mastschweine, Ackerbau
bewirtschaftete Flächen (ha)	19	115	89	94
Wirtschaftsform	kon	Kon	kon	bio
tägliche Zunahmen (g)	735	735	781	768
Mastdauer (Tage)	116	123	130	125
Stallsystem	Außenklimastall System PigPort I, getrennte Funktionsbereiche, Ruhekisten, perforierter Aktivitätsbereich	wärmegeämmter Großraummaststall, getrennte Funktionsbereiche, planbefestigter Ruhebereich, perforierter Aktivitätsbereich	Außenklimastall System Pig Port II, getrennte Funktionsbereiche, Ruhekisten, perforierter Aktivitätsbereich	Außenklimastall, getrennte Funktionsbereiche, eingestreuter Aktivitäts- und Liegebereichbereich, planbefestigter teilweise überdachter Auslauf
Fütterung	Flüssigfütterung	Flüssigfütterung	Breifutterautomat	Breifutterautomat
Einstreuen	-	-	von Hand	von Hand, Strohbühne
Entmistung	Wechselstauverfahren	Wechselstauverfahren	Wechselstauverfahren	Hofschlepper
Aufzeichnungswochen	16	21	15	16
Aufzeichnungsqualität (+ + bis - -)	++	+	+	++

\*) Bio-Betrieb

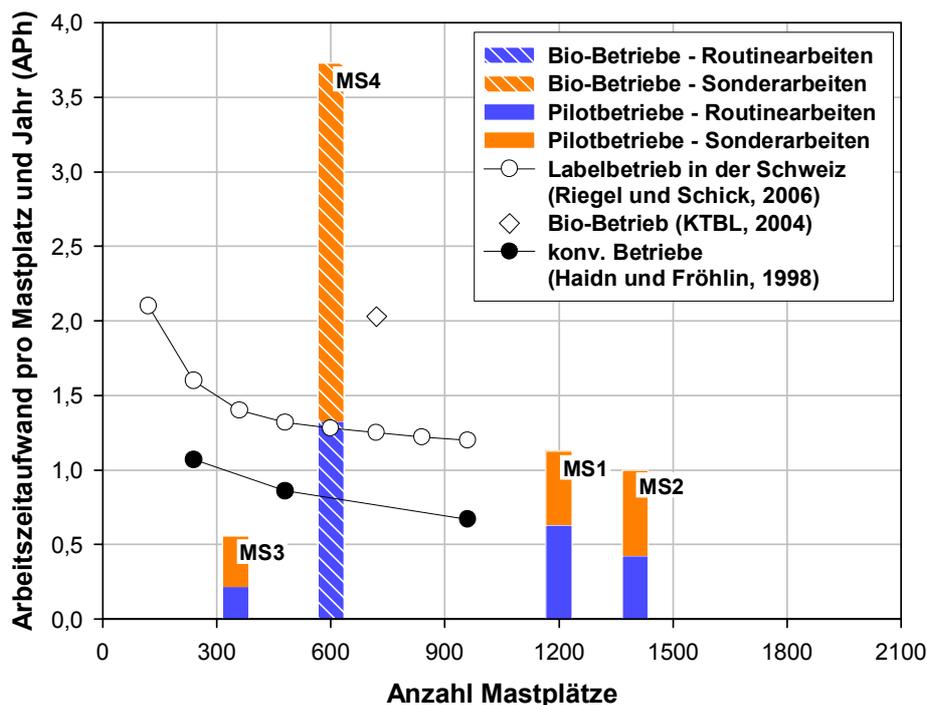


Abb. 8: Übersicht und Einordnung des Arbeitszeitaufwands der Mastschweinebetriebe

## 5.7 Ferkelaufzucht

Spezialisierte Ferkelaufzucht war nur auf einem Pilotbetrieb anzutreffen. Es handelt sich um ein konventionelles System mit 1800 Aufzuchtplätzen. Die Ferkel werden in Großgruppenbuchten strohlos auf Vollspaltenboden gehalten. Der Stall ist vollmechanisiert und verfügt über eine Zwangslüftung und eine Flüssigfütterungsanlage. Entmistet wird im Wechselstauverfahren.

Aus den Arbeitszeitaufzeichnungen resultiert ein Aufwand von 1,26 Aph pro Aufzuchtplatz und Jahr. Mit 56 % entfällt die Haupttätigkeit auf die Tierkontrolle. Alle übrigen Bereiche haben einen Anteil von 5-10 %, Wartung und Reparatur von 1 %.

Wird das Ergebnis mit Werten in der Literatur verglichen, so zeigt sich, dass der Zeitaufwand als hoch einzustufen ist. Vergleichbare Haltungssysteme ergaben im Modellvorhaben „Stallbaulösungen für die Ferkelaufzucht“ (KTBL 2005) Werte zwischen 0,3 und 0,8 AKh je Stallplatz und Jahr. Als Ergebnis des Vorhabens wurde festgestellt, dass der Arbeitszeitaufwand in erster Linie von der Verfahrensgestaltung, den individuellen Besonderheiten des Landwirts und dem Vermarktungsregime abhängig ist.

Tab. 9: Arbeitszeitaufwand in einem Ferkelaufzuchtbetrieb mit 1.800 Aufzuchtplätzen

Tätigkeit	Arbeitszeitaufwand (Aph)		
	je Betriebszweig und Jahr	je Aufzuchtplatz und Jahr	rel. Anteil (%)
Management	74	0,08	6
Tierverkehr	90	0,10	8
Futterbereitstellung	91	0,10	8
Fütterung	70	0,08	6
Tierkontrolle	641	0,70	56
Tierbehandlungen	55	0,06	5
Reinigung	117	0,13	10
Wartung und Reparatur	12	0,01	1
<b>Summe</b>	<b>1.150</b>	<b>1,26</b>	<b>100</b>

## 5.8 Legehennen

Legehennen werden in drei Pilotbetrieben gehalten. Die Bestandesgrößen während der Zeiterfassung lagen bei 500 bis 3.000 Hennen, wobei im Betrieb GH2 weitere 5.000 Hennen in Käfigbatterien aufgestellt waren.

Der ermittelte Arbeitszeitaufwand betrug 0,28 bis 1,28 Aph pro Hennenplatz und Jahr (Tab. 10). Der niedrige Wert von 0,28 Aph für Betrieb GH2 ist nicht aussagekräftig, da Arbeitsgänge wie Management und Eierbetrieb, die ebenfalls in der Batteriehaltung anfallen, nicht differenziert wurden und deshalb im Zeitaufwand nicht oder nur zum Teil enthalten sind. Der zeitaufwendigste Arbeitsvorgang waren in allen Betrieben die Arbeitsvorgänge „Eierbetrieb“ sowie das Management mit einem Anteil von insgesamt deutlich über 50 %.

Das Konzept des Mobilstalles mit Grünauslauf im Betrieb GH3 war gegenüber den Haltungssystemen mit festen Gebäuden und nur einem Kaltscharraum mit einem deutlich höheren Arbeitsaufwand verbunden. Hinzu kommt die kleine Bestandesgröße, so dass sich Rüstzeiten (lange Wege zum Stall) stärker auswirkten.

Die Qualität der Aufzeichnung ist in den Betrieben GH1 und GH3 „gut“ bzw. „sehr gut“ und im Betrieb GH2 mit Mängeln behaftet.

Der Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten zeigt, dass der in den Pilotbetrieben ermittelte Arbeitszeitaufwand den erwarteten Werten nahezu entspricht (Abb. 9). Der Betrieb (GH3) liegt nahezu exakt auf der Linie der von HÖRNING ET AL. (2004) ermittelten Werte. Der für den konventionellen Betrieb GH1 erfasste Zeitaufwand entspricht dem von KLEMM ET. AL. 2004 in 5 Betrieben mit einer durchschnittlichen Bestandesgröße von ca. 1.400 Hennen gefundenen Ergebnis.

Der in den Betrieben benötigte Arbeitsaufwand hatte einen Anteil von 12 bis 29 % an der Gesamtkapazität. Auch wenn weitere Betriebszweige vorhanden sind, dürfte die anfallende Arbeit in allen drei Pilotbetrieben gut zu bewältigen sein.

Tab. 10: Arbeitszeitaufwand in den Legehennenbetrieben

Betrieb	GH1	GH2	GH3
Arbeitszeitaufwand pro Stallplatz und Jahr (APh)			
Management	0,07	0,00	0,22
Tierverkehr	0,01	0,01	0,05
Futterbereitstellung	0,01	0,01	0,07
Fütterung	0,01	0,00	0,05
Tierkontrolle	0,00	0,00	0,01
Tierbehandlungen	0,00	0,00	0,00
Einstreuen	0,01	0,00	0,01
Eierbetrieb	0,33	0,20	0,52
Entmisten	0,03	0,03	0,01
Stallreinigung, Vorbereitung	0,01	0,00	0,27
Wartung und Reparatur	0,01	0,01	0,06
<b>Summe</b>	<b>0,49</b>	<b>0,26</b>	<b>1,28</b>
Tierzahl	2.075	3.000	500
Arbeitszeitaufwand des Betriebsbereichs (APh)	1.014	782	638
Arbeitskräfte (in AK)	1,5	2	2,4
Arbeitskapazität (1AK = 2300 Std.)	3.450	4.600	5.520
benötigte Arbeitskapazität (%)	29	17	12
Betriebszweige	Legehennen Mastschweine Ackerbau	Legehennen Ackerbau	Milchvieh Legehennen
bewirtschaftete Flächen (ha)	74	43	34
Wirtschaftsform	kon	kon	kon
Legeleistung (Eier pro Jahr)	275	268	264
Haltungsverfahren	Voliere mit Familiennestern, Scharraum mit Ganzrostboden, eingestreuter Kaltscharraum	Voliere mit Familiennestern, eingestreuter Scharraum, eingestreuter Kaltscharraum,	Bodenhaltung im Mobilstall, Scharraum mit natürlichem Erdboden, freier Grünauslauf
Fütterung / Tränke	vollmechanisiert	vollmechanisiert	Befüllung von Hand
Entmistung	Kotbänder und Unterflurschieber	Kotbänder	Hofschlepper
Besonderheiten		aufgrund mehrerer Ställe können nicht alle Arbeiten getrennt erfasst werden (z.B. Management und Eierbetrieb)	
Aufzeichnungsdauer (Anzahl Wochen)	16	10	16
Aufzeichnungsqualität (+ + bis - -)	+	-	++

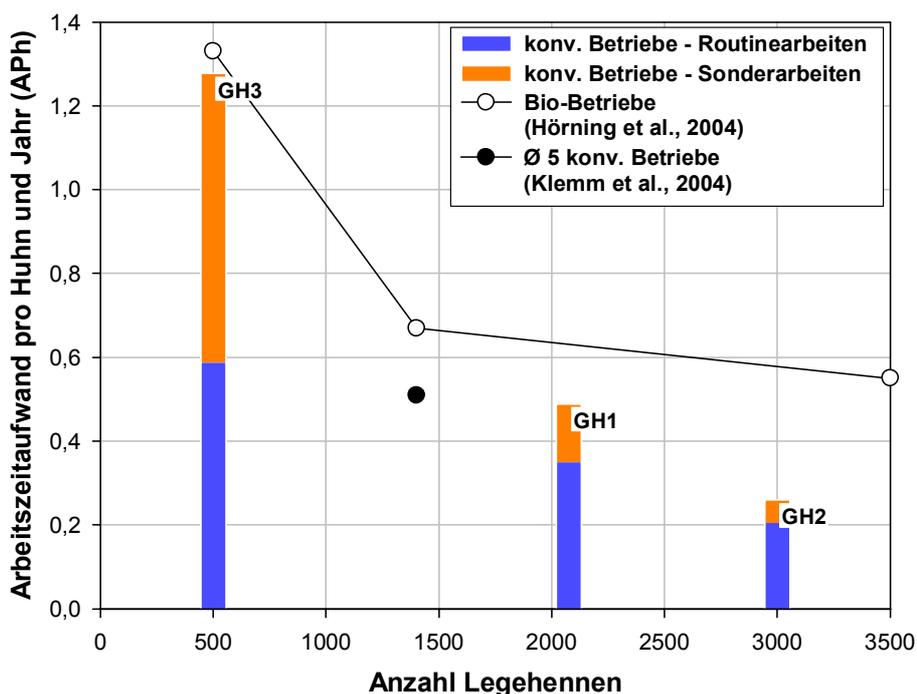


Abb. 9: Übersicht und Einordnung des Arbeitszeitaufwands in den Legehennenbetrieben

## 5.9 Putenmast

In einem der Geflügelbetriebe wurden Puten nach den Kriterien des ökologischen Landbaus gemästet. Das Stallgebäude ist als Außenklimastall konzipiert und für 1.500 Mastputen ausgelegt. Die Tiere haben die Möglichkeit zum Freiauslauf. Fütterung und Tränke erfolgen automatisch über Futterpfannen und Stülptränken.

Der ermittelte Arbeitszeitaufwand lag für diesen Betrieb bei 0,29 APh pro Mastplatz und Jahr. Mit 37 % entfällt der größte Teil der Arbeit auf das Management. Ausstallen sowie das Entmisten und Einstreuen sind mit 27 % ebenfalls wesentliche Arbeitsvorgänge.

Zur Putenmast in Bio-Betrieben liegen keine Literaturdaten vor. Ein Vergleich mit herkömmlichen Haltungsverfahren erscheint aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen (Flächenansprüche, Mastdauer, Ausläufe usw.) nicht als sinnvoll.

Tab. 11: Arbeitszeitaufwand in einem Putenmastbetrieb

Tätigkeit	Arbeitszeitaufwand (APh)		
	je Betriebszweig und Jahr	je Mastplatz und Jahr	rel. Anteil (%)
Management	163,14	0,10	37
Fütterung	20,78	0,01	5
Einstallen	11,90	0,00	3
Ausstallen	116,38	0,07	26
Entmisten	62,34	0,04	14
Einstreuen	58,45	0,03	13
Wartung und Reparatur	10,13	0,00	2
<b>Summe</b>	<b>443</b>	<b>0,29</b>	

## 6 Schlussfolgerungen

Die Vorgabe, den Arbeitszeitaufwand in allen Pilotbetrieben zu ermitteln, bedeutete einen erheblichen Arbeitsumfang. Ebenfalls musste eine geeignete Methode zur Arbeitszeiterfassung gefunden werden. Die Aufzeichnung der Arbeitszeit durch die Landwirte hatte Schwächen, die aber bereits im Vorfeld bekannt waren. Durch die Stichprobenerhebung begrenzt auf 16 Wochen war der Aufwand für die Betriebe im angemessenen Rahmen. Trotzdem war die Aufzeichnungsqualität einiger Betriebe so schlecht oder fehlte ganz, so dass eine Datenverwertung für weitere Planungen wenig Sinn macht.

Die Ergebnisse der überwiegend brauchbaren Tagebuchaufzeichnungen unterstreichen derzeit bekanntes Fachwissen, das wie folgt zusammengefasst werden kann:

- In den Milchviehbetrieben treten erhebliche Probleme mit der Bewältigung des Arbeitsaufwands bei den vorhandenen Arbeitskapazitäten auf. Insbesondere kleinere schlecht organisierte Betriebe, aber auch mittlere Betriebsgrößen mit durchschnittlicher Mechanisierung können derzeit die Arbeit nur im Familienverbund durch Mehreinsatz bewältigen.
- Extensive Tierhaltungsverfahren (Mutterkuhhaltung) aber auch die Rindermast sowie Veredlungsbetriebe (Zuchtsauenhaltung, Mastschweinhaltung, Geflügelhaltung) sind von den Bestandesgrößen aber auch von der Arbeitsorganisation und eingesetzten Technik so ausgelegt, dass die anfallende Arbeit gut bewältigt werden kann. Ob die untersuchten Bestandesgrößen für die Betriebszweige am Markt auf Dauer bestehen können bzw. mit den Betriebsgrößen in anderen Regionen Deutschlands mithalten können, ist aus dem Blickwinkel der Arbeitswirtschaft nicht zu beurteilen. Ein deutlicher Anstieg in den Strukturen hätte allerdings Auswirkungen auch auf die Auslastung der vorhandenen Arbeitskapazitäten.
- Die Unterschiede im Arbeitszeitaufwand zwischen Bio-Betrieben und konventionellen Betrieben ist in der Schweinehaltung besonders groß. Um die Anforderungen der EU-Ökoverordnung von 1999 in durchdachten Haltungsverfahren umsetzen zu können, ist noch erheblicher Forschungs- und Beratungsaufwand erforderlich.

Die Arbeitswirtschaft hat im landwirtschaftlichen Betrieb in vielerlei Hinsicht eine große Bedeutung. Umso unverständlicher ist es, dass nicht nur in Bayern, sondern auch bundesweit diesem Bereich in Forschung und Lehre ein immer kleinerer Stellenwert hinsichtlich Ressourcenausstattung beigemessen wird. Im Gegensatz zu unseren Nachbarländern muss dieser Arbeitsbereich „nebenbei“ mitbetreut werden. Fundierte Analysen und daraus abgeleitete Betriebsmodelle lassen sich damit nur bedingt erstellen.

Es ist aber wichtig, die gewonnenen Erkenntnisse aus den arbeitswirtschaftlichen Analysen, den betriebswirtschaftlichen Ergebnissen sowie den Auswertungen von Haltungstechnik und Bauwesen in neue Betriebs- und Stallmodelle einfließen zu lassen. Insofern muss die Arbeit des Verbundprojektes artgerechte Tierhaltung im Sinne der Landwirte, der Verbraucher und der Tiere dringend fortgesetzt werden.

## Literaturverzeichnis

- [1] AUERNHAMMER, H. (1979): Arbeitszeitermittlung in der Landwirtschaft; Landtechnik 34: S. 97-97
- [2] AUERNHAMMER, H. (1986): Landwirtschaftliche Arbeitslehre. –Manuskriptdruck der Vorlesung; Institut für Landtechnik der TU – München Weihenstephan
- [3] BURSCH, J. (2000): Arbeitswirtschaftlicher Vergleich tiergerechter Haltungssysteme im Abferkelbereich. –Diplomarbeit im wissenschaftlichen Studiengang Agrarwissenschaften an der Universität Göttingen, Fachbereich Agrarwissenschaften, Institut für Agrartechnik
- [4] GUNDLACH, H. (1996): Arbeitszeitmessungen in eingestreuten Milchviehlaufställen. Diplomarbeit an der Universität Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Landwirtschaft, Internationale Agrarentwicklung und Ökologische Umweltsicherung, Witzenhausen
- [5] HAIDN, B. UND F. FRÖHLIN (1998): Arbeitszeit und Arbeitsplatz. - In: Außenklimaställe für Schweine KTBL-Schrift 422, KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster
- [6] HAIDN, B. (1992): Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen und Modellkalkulationen in der Zuchtsauenhaltung. Dissertation Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1992;"Gelbes Heft" Nr. 41, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
- [7] HAIDN, B. UND M. FREIBERGER (2001): Endbericht für das KTBL zum BML-Modellvorhaben „Stallbaulösungen für die Ferkelaufzucht“. Freising
- [8] HAIDN, B. UND M. FREIBERGER (1999): Endbericht für das KTBL zum BML-Modellvorhaben „Tiergerechte und umweltverträgliche Geflügelhaltung“. Freising
- [9] HAIDN, B., S. CHRISTL, UND H. SCHÖN (1998): Endbericht für das KTBL zum Forschungsvorhaben "Ermittlung des Arbeitszeitbedarfs strohloser Haltungssysteme für Mastschweine zur Fortschreibung und Ergänzung der KTBL-Datenbank". Freising
- [10] HAIDN, B., S. BEHNINGER, UND H. SCHÖN (1997): Endbericht für das KTBL zum Forschungsvorhaben "Ermittlung des Arbeitszeitbedarfs in der Mastschweinehaltung (Untersuchung neuerer eingestreuter Haltungsformen) zur Fortschreibung und Ergänzung der KTBL-Datenbank". Freising
- [11] HAIDN, B. UND L. KRAUS (1994): Landtechnik-Diplomarbeit: Untersuchungen zum Arbeitszeitbedarf bei "Arbeitsteiliger Ferkelproduktion". Freising
- [12] HARTUNG E. (2004): Erfahrung mit elektronischen Hilfsmitteln zur Durchführung von Arbeitszeitbeobachtungen in modernen Haltungssystemen für Mastschweine. In: Tagungsband zum 14. Arbeitswissenschaftliches Seminar, FAT-Schriftenreihe Nr. 62, FAT Tänikon
- [13] HÖNING, B., G. TREI UND CH. SIMANTKE (2004): Ökologische Geflügelproduktion – Struktur, Entwicklung, Probleme, politischer Handlungsbedarf. Abschlußbericht Universität Kassel

- [14] JANNING, T (1995): Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen in der Putenmast. Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen, -In Agrartechnische Berichte, 10. Arbeitswissenschaftliches Seminar
- [15] KLEMM, R., J. LIPMANN, K. DIENER, P. GAYER UND W. REINHADT (2004): Erzeugungskosten und Arbeitszeitaufwand. In Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen, Abschlussbericht zum Gemeinschaftsprojekt der Landesanstalten für Landwirtschaft der Freistaaten Bayern, Sachsen und Thüringen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 8-9
- [16] KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (KTBL) (2004): KTBL-Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/05. KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster
- [17] KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (KTBL) (2005): KTBL-Stallbaulösungen für die Ferkelaufzucht. KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster
- [18] RIEGEL, M. UND M. SCHICK (2006): Arbeitszeitbedarf und Arbeitsbelastung in der Schweinehaltung. FAT-Berichte Nr. 650
- [19] RIEGER, M. (2003): Arbeitsschutz in der Nutztierhaltung – Grundlagen, Ziele und offene Fragen. 6th Conference: Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming 2003, Herausgeber : Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
- [20] SCHIED, F. (2003): Arbeitszeitbedarf in der tierischen und pflanzlichen Produktion. Fach-informationen, Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume mit Landesstelle für landwirtschaftliche Marktkunde. <http://www.infodienst-mlr.bwl.de/la/lel/Inhalte/schied/arbzeitbedarf.htm>

# Leistungen und Produktionskosten in den Pilotbetrieben

Josef Weiß, Irene Faulhaber, Dr. Eva-M. Schmidlein, Dr. Gerhard Dorfner, Josef Neiber  
Institut für Agrarökonomie,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Menzinger Str. 54, 80797 München

## Zusammenfassung

Neben den Aspekten der Artgerechtigkeit und Umweltverträglichkeit entscheiden Kriterien der Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbskraft über die Zukunftsfähigkeit von modernen Stallanlagen. Im Rahmen einer integrativen wissenschaftlichen Begleitforschung wurden zur Analyse der Wirtschaftlichkeit in 28 Pilotbetrieben, entsprechend dem Baufortschritt, für das Wirtschaftsjahr 2004/05 Betriebszweigabrechnungen erstellt und der Gewinn sowie die Vollkosten je Produktionseinheit ermittelt.

Von 13 Milchvieh haltenden Betrieben liegen die Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung Milchproduktion mit Färsenaufzucht vor. Die Milchviehherden umfassten 19 bis 99 Kühe im konventionellen Bereich und 17 bis 40 Kühe in den Ökobetrieben. Laut Milchleistungsprüfung liegen die Herdendurchschnitte bei 4.749 bis 8.226 kg Milch. In drei Betrieben reichten im Wirtschaftsjahr 2004/05 die dem Betriebszweig zuordenbaren Erlöse aus, um die Vollkosten der Produktion zu decken. In fünf Betrieben konnten neben den aus der Buchführung abgeleiteten Kosten die kalkulatorischen Ansätze für Faktoransprüche noch zu über 80 Prozent entlohnt werden. Fünf Betriebe hatten bedingt durch kleine Bestände, unterdurchschnittliche Leistungen oder durch den hohen Arbeitszeitaufwand so hohe Faktorkosten, dass deren Ansätze nur zu 40 bis 60 Prozent erreicht wurden.

Die drei untersuchten Mutterkuhbetriebe wirtschafteten mit 15 bis 52 Mutterkühen ausschließlich nach ökologischen Richtlinien in Kombination mit Direktvermarktung. Nur ein Betrieb erzielte im Wirtschaftsjahr 2004/05 mit einem positiven kalkulatorischen Betriebszweigergebnis die volle Faktorentlohnung.

Von insgesamt 7 Pilotbetrieben mit Zuchtsauenhaltung hatten nur drei Betriebe die Stallbereiche so lange belegt, dass eine Jahresauswertung möglich war. Die Betriebe hielten zwischen 124 und 191 Zuchtsauen. Das Leistungsniveau schwankte zwischen 18,1 und 21,9 aufgezogenen Ferkeln je Sau und Jahr. In allen Betrieben konnte, teilweise auch bedingt durch das überdurchschnittliche Preisniveau, die Vollkostendeckung erzielt werden.

Besonders positive Ergebnisse konnten die vier Schweinemastbetriebe (350 bis 1.400 Mastplätze) aufweisen. Mit Tageszunahmen von 735 g bis 781 g und Verlustraten von 1,2 bis 3,2 Prozent wurden in den Pilotställen überdurchschnittliche Mastleistungsergebnisse erzielt. Zu den positiven kalkulatorischen Betriebszweigergebnissen in allen Betrieben trugen auch die vergleichsweise hohen Schweinepreise mit bei.

Drei Legehennenhalter mit 500 bis 3.000 Hennen und Direktvermarktung wiesen mit zunehmenden Bestandsgrößen günstigere Kostenstrukturen auf. Die Legeleistung lag bei 264 bis 275 Eier je Durchschnittshenne und Jahr. Das Betriebszweigergebnis bestätigte in allen Betrieben mit Geflügelhaltung unter den Bedingungen der Eier-Direktvermarktung eine hohe Rentabilität.

# Yields and Costs of Production at Pilot Farms

Josef Weiß, Irene Faulhaber, Dr. Eva-M. Schmidlein, Dr. Gerhard Dorfner, Josef Neiber  
Institute for Rural Structural Development, Business Management and Aggroinformatics,  
Bavarian State Research Center for Agriculture,  
Menzinger Str. 54, 80797 München / Germany

## Summary

The determining factors leading to a sustainable development of modern barn-complexes are aspects of the species appropriate husbandry and the environmental sustainability as well as the two criteria profitability and competitive strength. An integrative scientific approach should analyse the efficiency of 28 monitoring farms. Therefore the approach calculated, based on the collected data for every farm, three evaluations: a branch specific accounting, the profit and the full costs of production.

Dairy farming was analysed in 13 farms with dairy cattle and breeding of heifers in competitions according to proceeds and allocated costs. The herd size varies in a broader way at traditional farm types (19 to 99 dairy cows) than at the four organic farms (17 to 40 dairy cows). Based on an evaluation of the milk-recordings, values show an average herd productivity between 4749 to 8226 kg raw milk. Looking at the financial year of 2004/05, three dairy enterprises managed it to cover its full costs of production. Other five dairy farms indeed generated enough proceeds to cover all the actual costs but only 80 percent of the calculated costs for factor remuneration. The remaining five dairy farms realised only 40 to 60 percent of its calculated costs as an result of smaller live-stock sizes with lower milk performance or higher inputs of work.

Three farms specialised on cow-calf enterprises operated with 15 to 52 suckler cows in compliance with organic guidelines combined with direct selling. Only one farm made in the year 2004/05 a profit whereas at the same time all calculated costs of the production factors were covered.

Researching seven farms with breeding sows, finally only three of them could be evaluated by an annual balance. The farms operated with sow numbers in the range of 124 and 191 breeding sows. The proficiency level ranged between 18,1 and 21,9 raised farrows of each sow in one year. Partly benefiting from the over-average market prices, the revenues of every farm exceeded the full costs of production.

Particularly positive results showed four farms of the sector pig fattening with a stock between 350 and 1400. The daily weight gain reached 735 to 781 g, whereas the loss rate was at a percentage between 1,2 and 3,2. So the pilot-project evaluated only farms with over-average fattening performance. The calculated operating profit for the pig fattening enterprises is very favourable. Responsible for that is the high market price for porker.

Three poultry farms with 500 up to 3.000 laying hens and direct selling had a more favourable cost structure with increasing herd sizes. The egg production of one average hen reached between 264 and 275 per year. This analysis shows again that farmers who directly sold their eggs to the consumer received a high profitability also in this financial year.

## 1 Einleitung, Problemstellung, Zielsetzung

Veränderte Erwartungen der Gesellschaft und tiefgreifende Änderungen der rechtlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen stellen neue Anforderungen an die Tierhaltung. Insbesondere das immer stärkere Auslaufen von Marktstützungen und dadurch bedingt das Ende einer Periode mit relativ stabilen Marktverhältnissen signalisiert den Landwirten einen Strategiewechsel hin zu einer verstärkten Analyse der Kosten und abgeleiteten Einsparungspotenzialen.

Die Einbindung der Landwirtschaft in die Marktwirtschaft und in den Welthandel erfordert internationale Wettbewerbsfähigkeit. Die Landwirte sind gezwungen, Möglichkeiten der Kostensenkung und Rationalisierung in ihren Betrieben umfassend zu nutzen, vor allem weil sie ihre Erzeugnisse in der Regel zu Marktpreisen verkaufen, deren Höhe sie nicht selbst bestimmen können. Nur durch den Einsatz von Produktionsverfahren in der Tierhaltung, die in ökonomischer und arbeitswirtschaftlicher Hinsicht hoch effizient sind, können Landwirte wirtschaftlich günstige Betriebsergebnisse erreichen.

Im Bereich der Rinderhaltung ist der derzeit gravierende Wandel von einer extremen Abhängigkeit der Produktion von staatlichen Transferzahlungen hin zu Produktionsbedingungen, die sehr stark von den Marktkräften und Kostenaspekten bestimmt werden, besonders ausgeprägt. Für die bayerischen Rinderhaltenden Betriebe besteht hoher Anpassungsbedarf. Auch die noch starke Verbreitung strukturbedingter Haltungssysteme (Anbindehaltung) stellt die zukunftsorientierten Landwirte vor die entscheidende Weichenstellung in der Betriebsentwicklung.

In der Schweinehaltung ist in nächster Zeit mit großen Veränderungen bei den Haltungssystemen zu rechnen. Die Umstellung bei Zuchtsauen auf Gruppenhaltung, erhöhte Flächenangebote und Vorschriften zur Bodengestaltung erfordern großen Handlungsbedarf bei den Landwirten. Sowohl die dadurch bedingten Zusatzkosten als auch die Auswirkungen auf die Tierleistungen und die Funktionssicherheit werfen ökonomisch relevante Fragestellungen auf. Dabei stehen die bayerischen Schweinehalter strukturbedingt in einem besonders harten nationalen und internationalem Wettbewerb.

Die Geflügelhaltung hat in den vergangenen dreißig Jahren die stärksten produktionstechnischen und strukturellen Veränderungen aller landwirtschaftlicher Produktionszweige erfahren und weist den höchsten Grad an technischen Regulierungen der Produktionsbedingungen auf. Trotz dieser starken Veränderungen ist die Geflügelhaltung, insbesondere die Legehennenhaltung, ein wichtiger Zweig der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung geblieben. In den landwirtschaftlichen Betrieben erwies sich die Legehennenhaltung vor allem dann als wettbewerbsfähig, wenn die Landwirte die Eiervermarktung zum großen Teil selbst übernehmen. Infolge der seit dem 1. Januar 2004 geltenden Deklarationsvorschriften können die Eier in Abhängigkeit von dem jeweiligen Haltungssystem dem Endverbraucher zu unterschiedlichen Preisen angeboten werden. Bei einer höheren gesellschaftlichen Akzeptanz der artgerechten Haltungsformen können diese Produktionsformen an Bedeutung gewinnen und den Landwirten Einkommensmöglichkeiten bieten. Auch die Deklarationsvorschriften des Ökolandbaus ermöglichen eine an den Produktionsbedingungen orientierte Preisdifferenzierung (z. B. für Öko-Putenfleisch).

Langfristig sichern nur wirtschaftliche Produktionsverfahren im Verbund mit optimalen Arbeitsbedingungen eine artgerechte und umweltverträgliche Tierhaltung.

Die Untersuchungen der Produktionsverfahren Milcherzeugung, Mutterkuhhaltung, Rindermast, Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht, Schweinemast, sowie Legehennenhaltung und Putenmast in den Pilotbetrieben des Forschungsvorhabens sollen Erkenntnisse darüber liefern, ob die beispielhaft vorgestellten Lösungen auch die Anforderungen hinsichtlich ihrer ökonomischen Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit erfüllen können.

## **2 Stand des Wissens**

### **2.1 Ökonomische Auswertungsverfahren**

In landwirtschaftlichen Unternehmen werden bei der Erfolgsermittlung Buchführungs-Jahresabschlüsse und ausgewählte produktionstechnische Aufzeichnungen über erzielte Leistungen verwendet. Der Jahresabschluss ist ein auf den gesamten Betrieb ausgerichtetes Rechenwerk, in dem für ein Wirtschaftsjahr monetäre Erträge und Aufwendungen, teilweise Naturaldaten sowie der Vermögensstatus ermittelt werden. In produktionstechnischen Aufzeichnungen werden vor allem naturale Kenndaten zum Produktionsverfahren festgehalten. Monetäre Daten werden in der Regel nur teilweise erfasst.

Betriebszweiganalysen wurden insbesondere in der Vergangenheit über Deckungsbeitragsrechnungen erstellt. Erzeugerringauswertungen bauen vielfach darauf auf, um einerseits Schwächen in der Produktionstechnik zu erkennen und abzustellen, andererseits aber auch Stärken und weitere Verbesserungspotenziale herauszuarbeiten. Die Deckungsbeitragsrechnung für zurückliegende Zeiträume hat als Teilkostenrechnung aber eine große Lücke, weil sie die Gemeinkosten ausklammert. Dazu gehören z. B. bestimmte Gebäude- und allgemeine Betriebskosten, Fremdlöhne, Maschinenkosten sowie die kalkulatorischen Kosten für die eigene Arbeitsleistung und das eingesetzte Kapital.

Im Gegensatz dazu berücksichtigt eine Vollkostenrechnung alle relevanten Kostenpositionen und ermöglicht dadurch Aussagen zur Rentabilität von Betriebszweigen. Unter Führung des DLG-Ausschusses für Wirtschaftsberatung und Rechnungswesen wurden Vorgaben zur bundeseinheitlichen Gestaltung von Betriebszweigabrechnungen erarbeitet. Dabei sind die Ergebnisse des Jahresabschlusses und der produktionstechnischen Aufzeichnungen Grundlage für eine betriebszweigspezifische Kosten-Leistungsrechnung. Um alle Kosten für die Erfolgsrechnung in einer Betriebszweigabrechnung (BZA) zu ermitteln, sind ergänzende Daten zu erheben.

### **2.2 Ökonomische Analysen von tiergerechten Haltungssystemen**

Bisher gründet die Bewertung der Wirtschaftlichkeit artgerechter und umweltverträglicher Tierhaltungsverfahren weitgehend auf Teilkostenrechnungen oder Modellrechnungen. Als Kriterien der Wirtschaftlichkeit wurden vielfach Baukosten, baulich bedingte Jahreskosten, spezielle Verfahrenskosten oder ein kalkulatorischer Gewinnbeitrag angeführt.

An der Versuchsstation Viehhausen der TU München-Weihenstephan wurde im Rahmen des Verbundprojektes „Naturnahe Betriebs- und Haltungssysteme für Hühner“ ein mobiles Stallsystem zur ökologischen Freilandhaltung von Legehennen untersucht. Anhand einer Systemanalyse wurden dabei unter anderem auch die Investitions- und Produktionskosten für mobile Haltungssysteme bei Legehennen sowie die wirtschaftlichen Aspekte berücksichtigt.

In einem Gemeinschaftsprojekt der Landesanstalten für Landwirtschaft aus Bayern, Sachsen und Thüringen wurden alternative Formen der Legehennenhaltung untersucht. Zielset-

zung dieses im Jahr 2004 abgeschlossenen Forschungsvorhabens war eine komplexe Untersuchung von verschiedenen alternativen Haltungssystemen unter Praxisbedingungen (Betriebswirtschaft - Arbeitszeitanalysen und Betriebszweigökonomik, Tierernährung, Produktqualität, Tiergesundheit, Haltungsumwelt, Bodenqualität und Nutzung des Auslaufs). Aus 34 Herden wurden für die ökonomische Bewertung 11 Herden ausgewählt, davon 5 Herden mit Volierenhaltung und 6 Herden mit Bodenhaltung mit bzw. ohne Auslauf. Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sind Erzeugungsvollkosten berücksichtigt. Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens enthält keine Einzelbetriebsergebnisse. Zusammenfassend werden lediglich die Erkenntnisse über Unterschiede in der Wirtschaftlichkeit für die betrachteten Haltungsverfahren dargestellt.

Insgesamt liegen keine umfassenden Erhebungen und betriebszweigbezogenen Auswertungen von Praxisbetrieben mit definierten artgerechten und umweltverträglichen Tierhaltungsverfahren vor.

### 3 Material und Methode

Für die betriebswirtschaftliche Analyse der im Rahmen dieses Pilotprojektes zu untersuchenden artgerechten und umweltverträglichen Tierhaltungsverfahren wurden Betriebszweigabrechnungen nach dem Standard der DLG-Arbeitsgruppe erstellt. Sie dienen als Grundlage für die Dokumentation der Pilotbetriebe sowie für vergleichende Auswertungen.

#### 3.1 Systematik und Erfolgsbegriffe der Betriebszweigabrechnung

Der Grundaufbau von Betriebszweigabrechnungen nach dem DLG-Standard besteht aus den gesamten Leistungen und allen anfallenden pagatorischen und kalkulatorischen Kosten. Die einzelnen Leistungspositionen werden in einer Zeile „Summe Leistungen“ zusammengefasst. Die Kosten sind einer funktionalen Ordnung folgend in sechs Blöcke nach Kostenarten eingeteilt:

- Direktkosten
- Arbeiterledigungskosten
- Kosten für Lieferrecht/Quoten
- Gebäudekosten
- Flächenkosten
- Sonstige allgemeine Kosten

Als erste Stufe der Betriebszweigabrechnung wird nach dem Kostenblock Direktkosten das Erfolgskriterium **Direktkostenfreie Leistung** ausgewiesen. Sie errechnet sich als Saldo aus den gesamten Leistungen und den Kosten, die dem Betriebszweig direkt zuordenbar sind. Im Rinderbereich geht dabei das Grundfutter zu Vollkosten in die Direktkosten ein.

Bei dem Erfolgskriterium **Gewinn des Betriebszweiges** werden die Leistungen und Kosten verrechnet, die in der Gewinn- und Verlustrechnung (GuV) der Buchführung ausgewiesen werden, jedoch ohne das Finanzergebnis und zeitraumfremde Beträge. Ansätze für Faktorkosten sind dabei nicht enthalten.

Das **kalkulatorischen Betriebszweigergebnis** ergibt sich aus der Differenz zwischen den Leistungen und den gesamten Produktionskosten des Betriebszweiges. Auf der Ebene dieses Erfolgskriteriums einer Vollkostenrechnung sind unterschiedliche Betriebstypen und

Rechtsformen miteinander vergleichbar. Es dient auch als Maßstab, inwieweit die kalkulatorischen Ansätze der in der Buchführung nicht entlohnten Produktionsfaktoren erfüllt werden konnten.

- Ist das kalkulatorische Betriebszweigergebnis Null, konnten die Produktionskosten einschließlich aller kalkulierten Faktoransprüche mit den Leistungen beglichen werden. Im Betriebszweig wurde vollkostendeckend gewirtschaftet.
- Ist das Ergebnis größer Null, wurde über die Produktionskosten hinaus ein sogenannter Unternehmergewinn erwirtschaftet, der als Entlohnung des unternehmerischen Risikos zu verstehen ist.
- Ein negativer Wert beim kalkulatorischen Betriebszweigergebnis weist darauf hin, dass die kalkulatorische Entlohnung der eingesetzten Faktoren nicht in der angestrebten Höhe erreicht wurde. Der erwirtschaftete Gewinnbeitrag ermöglicht jedoch eine Entlohnung der Faktoransprüche auf einem niedrigeren Niveau.

Im Vergleich zur Deckungsbeitragsrechnung oder der Gewinnermittlung nach der Buchführung ergeben sich in der Vollkostenrechnung u.a. folgende grundlegende Unterschiede:

- Berücksichtigung aller Direkt- und Gemeinkosten, darunter auch Faktorkosten für nicht entlohnte Familienarbeitskräfte, Eigentumsflächen, eingesetztes Kapital und verfügbare Eigentumslieferrechte,
- Berücksichtigung innerbetrieblicher Verrechnungswerte (Beispiel Güllewert),
- Einbeziehung der zurechenbaren Direktzahlungen und Prämien.

### 3.2 Erfassungs- und Auswertungsprogramme

Da im Bereich Milchvieh, basierend auf dem vorgenannten DLG-Vorschlag, bereits ein EDV-Programm existiert, wurden die Betriebszweigergebnisse der Milchvieh- und Mutterkuh-Pilotbetriebe mit dem Programm „BZA-Rind SE Version 2.3“ der Firma „Agrardaten“, berechnet. In den Veredelungsbetrieben wurde die Betriebszweigabrechnung mittels einer Tabellenkalkulation auf Excel-Basis erstellt.

Bei allen Betrieben wurde die direktkostenfreie Leistung je Betriebszweig bzw. je Produktionseinheit ausgewiesen. Bei Milchvieh-/Mutterkuhbetrieben wurde bei den Direktkosten das betriebseigene Kraft- und Grundfutter mit den ermittelten Vollkosten, bei den Veredelungsbetrieben mit möglichen Verkaufserlösen bewertet. Bei innerbetrieblichen Verrechnungen (z. B. Gülle, Kälbermilch) wurden individuelle Mengen, aber einheitliche Werte angesetzt.

In die Berechnung des kalkulatorischen Betriebszweigergebnisses gingen folgende kalkulatorischen Ansätze für den Einsatz der betriebseigenen Faktoren Arbeit, Lieferrechte, Boden und Kapital ein:

- Für die nicht entlohnten Familienarbeitskräfte wurde ein Betrag in Höhe von 12,50 € je Arbeitsstunde angesetzt.
- Als Zinsansatz für Vieh-, Maschinen- und Gebäudekapital wurden 5 Prozent veranschlagt.
- Unternehmenseigene Lieferrechte wurden mit dem durchschnittlichen Milchquotenpreis, der sich aus den drei Börsengängen des Wirtschaftsjahres ergibt, bewertet und ebenfalls mit 5 Prozent verzinst.
- Betriebseigene Flächen wurden durch den Ansatz von ortsüblichen Pachtzinsen entlohnt.

### 3.3 Betriebszweigabgrenzungen

Der Betriebszweig Milchproduktion setzt sich aus den Verfahren Milchviehhaltung und der Aufzucht der eigenen weiblichen Nachzucht zusammen. Die Mutterkuhhaltung beinhaltet die Erzeugung von Absetzern und die anschließende Aufzucht bzw. Mast der Mutterkuhnachkommen, ohne die folgende Direktvermarktung mit einzubeziehen. Der Betriebszweig Rindermast ist definiert als die Erzeugung von Schlachtbullen bzw. -ochsen aus zugekauften Kälbern, Fressern bzw. Absetzern. Bei den Zuchtsauenbetrieben wurde die gesamte Ferkelproduktion ökonomisch ausgewertet, auch wenn ausschließlich ein Produktionsbereich das Auswahlkriterium für die Teilnahme am Forschungsvorhaben darstellte.

Bei den Betriebszweigen Ferkelaufzucht, Schweine- und Putenmast wurden Mastgruppen ausgewertet und die Gemeinkosten auf die jeweilige Jahreserzeugung umgelegt. Die ausgewerteten Daten der Legehennenhaltung beziehen sich ausschließlich auf die Hennen im Pilotstall und schließen die jeweilige Vermarktung mit ein.

### 3.4 Datenerhebung

Ziel war, bei allen Pilotbetrieben Betriebszweigabrechnungen mit dazugehörigen natürlichen Ergänzungsdaten zu erstellen. Eine Erhebung und Auswertung der betriebswirtschaftlichen Daten wurde jedoch erst dann vorgenommen, wenn der Pilotbetrieb den Stallbau und den Stallbezug abgeschlossen hatte. Die zeitliche Verteilung der Erhebungen ist in Tab. 1 dargestellt.

Für die Auswertungsperiode 2004/05 konnte in 28 der 34 Pilotbetriebe eine aussagefähige Betriebszweigabrechnung erstellt werden. In 9 Betrieben konnten Ergebnisse aus zwei Jahren gewonnen werden. Bei 9 weiteren Betrieben konnte die Entwicklung der wirtschaftlichen Ergebnisse über drei Auswertungsperioden verfolgt werden.

Da in der Rindermast die Produktionsperiode sehr lange dauert, konnten aufgrund des verzögerten Stallbezugs in keinem der Pilotbetriebe ökonomische Daten gewonnen werden.

Auch in den Betrieben mit Ferkelerzeugung konnten aufgrund des Baufortschritts und Verzögerungen im Bestandsaufbau nicht bei allen Betrieben ökonomische Auswertungen vorgenommen werden.

Tab. 1: Übersicht zum zeitlichen Verlauf ökonomischer Erhebungen in den Pilotbetrieben

		Erhebungstermin:			
		2003		2004	2005
Betriebszweig	Pilotbetriebe (Nummer)	Stallbezug	BZA 02/03	BZA 03/04	BZA 04/05
MV	K	05/03 bezogen		✓	✓
MV	MV 1	07/99 bezogen	✓	✓	✓
MV	MV 2	10/02 bezogen	(9 Mon.)	✓	✓
MV	MV 3	11/03 bezogen			✓
MV	MV 4	11/03 bezogen		(8 Mon.)	✓
MV	MV 5	03/02 bezogen	✓	✓	✓
MV	MV 6	11/04 bezogen			(8 Mon.)
MV	MV 7	04/03 bezogen	(2 Mon.)	✓	✓
MV	MV 8	10/03 bezogen		(9 Mon.)	✓
MV	MV 9	04/03 bezogen	(2 Mon.)	✓	✓
MV	MV 10	09/01 bezogen	✓	✓	✓
MV	MV 11	10/02 bezogen	(9 Mon.)	✓	✓
MV	MV 12	09/04 bezogen			(10 Mon.)
MK	MK 1	11/02 bezogen	(8 Mon.)	✓	✓
MK	MK 2	11/03 bezogen		(8 Mon.)	✓
MK	MK 3	11/03 bezogen		(8 Mon.)	✓
MR	MR 1	10/04 bezogen			Bestand im Aufbau
MR	MR 2	07/04 bezogen			(4 Mon.)
ZS	ZS 1	05/04 bezogen			Bestand im Aufbau
ZS	ZS 2	10/04 bezogen			(9 Mon.)
ZS	ZS 3	07/05 bezogen			
ZS	ZS 4	06/05 bezogen			Bestand im Aufbau
ZS	ZS 5	10/02 bezogen	(9 Mon.)	✓	✓
ZS	ZS 6	12/04 bezogen			Bestand im Aufbau
ZS	ZS 7	01/01 bezogen	✓	✓	✓
MS	MS 1	04/02 1.Teil - 04/04 2.Teil		(1. Teil)	✓
MS	MS 2	01/05 bezogen			✓
MS	MS 3	03/03 1.Teil bezogen		✓	✓
MS	MS 4	11/01 bezogen	✓	✓	✓
FA	F	08/03 bezogen			✓
GH	GH 1	04/04 bezogen		(2 Mon.)	✓
GH	GH 2	02/04 bezogen		(4 Mon.)	✓
GH	GH 3	06/03 bezogen		✓	✓
GP	GP	05/02 1.Teil bezogen		✓	✓

MV	= Milchviehhaltung
MK	= Mutterkuhhaltung
MR	= Mastrinderhaltung

ZS	= Zuchtsauenhaltung
MS	= Mastschweinehaltung
FA	= Ferkelaufzucht

GH	= Legehennenhaltung
GP	= Putenmast

Datenerhebung und -auswertung für das Wirtschaftsjahr abgeschlossen	✓
Datenerhebung und -auswertung für entsprechende Monate durchgeführt	(9 Mon.)
Erhebung von Produktionstechnischen Daten durchgeführt	
Erhebung von allgemeinen Betriebsdaten für die Dokumentation durchgeführt	

### 3.5 Datengrundlagen

Als Datengrundlage dienten in 24 von 28 Betrieben Buchabschlüsse der jeweiligen Abrechnungszeiträume. Sie wurden ergänzt durch Informationen aus der Rinderdatenbank des Herkunfts- und Informationssystems (HIT) sowie den Ergebnissen der Leistungs- und Qualitätsprüfungen des Landeskuratoriums der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (LKV). Darüber hinaus wurden Abrechnungsbelege sowie individuelle Aufzeichnungen der Betriebsleiter herangezogen. Die Berechnung der Arbeiterledigungs- und Gebäudekosten erfolgte auch unter Einbeziehung der von den Mitarbeitern des Institutes für Landtechnik ermittelten Baukosten und Arbeitszeitauswertungen.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Pilotbetriebe mit Rinderhaltung

#### 4.1.1 Milchviehhaltung

Insgesamt waren 13 Milchviehbetriebe als Pilotbetriebe anerkannt worden. In einem dieser Betriebe waren nur die Baumaßnahmen für das Verfahren Kälberaufzucht und Jungviehhaltung Gegenstand des Pilotprojektes. Die betrieblichen Daten aller Pilotbetriebe mit Milchviehhaltung sind in Tab. 2 zusammengefasst.

Tab. 2: Betriebliche Daten der Pilotbetriebe mit Milchviehhaltung

Kriterium	Einheit	Durchschnitt	Spannbreite
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	ha LF	66,6	19,9 - 155,7
davon in Pacht	ha LF	44,3	5,4 - 107,9
Dauergrünland	ha DF	38,7	13 - 102
davon genutzt als Grassilage	ha	28,8 <sup>2)</sup>	5,5 - 70
Dauergrünlandanteil	%	62,1	16,7 - 100
Ackerfläche	ha AF	36,3 <sup>3)</sup>	1,6 - 65,0
davon genutzt als Silomais	ha	12,7 <sup>4)</sup>	5,1 - 22,2
Milchkühe je Betrieb	St.	55	17 - 99
Rinderbestand	St.	87	26 - 145
Milchreferenzmenge je Betrieb	kg Milch	351.241	71.869 - 725.354
Erzeugte Milch lt. BZA	kg ECM/Kuh und Jahr <sup>1)</sup>	6.730	4.382 - 7.836

<sup>1)</sup> ECM = energiekorrigierte Milch auf Basis 4 % Fett, 3,4 % Eiweiß

<sup>2)</sup> Bezugsbasis Betriebe mit Grassilage (11)

<sup>3)</sup> Bezugsbasis Betriebe mit Ackerflächen (10)

<sup>4)</sup> Bezugsbasis Betriebe mit Silomais (8)

Mit vier nach ökologischen Richtlinien wirtschaftenden Betrieben war diese Wirtschaftsweise in dem Projekt stark repräsentiert. Die Milchviehherden umfassten in den Betrieben mit konventioneller Bewirtschaftung 19 bis 99 Kühe und in den Ökobetrieben 17 bis 40 Kühe.

Neun Betriebe hielten überwiegend Kühe der Rasse Fleckvieh, je ein Betrieb Holstein sowie Braunvieh-Kühe und zwei Betriebe mehrere Rassen. Hinsichtlich der Futtergrundlage waren drei Betriebe reine Grünlandbetriebe, sechs Betriebe praktizierten Weidehaltung.

##### 4.1.1.1 Leistungsergebnisse

Laut Milchleistungsprüfung (MLP) lag der Herdendurchschnitt aller Pilotbetriebe im Prüfungsjahr 2004/05 bei 6.931 kg Milch (vgl. Abb. 1). Die Spanne reichte dabei von 4.749 bis 8.226 kg und spiegelt damit die bayerischen Verhältnisse gut wider. Die um 220 kg Milch höhere Leistung im Vergleich zu allen MLP-Betrieben (LKV Bayern) ist weitgehend mit der um 23 Kühe größeren Durchschnittsbestände der Milchviehherden erklärbar.

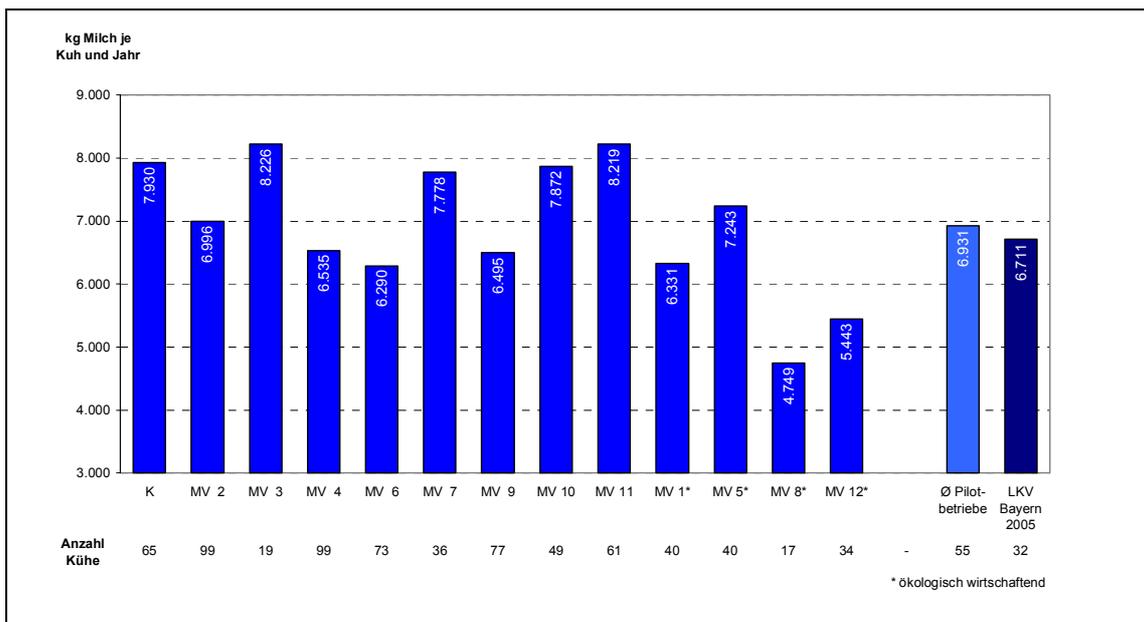


Abb. 1: Milchleistungsergebnisse des LKV Bayern für die Pilotbetriebe und alle Betriebe mit Milchleistungsprüfung

Da die Ergebnisse durch die Bauphase und Umstellungen im Stallsystem stark beeinflusst wurden, wird in Abb. 2 für einige Betriebe die Leistungsentwicklung, ausgehend von einem Jahr vor dem Stallbezug, über mehrere Jahre hinweg dargestellt.

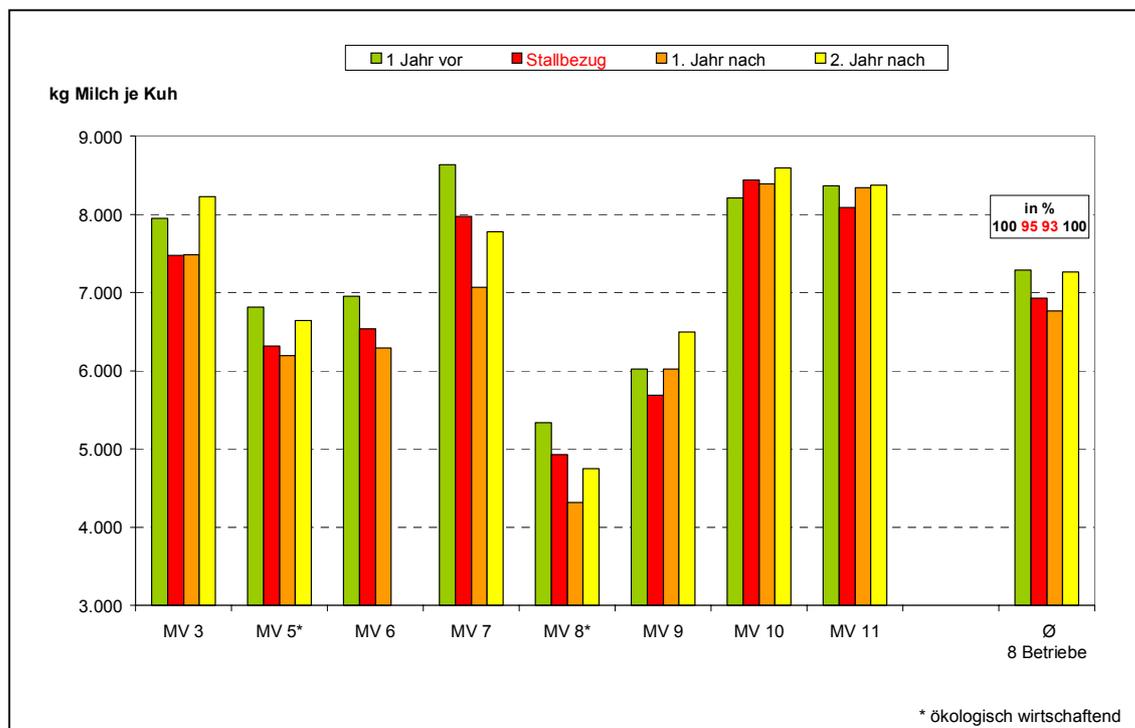


Abb.2: Entwicklung der Milchleistung in Pilotbetrieben vor und nach dem Stallbezug

Wird das Jahr vor der Umstellung als Basis mit 100 Prozent gesetzt, beträgt die umstellungsbedingte Leistungsdepression im Jahr des Stallbezuges ca. 5 Prozent, im darauffolgenden Jahr sogar 7 Prozent. Das Ausgangsniveau wurde erst im 2. Jahr nach dem Stallbau wieder erreicht. Betriebe mit hohem Leistungsniveau hatten tendenziell geringere Leistungseinbußen. Da auch die Milchquotenausstattung bzw. die Bereitschaft der Betriebe zur Aufstockung von Lieferrechten hierbei erheblichen Einfluss hat, sollten die Ergebnisse im Hinblick auf das Stallsystem nicht fehl interpretiert werden.

#### 4.1.1.2 Betriebszweigergebnisse

In Tab. 3 sind die arithmetischen Durchschnittswerte der Betriebszweigabrechnungen der Betriebe, differenziert nach der Wirtschaftsweise, dargestellt. Die Streubreite der Einzelwerte ergänzt die Durchschnittswerte.

Die sehr unterschiedlichen Kennwerte für die beiden Bewirtschaftungssysteme unterstreichen die Notwendigkeit einer differenzierten Analyse. In der Tendenz werden die charakteristischen Unterschiede zwischen den Wirtschaftsweisen auch durch die Ergebnisse des Milchreports Bayern 2004 bestätigt. Die überproportional hohen Kosten in den Öko-Milchviehbetrieben konnten durch die Erlösvorteile sowie den nahezu dreifach so hohen ermittelten öffentlichen Direktzahlungen nicht kompensiert werden.

Aufgegliedert nach Kostenblöcken wird der dominierende Anteil der Direktkosten mit durchschnittlich 56 Prozent der gesamten Produktionskosten deutlich, wie in Abb. 3 dargestellt. Die Arbeiterledigungskosten sind der zweite große Kostenblock mit einem Anteil von rund 28 Prozent an den Produktionskosten.

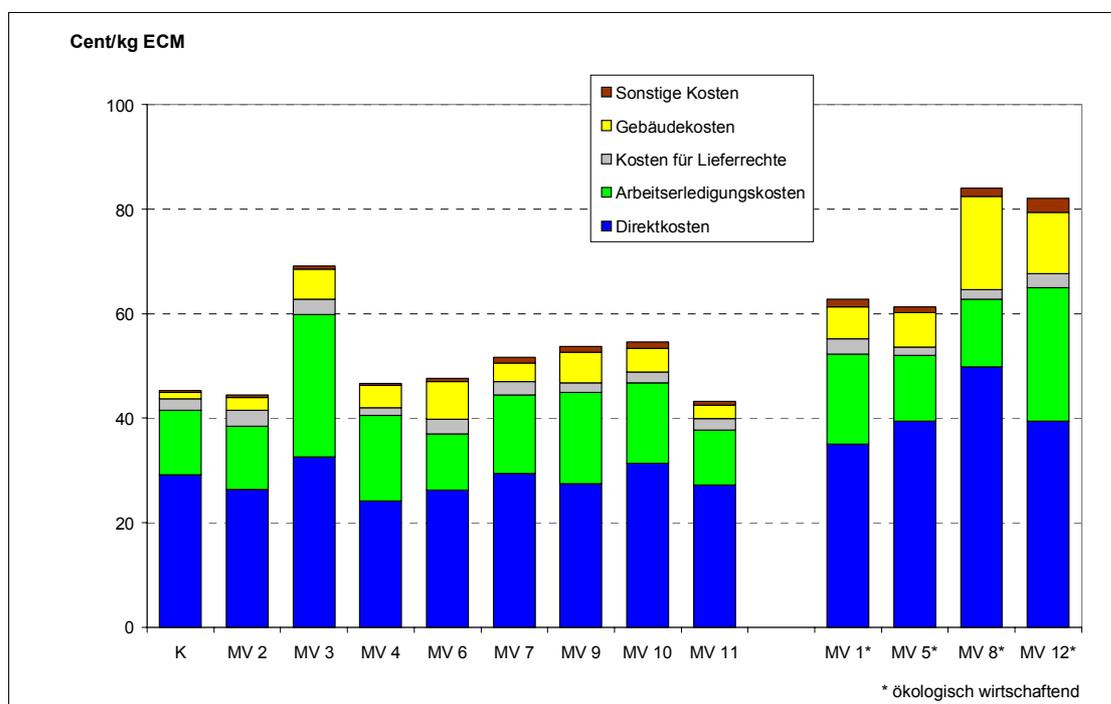


Abb. 3: Struktur der Produktionskosten nach Kostenblöcken

Tab. 3: Ergebnisse der Betriebszweigabrechnungen in Pilotbetrieben mit Milchviehhaltung für das Wirtschaftsjahr 2004/05

Wirtschaftsweise		konventionell wirtschaftend			ökologisch wirtschaftend		
Anzahl Betriebe		9			4		
		Mittelwert	Streubreite		Mittelwert	Streubreite	
			Min.	Max.		Min.	Max.
Kühe:		64	19	99	33	17	40
erzeugte kg ECM:		444.340	119.083	712.341	194.200	76.198	263.339
kg ECM/Kuh:		6.971	5.782	7.836	5.684	4.382	6.523
Leistungsart / Kostenart		Cent/kg ECM			Cent/kg ECM		
<b>Leistungen</b>	Milchverkauf	30,19	28,83	32,30	37,74	33,45	40,06
	Innerbetriebl. Verbrauch/Naturalent.	0,73	0,07	1,25	1,77	0,76	3,21
	Tierverkauf/Tierversetzung	8,21	4,23	15,54	6,58	3,97	9,99
	Bestandsveränderungen	0,47	-0,94	1,57	1,10	-0,76	4,40
	Öffentliche Direktzahlungen	5,33	3,38	8,24	14,29	5,86	28,70
	Ausgl.Lieferrechtsmind.,Entschäd. Organ. Dünger (Güllewert)	1,03	0,85	1,26	1,20	1,02	1,51
<b>Summe Leistungen</b>		<b>45,96</b>	<b>42,67</b>	<b>50,74</b>	<b>62,68</b>	<b>50,93</b>	<b>82,71</b>
<b>Direktkosten</b>	Tierzukauf/Tierversetzung	1,10	0,00	4,53	1,35	0,00	3,41
	Besamung, Sperma	0,55	0,33	0,67	0,56	0,36	0,70
	Tierarzt, Medikamente	1,28	0,43	1,84	1,17	0,56	1,84
	(Ab) Wasser, Heizung	0,19	0,00	0,50	0,39	0,15	0,69
	Sonstige	1,25	0,66	2,63	1,52	0,97	1,88
	Krafftutter	6,70	2,95	10,43	5,83	3,12	11,22
	Saffutter	0,34	0,00	0,85	0,01	0,00	0,02
	Grundfutter	15,75	11,01	23,85	29,01	20,04	37,76
	Zinsansatz Viehkapital	1,03	0,82	1,31	1,08	0,71	1,35
<b>Summe Direktkosten</b>		<b>28,19</b>	<b>24,15</b>	<b>32,59</b>	<b>40,92</b>	<b>35,02</b>	<b>49,76</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>17,77</b>	<b>13,69</b>	<b>21,10</b>	<b>21,76</b>	<b>11,52</b>	<b>32,95</b>
<b>Arbeits erledigungs-</b>	Personalaufwand (fremd)	0,33	0,00	1,12	2,40	0,00	9,38
<b>kosten</b>	Lohnansatz	11,09	6,58	21,16	9,34	0,00	15,79
	Lohnarbeit/ Masch.miete (Saldo)	0,15	0,00	1,34	0,22	0,00	0,89
	Leasing						
	Maschinenunterhaltung	0,49	0,08	1,10	1,24	0,73	2,35
	Treibstoffe	0,32	0,15	0,58	0,34	0,08	0,52
	Abschreibung Maschinen	1,20	0,57	2,80	1,67	0,28	4,62
	Unterh./Absch./Steuer/Vers. PKW	0,14	0,00	0,59	0,11	0,01	0,22
	Strom	0,87	0,45	1,48	0,99	0,65	1,26
	Maschinenversicherung	0,01	0,00	0,05	0,05	0,00	0,15
	Zinsansatz Maschinenkapital	0,64	0,31	1,14	0,71	0,21	1,84
<b>Summe Arbeitserledigungskosten</b>		<b>15,24</b>	<b>10,43</b>	<b>27,17</b>	<b>17,07</b>	<b>12,63</b>	<b>25,52</b>
<b>Kosten für Lieferrechte</b>	Pacht, Kauf, Superabgabe	2,37	1,51	3,11	2,28	1,57	2,98
<b>Gebäudekosten</b>	Unterhaltung	0,28	0,02	1,30	0,21	0,00	0,31
	Abschreibung	1,74	0,65	2,66	4,28	2,49	6,43
	Miete	0,01	0,00	0,13			
	Versicherung	0,16	0,00	0,30	0,44	0,29	0,69
	Zinsansatz Gebäudekapital	1,96	0,32	4,41	5,63	2,92	10,71
<b>Summe Gebäudekosten</b>		<b>4,15</b>	<b>1,16</b>	<b>7,29</b>	<b>10,56</b>	<b>6,07</b>	<b>17,78</b>
<b>Sonstige Kosten</b>	Beiträge und Gebühren	0,10	0,00	0,30	0,52	0,17	1,13
	Sonst. Versicherungen	0,03	0,00	0,11	0,02	0,00	0,03
	Buchführung und Beratung	0,31	0,08	0,67	0,45	0,14	1,14
	Büro, Verwaltung	0,11	0,00	0,22	0,29	0,20	0,53
	Sonstiges	0,18	0,06	0,44	0,44	0,14	0,76
<b>Summe Sonstige Kosten</b>		<b>0,73</b>	<b>0,34</b>	<b>1,21</b>	<b>1,72</b>	<b>1,07</b>	<b>2,62</b>
<b>Summe Kosten</b>		<b>50,68</b>	<b>43,19</b>	<b>69,06</b>	<b>72,55</b>	<b>61,32</b>	<b>84,05</b>
<b>Saldo Leistungen und Kosten</b>		<b>-4,72</b>	<b>-22,78</b>	<b>1,87</b>	<b>-9,87</b>	<b>-17,29</b>	<b>-1,34</b>
<b>Gewerbsteuer</b>							
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>17,77</b>	<b>13,69</b>	<b>21,10</b>	<b>21,76</b>	<b>11,52</b>	<b>32,95</b>
<b>Gewinn des Betriebszweiges</b>		<b>16,03</b>	<b>10,51</b>	<b>19,98</b>	<b>15,77</b>	<b>14,77</b>	<b>16,96</b>
<b>Kalkulatorisches Betriebszweigergebnis</b>		<b>-4,72</b>	<b>-22,78</b>	<b>1,87</b>	<b>-9,87</b>	<b>-17,29</b>	<b>-1,34</b>

In der Analyse der Kostenebenen (vgl. Abb. 4) zeigt sich, dass durchschnittlich 59 Prozent der gesamten Produktionskosten auf den Teil der Kosten entfallen, der in der Gewinn- und Verlustrechnung (GuV) der Buchführungen erfasst wurde. Diese „GuV“-Kosten“ wurden in allen Betrieben vollständig durch die Summe der Leistungen gedeckt.

Lediglich drei Betriebe konnten darüber hinaus auch die Faktoransätze vollständig abdecken. Fünf Betriebe entlohnten die Faktoransprüche zu über 80 Prozent, weitere fünf Be-

etriebe bewegten sich in einer Spanne von 40 bis 60 Prozent. Entsprechend niedriger war bei letztgenannten Betrieben die tatsächlich erzielte Entlohnung der eingesetzten Produktionsfaktoren Arbeit, Kapital und Bodeneigentum.

Eine Gegenüberstellung von Ergebnissen der Pilotbetriebe mit vergleichbaren bayerischen Betriebszweigauswertungen („Ø BZA“) dokumentiert ähnlich hohe Produktionskosten und Kostenstrukturen, jedoch tendenzielle Vorteile der Pilotbetriebe in der Kosten-Leistungsrelation.



Abb. 4: Betriebszweigergebnisse der Pilotbetriebe mit Vergleichswerten für das Wirtschaftsjahr 2004/05

#### 4.1.2 Mutterkuhhaltung

Die drei im Projekt analysierten Mutterkuhhaltungen wirtschaften nach den Richtlinien von ökologischen Anbauverbänden mit Beständen von 15, 28 und 52 Mutterkühen.

##### 4.1.2.1 Leistungsergebnisse

Da die Mutterkuhhaltung einen Großteil der Erlöse aus dem Verkauf der Mutterkuhnachkommen erzielt, ist die Reproduktionsleistung ein entscheidendes Kriterium bei der Beurteilung produktionstechnischer Kennzahlen. Mit durchschnittlich einem aufgezogenen Kalb je Kuh und Jahr in 2003/04 und 2004/05 liegen die Betriebe auf einem hohen Niveau. Insbesondere die niedrigen Kälberverluste von 2,6 Prozent im Wirtschaftsjahr 2003/04 und 3,6 Prozent im Folgejahr heben sich positiv von vergleichbaren Herdenergebnissen ab.

Die Anzahl der verkauften Zucht- und Mastrinder je Mutterkuh hängt von der Zahl der aufgezogenen Kälber, den Tierverlusten in der Aufzucht/Mast und der Bestandsergänzung aus eigener Nachzucht ab. Die vergleichsweise niedrigen Tierverkäufe in 2003/04 lassen sich durch die hohe Bestandsergänzung im Folgejahr begründen (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Reproduktionsleistung der untersuchten Mutterkuhbetriebe für die Wirtschaftsjahre 2004/05 und 2003/04 mit Vergleichswerten für 2003/04

	Einheit	Pilotbetriebe 2004/05	Pilotbetriebe 2003/04	Vergleichsgruppe* 2003/2004
<b>Anzahl Betriebe</b>	Stück	3	3	15
<b>Durchschnittsbestand Mutterkühe</b>	Stück	31,5	29,4	23,7
<b>Lebend geborene Kälber je Mutterkuh</b>	Stück	1,03	1,02	0,93
<b>Kälberverluste bei leb. geb. Kälbern</b>	%	3,6	2,6	7,8
<b>Aufgezoogene Kälber je Mutterkuh</b>	Stück	0,99	1	0,86
<b>Verkaufte Zucht- und Masttiere je Mutter- kuh</b>	Stück	0,87	0,7	0,81
<b>Bestandsergänzung</b>	%	25	13	16

\* Vergleichsgruppe: Ökologisch wirtschaftende Mutterkuhbetriebe aus : "Wirtschaftliche Situation spezialisierter Mutterkuhbetriebe in Bayern 2002/03 und 2003/04" (FAULHABER; 2005)

Die Mastleistung aller Nachkommen konnte nicht ermittelt werden, da Wiegunen in der Regel nur für männliche Tiere vorlagen (förderrechtliche Gründe). So konnten die täglichen Zunahmen ab Geburt auf Grundlage eines geschätzten Geburtsgewichts nur für die gemästeten Jungbullen bzw. Ochsen ausgewiesen werden.

Wie aus Tab. 5 entnommen werden kann, ist ein Vergleich mit spezialisierten Mastverfahren relativ schwierig, da dort die Zuwachsleistung aus der Aufzuchtperiode bis zum Mastbeginn nicht erfasst ist. Während die Ochsen des Pilotbetriebes im Vergleich hohe Schlachtgewichte erreichten, wurden die Jungbullen der Mutterkuhbetriebe mit niedrigen Durchschnittsgewichten geschlachtet. Die kontinuierliche Marktbeschickung, die in der Direktvermarktung nötig ist, ist ein Grund für die vergleichsweise frühe Schlachtung der Bullen.

Tab. 5: Mastleistung von männlichen Mutterkuhnachkommen der Pilotbetriebe im Vergleich zu LKV-Ergebnissen für das Wirtschaftsjahr 2004/05

	<b>Einheit</b>	<b>Jungbullen-Pilotbetriebe 2004/05</b>	<b>Jungbullen-LKV* 2004/05</b>	<b>Ochsen-Pilotbetriebe 2004/05</b>	<b>Ochsen-LKV* 2004/05</b>
<b>Rasse</b>		Gelbvieh/ Limousin x Feck- vieh/Kreuzung	Fleckvieh	Limousin	nicht ver- öffentlicht
<b>Mastbeginn</b>	kg LG	43	91	45	195
<b>Schlacht- gewicht</b>	kg SG	258	394	375	350
<b>Tageszu- nahmen ab Mastbeginn</b>	g	1.055	1.240	830	1.044

\* Vergleichsgruppe: LKV-Bayern 2004/05; Jungbullen-Mast ab Kalb insgesamt 40.683 ausgewertete Tiere, Ochsen insgesamt 147 ausgewertete Tiere

#### 4.1.2.2 Betriebszweigergebnisse

Eine Auswertung der ökonomischen Zahlen des Betriebszweiges Mutterkuhhaltung erfolgte bei allen Betrieben für das Jahr 2003/04 und das Jahr 2004/05. Die Direktvermarktung des in der Mutterkuhhaltung produzierten Rindfleischs ist als gewerblicher Nebenbetrieb ein eigener Betriebszweig und deshalb nicht Teil der vorliegenden Auswertungen. Die innerbetriebliche Verrechnung der direktvermarkteten Rinder erfolgte auf Basis alternativer Vermarktungsschienen bzw. auf veröffentlichten Erzeugerpreisen für "Öko"-Rinder.

Tab. 6: Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung der Pilotbetriebe mit Mutterkuhhaltung für das Wirtschaftsjahr 2004/05

Wirtschaftsjahr		WJ 03/04	WJ 04/05		
Anzahl Betriebe		3	3		
		Mittelwert	Mittelwert	Streubreite	
				Min.	Max.
Mutterkühe:		29	31	15	52
aufgezogene Kälber		28	31	14	51
erzeugte kg Schlachtgewicht *:		5.671	8.045	3.357	15.595
Leistungsart / Kostenart		€/Kuh	€/Kuh		
Leistungen	Tierverkauf/Tierversetzung	710	948	508	1.277
	Innerbetr. Verbrauch/Naturalentn.				
	Bestandsveränderungen	40	50	-22	94
	Öffentliche Direktzahlungen	1.168	1.226	794	1.501
	Entschädigungen				
	Org. Dünger (Güllewert)	83	79	68	91
<b>Summe Leistungen</b>		<b>2.001</b>	<b>2.303</b>	<b>1.472</b>	<b>2.729</b>
Direktkosten	Tierzukauf/Tierversetzung	54	172	0	410
	Besamung, Sperma	17	22	0	67
	Tierarzt, Medikamente	13	27	15	36
	(Ab) Wasser, Heizung		7	0	22
	Sonstige	52	62	19	134
	Kraffutter	48	34	13	60
	Saffutter				
	Grundfutter	1.064	1.272	826	1.745
	Zinsansatz Viehkapital	63	57	46	67
<b>Summe Direktkosten</b>		<b>1.311</b>	<b>1.653</b>	<b>979</b>	<b>2.372</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>690</b>	<b>650</b>	<b>336</b>	<b>1.118</b>
Arbeits erledigungs-kosten	Personalaufwand (fremd)	14	16	0	46
	Lohnansatz	292	266	201	381
	Lohnarbeit/ Masch.miete (Saldo)				
	Leasing				
	Maschinenunterhaltung	32	23	11	45
	Treibstoffe	17	20	14	29
	Abschreibung Maschinen	39	11	3	23
	Unterh./Absch./Steuer/Vers. PKW	10	10	7	12
	Strom	8	8	3	16
	Maschinenversicherung	9	7	3	9
	Zinsansatz Maschinenkapital	14	17	3	36
<b>Summe Arbeits erledigungskosten</b>		<b>435</b>	<b>378</b>	<b>272</b>	<b>579</b>
Gebäudekosten	Unterhaltung	92	78	33	152
	Abschreibung	151	164	111	213
	Miete				
	Versicherung	20	13	0	23
	Zinsansatz Gebäudekapital	238	180	139	222
<b>Summe Gebäudekosten</b>		<b>501</b>	<b>435</b>	<b>367</b>	<b>492</b>
Sonstige Kosten	Beiträge und Gebühren	34	22	7	35
	Sonst. Versicherungen	14	0	0	1
	Buchführung und Beratung	25	18	14	24
	Büro, Verwaltung	10	6	3	10
	Sonstiges	16	17	8	26
<b>Summe Sonstige Kosten</b>		<b>99</b>	<b>63</b>	<b>53</b>	<b>84</b>
<b>Summe Kosten</b>		<b>2.346</b>	<b>2.529</b>	<b>1.709</b>	<b>3.141</b>
<b>Saldo Leistungen und Kosten</b>		<b>-345</b>	<b>-226</b>	<b>-433</b>	<b>-5</b>
Gewerbsteuer					
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>690</b>	<b>650</b>	<b>336</b>	<b>1.118</b>
<b>Gewinn des Betriebszweiges</b>		<b>730</b>	<b>813</b>	<b>534</b>	<b>1.104</b>
<b>Kalkulatorisches Betriebszweigergebnis</b>		<b>-345</b>	<b>-226</b>	<b>-433</b>	<b>-5</b>

\* erzeugte kg Schlachtgewicht bezieht sich ausschließlich auf das Schlachtgewicht der Nachkommen, z. T. geschätzt (ohne Altkuh- und Altbullenverkäufe)

Der Betriebsdurchschnitt des Wirtschaftsjahres 2004/05 lag bei etwa 650 € Direktkostenfreier Leistung und rund 800 € Betriebszweigewinn je Mutterkuh. Das kalkulatorische Betriebszweigergebnis von -225 € je Mutterkuh zeigt, dass die veranschlagte Entlohnung von betriebseigenem Boden, Arbeit und Kapital nicht in vollem Umfang realisiert werden konnte (vgl. Tab. 6).

Im Vergleich zum Vorjahr konnten sowohl der Gewinn als auch das kalkulatorische Betriebszweigergebnis aufgrund gesteigerter Leistungen aus Tierverkäufen und Direktzahlungen um etwa 100 € verbessert werden.

Über die Hälfte der Produktionskosten je Mutterkuheinheit entfallen auf die Direktkosten (Abb. 5). Mehr als drei Viertel der Direktkosten nimmt die Grundfuttererzeugung in Anspruch. Diese ist allerdings mit Gesamtkosten bewertet. Die Kraftfutterkosten sind relativ gering. Da ökologisch erzeugtes Kraftfutter relativ teuer ist, wird dieses so wenig wie möglich eingesetzt.

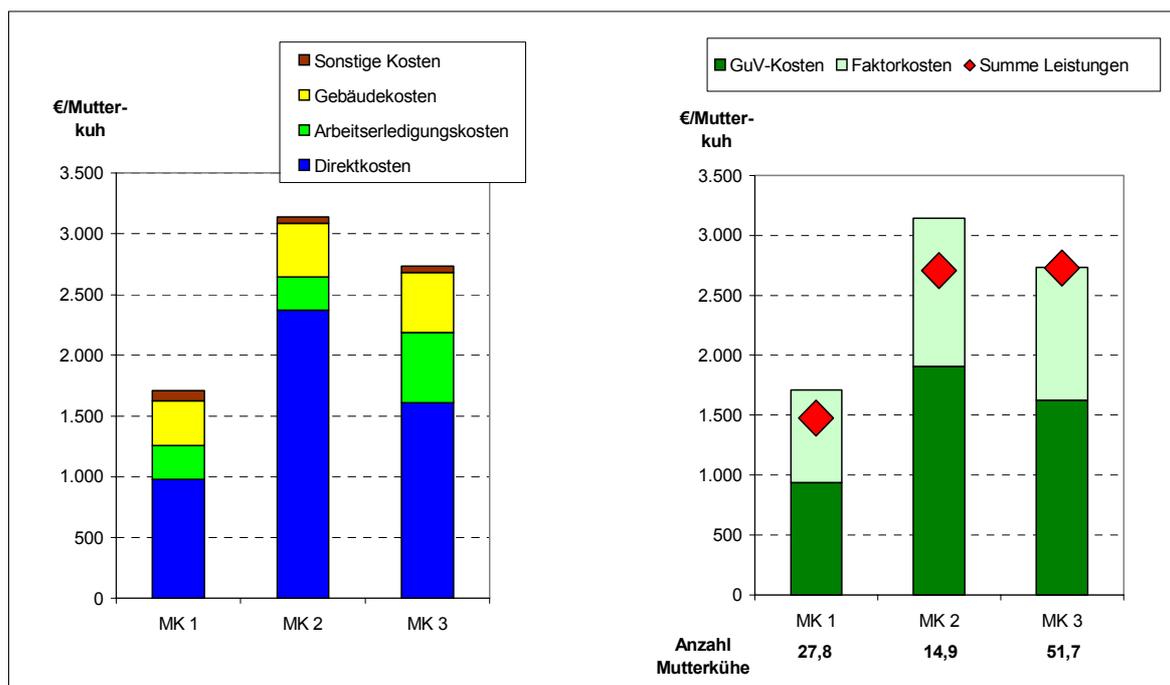


Abb. 5: Kostenstruktur und Betriebszweigergebnis der Mutterkuhbetriebe (WJ 2004/05)

Nach den Direktkosten stehen die Gebäudekosten als zweitgrößter Kostenblock in der Betriebszweigauswertung. Da die Pilotställe im Wirtschaftsjahr 2004/2005 erst ein bis zwei Jahre abgeschrieben waren, ist der Zinsansatz der größte Betrag im Rahmen der Gebäudekosten.

Nur unwesentlich geringer als die Gebäudekosten betragen die Arbeitsleistungskosten etwa ein Sechstel der Gesamtkosten. In diesem Kostenblock dominiert eindeutig die Entlohnung der Arbeitskräfte. Die Kosten für die Mechanisierung im Mutterkuhbereich (Mechanisierung der Grundfutterproduktion ist Teil der Direktkosten der Mutterkuhhaltung!) sind von eher untergeordneter Bedeutung.

Mit etwa 3 Prozent Anteil an den Gesamtkosten spielen die sonstigen Kosten kaum eine Rolle für die Wirtschaftlichkeit der Mutterkuhhaltung in den Pilotbetrieben.

Die Pilotbetriebe mit Mutterkuhhaltung haben mit 39 bis 45 Prozent im Jahr 2004/05 einen vergleichsweise hohen Anteil von Faktorkosten an den gesamten Produktionskosten (vgl. Abb. 5). Die Entlohnung der betriebseigenen Arbeit, der Fläche und des Kapitals bei der Grundfuttererzeugung dominiert den Block Faktorkosten. Neben dem Lohnansatz für die Arbeit von Familienarbeitskräften in der Mutterkuhhaltung ist auch der Zinsansatz für

Wirtschaftsgebäude, insbesondere für die neu gebauten Mutterkuhställe, ein großer Posten bei den Faktorkosten. Die Faktorkosten konnten im Wirtschaftsjahr 2004/05 nur bei einem Betrieb in der Höhe der veranschlagten Werte entlohnt werden. Bei zwei Betrieben wurden die kalkulatorischen Ansätze für den Einsatz der betriebseigenen Faktoren Boden, Arbeit und Kapital nur zu 65 bzw. 69 Prozent durch die erzielten Leistungen abgedeckt.

### 4.1.3 Rindermast

Für den Bereich Rindermast waren zwei Pilotbetriebe ausgewählt. Ein Betrieb betreibt auf 60 Stallplätzen Ochsenmast. Der zweite Betrieb hat zu den vorhandenen 270 Mastbullen einen Quarantänestall mit 75 Plätzen gebaut, in dem die zugekauften Fresser eingestallt werden.

#### 4.1.3.1 Leistungsergebnisse

Aus dem Pilotstall mit Ochsenmast liegen keine Ergebnisse zu biologischen Leistungen vor. Da der Stallbezug im Oktober 2004 erfolgte, sind, je nach Mastintensität und Endgewicht der Ochsen, erste Kennzahlen aus dem Pilotstall frühestens im Sommer/Herbst 2006 zu erwarten. Beim Bullenmastbetrieb erfolgte die Erstbelegung des Pilotstalles im Juli 2004. Über Mastgruppenauswertungen des Fleischerzeugerrings Unterfranken konnten die biologischen Leistungen der Masttiere, die als Zukaufsfresser in den Quarantänestall eingestallt wurden, ermittelt werden. Mit 1.324 g täglichen Zunahmen erzielten die Tiere gute Zuwachsleistungen. Ein Vergleich der Mastgruppen aus dem Pilotstall mit Gruppen aus dem gleichen Einstallzeitraum der Vorjahre ergab, dass der neu gebaute Quarantänestall die ansteigende Leistungsentwicklung unterstützt hat (Abb. 6).

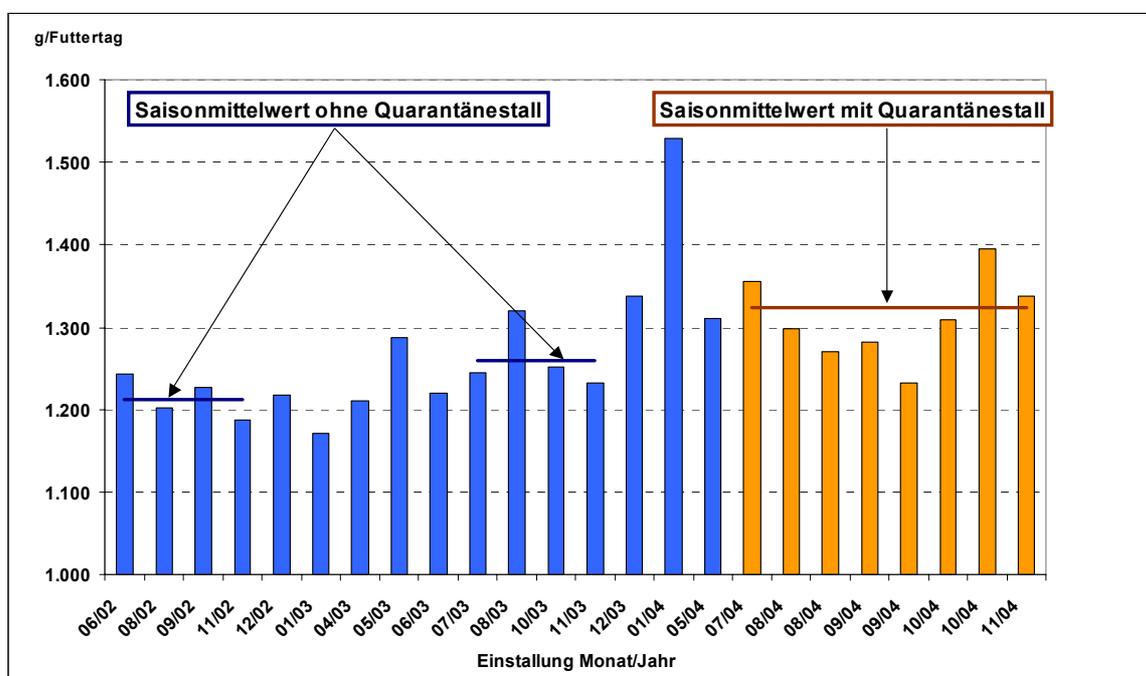


Abb. 6: Entwicklung der Tageszunahmen im Pilotbetrieb mit Bullenmast

#### 4.1.3.2 Betriebszweigergebnisse

Aufgrund des im Projektzeitraum späten Stallbezugs und der langen Produktionsperiode in der Rindermast konnten keine ökonomischen Auswertungen erstellt werden. Ergebnisse des Betriebszweigs Bullenmast können erst ab Herbst 2006, des Betriebszweigs Ochsenmast ab Herbst 2007 errechnet werden.

## 4.2 Pilotbetriebe mit Schweinehaltung

### 4.2.1 Zuchtsauenhaltung

Die sieben ausgewählten Pilotbetriebe mit Zuchtsauenhaltung haben sehr unterschiedliche Produktionsverfahren, von der Absatzferkelproduktion bis hin zur Jungsauenvermehrung. Zudem hat sich in vier Betrieben die Fertigstellung der Stallgebäude zeitlich so weit verschoben, dass während der Projektlaufzeit keine über ein ganzes Jahr abgeschlossene Produktionsperiode ausgewertet werden konnte. Darunter waren drei Betriebe mit ökologischer Wirtschaftsweise, die Stallkonzepte nach Öko-Richtlinien umgesetzt haben. In den Zuchtsauenhaltenden Betrieben waren teilweise nur bauliche Maßnahmen für einzelne Produktionsbereiche Gegenstand des Forschungsvorhabens.

Letztlich standen für die ökonomische Auswertung lediglich drei Betriebe zur Verfügung. In einem Fall werden Absatzferkel mit einem Gewicht von ca. 9 kg an einen Schweinemastbetrieb mit vorgelagerter Ferkelaufzucht verkauft. Ein Betrieb hat konventionelle Vermarktung von schweren Ferkeln mit ca. 29 kg.

Der dritte ausgewertete Betrieb gibt die männlichen Ferkel überwiegend zum Schlachten und zieht die weiblichen Ferkel als Jungsauen auf. Die Errechnung von Durchschnittswerten dieser Betriebe ist fachlich nicht sinnvoll.

#### 4.2.1.1 Leistungsergebnisse

Die Zuchtleistungsergebnisse in der Ferkelerzeugung streuten zwischen den Betrieben von 18,1 bis 21,9 aufgezogenen Ferkeln je Sau und Jahr (Abb. 7). Das im Vergleich zu den Erzeugerringauswertungen insgesamt nur durchschnittliche Leistungsniveau ist in mehreren Betrieben auch durch die Verhältnisse in den Altgebäuden beeinflusst. Das beste Ergebnis konnte der Betrieb erzielen, der sowohl den Deck-, Warte- und Abferkelstall als Neubaulösung erstellt hat.

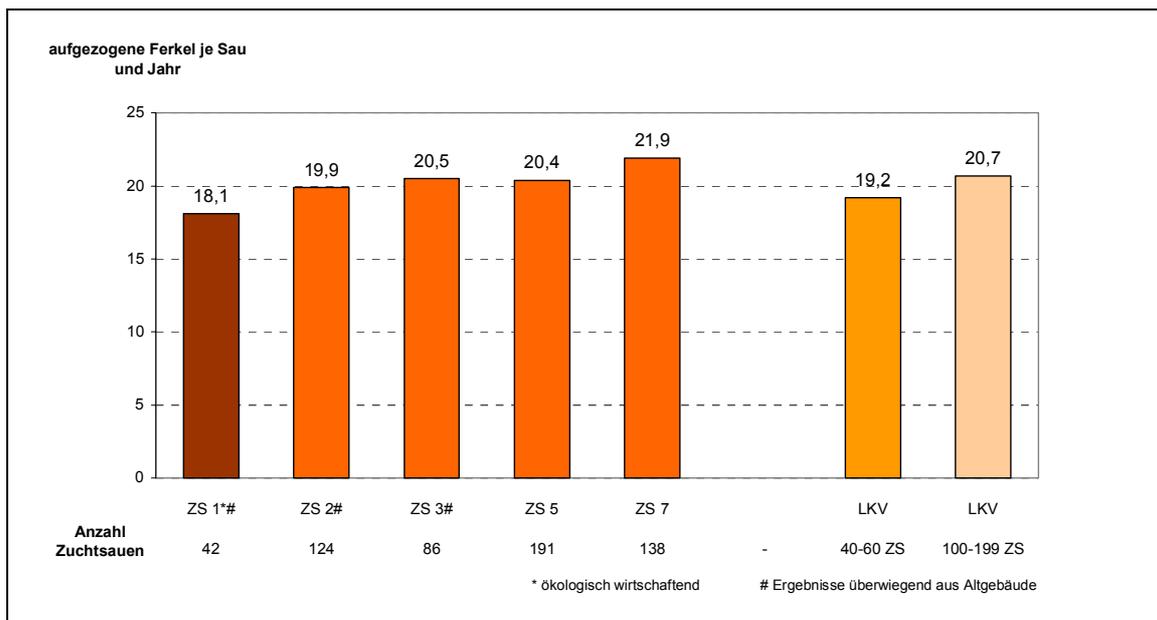


Abb. 7: Aufzuchtleistung der Sauen in Pilotbetrieben mit Zuchtsauenhaltung

#### 4.2.1.2 Betriebszweigergebnisse

Die Darstellung von Durchschnittswerten in den Leistungen und Kosten ist wegen der Heterogenität der Betriebe fachlich nicht sinnvoll. Auf die Veröffentlichung der Einzelbetriebswerte mit detaillierten Leistungs- und Kostenparametern wird aus Datenschutzgründen verzichtet. Ein Überblick über die Gesamtleistung und Kostenblöcke ist in Abb. 8 gegeben.

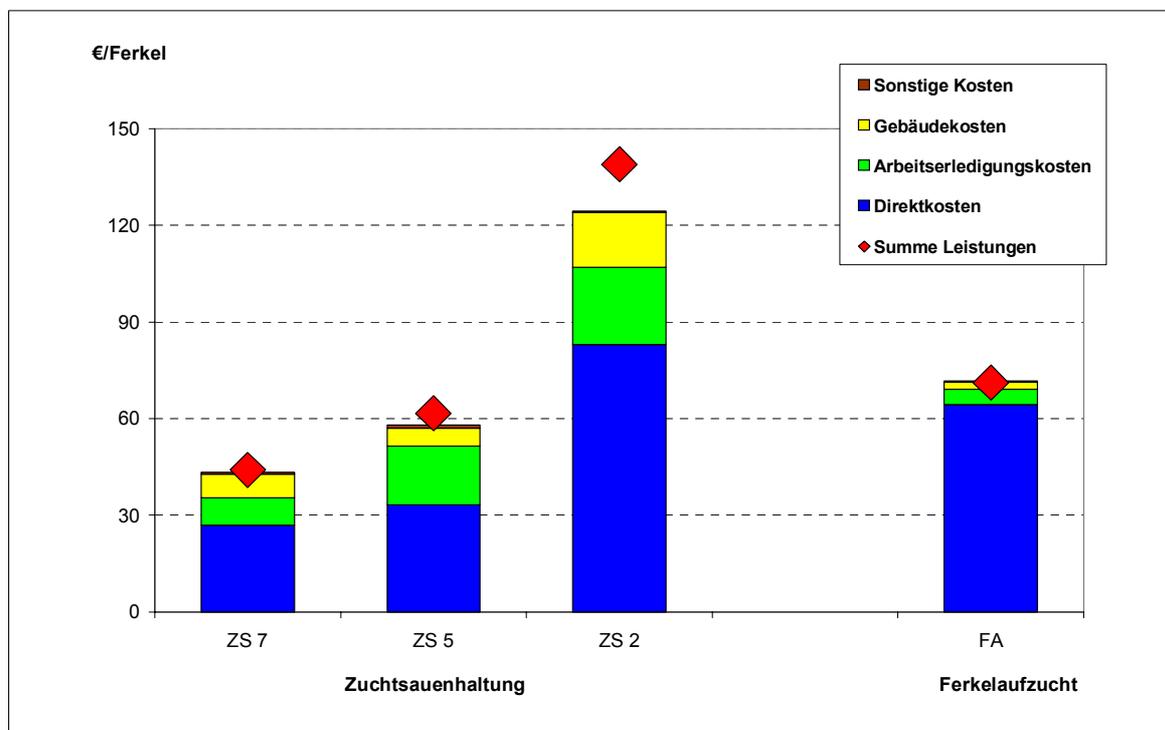


Abb. 8: Kostenstruktur und Betriebszweigergebnis in den Pilotbetrieben mit Zuchtsauenhaltung und Ferkelaufzucht

Bedingt durch die unterschiedlichen Produktionsverfahren der Zuchtsauenhalter unter den Pilotbetrieben variiert sowohl die Summe wie auch die Struktur der Kosten sehr stark. Aufgrund der jeweils in hohem Maße betriebsbedingten Effekte sind übergreifende Aussagen nicht möglich. Durchgehend ist jedoch ein positives Betriebszweigergebnis festzustellen, das allerdings in zwei von drei Betrieben lediglich dem überdurchschnittlich günstigen Ferkelpreisniveau zuzuschreiben ist.

#### **4.2.2 Ferkelaufzucht**

Der Neubau eines Stalles zur Ferkelaufzucht war in einem Betrieb Kriterium für die Auswahl als Pilotvorhaben. Als spezialisierter Betrieb mit 1.800 Ferkelaufzuchtplätzen sollte diese Anlage in Direktbezug aus einem Ferkelerzeugerbetrieb mit ca. 500 Zuchtsauen in Partnerbeziehung mit abgesetzten Ferkeln beschickt werden. Bedingt durch organisatorische Änderungen des Partnerbetriebes musste das Belegungsverfahren im Verlauf des Projektes auf den Zukauf aus mehreren Herkünften umgestellt werden.

##### **4.2.2.1 Leistungsergebnisse**

Im Wirtschaftsjahr 2004/05 wurden die Ferkel mit einem Gewicht von 6,7 kg eingestallt und bis zu einem Verkaufsgewicht von 30,2 kg aufgezogen. Bezogen auf die eingestellten Ferkel errechnen sich in durchschnittlich 57,4 Futtertagen tägliche Zunahmen von 398 g bei 2,67 Prozent Tierverlusten. Die Leistungsdaten liegen im Vergleich zu anderen spezialisierten Ferkelaufzuchtbetrieben auf mittlerem Leistungsniveau.

##### **4.2.2.2 Betriebszweigergebnisse**

Das nach Kostenblöcken dargestellte Betriebszweigergebnis ist in Abb. 8 enthalten. Die Gesamtkosten werden zu 90 Prozent von den Direktkosten dominiert. Davon entfallen 75 Prozent allein auf den Zukauf der Absetzferkel sowie 17 Prozent für den Futteraufwand. Die Arbeitserledigungskosten schlagen mit 6,5 Prozent (davon 58 Prozent Lohnansatz) zu Buche. Mit 3,1 Prozent erscheinen die Gebäudekosten dagegen relativ untergeordnet.

Insgesamt reichten die Leistungen unter günstigen Marktbedingungen gerade aus, um ein ausgeglichenes Betriebszweigergebnis auszuweisen.

#### **4.2.3 Schweinemast**

Von den vier Pilotbetrieben mit Schweinemast liegen für das Wirtschaftsjahr 2004/05 Auswertungen sowohl zu den biologischen Leistungen als auch zu den Betriebszweigabrechnungen vor. Mit 350 bis 1.400 Mastplätzen ist das Spektrum spezialisierter Schweinemastbetriebe in Bayern gut repräsentiert. Ein Betrieb wirtschaftet nach den Richtlinien des Öko-Anbauverbandes Naturland.

##### **4.2.3.1 Leistungsergebnisse**

Grundlage der Auswertung der biologischen Leistungen sind die Erzeugerringauswertungen der Betriebe. Ein Betrieb mästet Ferkel aus eigener Zuchtsauenhaltung, drei Betriebe kaufen die Ferkel für die Mast zu. Das Einstallgewicht der Ferkel schwankte von 23,4 bis 29,2 kg, das Mastendgewicht von 115,3 bis 133,1 kg. Der Zuwachs von 86 bis 102 kg wurde in 116 bis 130 Futtertagen erreicht; daraus resultieren Tageszunahmen von 735 bis 781 g. Die Tierverluste während der Mast beliefen sich auf 1,2 bis 3,2 Prozent. Insgesamt liegen diese Ergebnisse deutlich über dem Niveau der Erzeugerringauswertungen vergleichbarer Betriebe (Abb. 9).

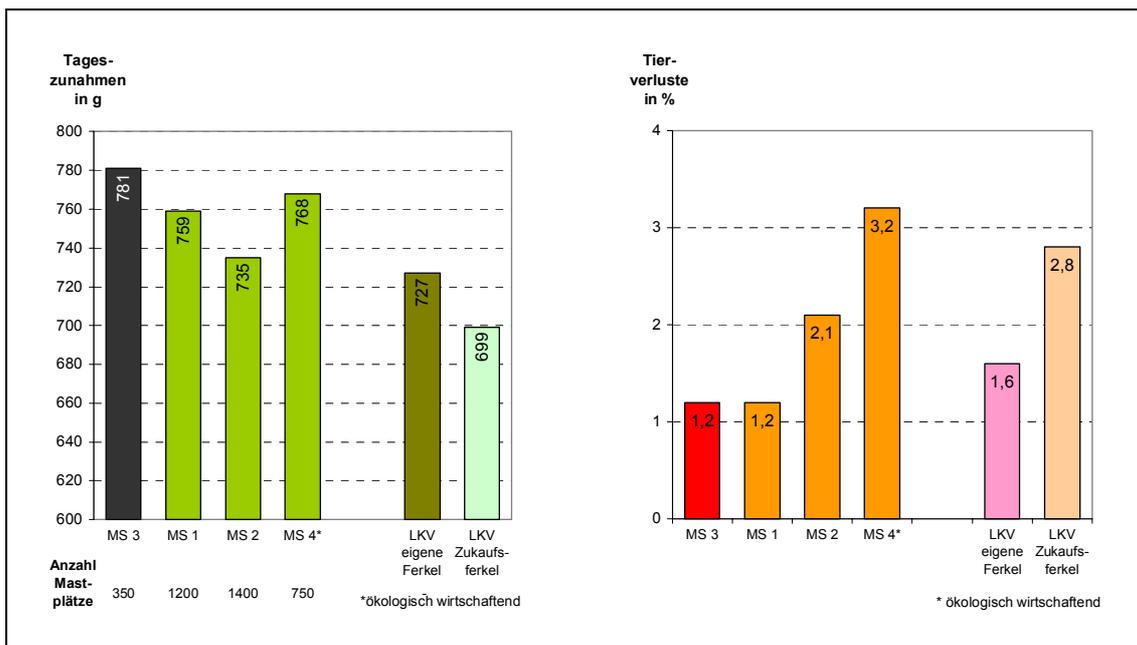


Abb. 9: Mastleistungsergebnisse in Pilotbetrieben (2004/05)

In den Pig-Port-Ställen auf den Betrieben MS 1 und MS 3 fallen bei der Auswertung von Mastgruppen über einen mehrjährigen Zeitraum die erheblichen Schwankungen der Tageszunahmen auf. Wie aus Abb. 10 ersichtlich ist, kann ein saisonaler Effekt, bezogen auf den Einstellungszeitpunkt, festgestellt werden. In einem als Referenz ausgewerteten Warmstall mit vergleichbarer Ferkelherkunft sind die entsprechenden Schwankungen geringer ausgeprägt.

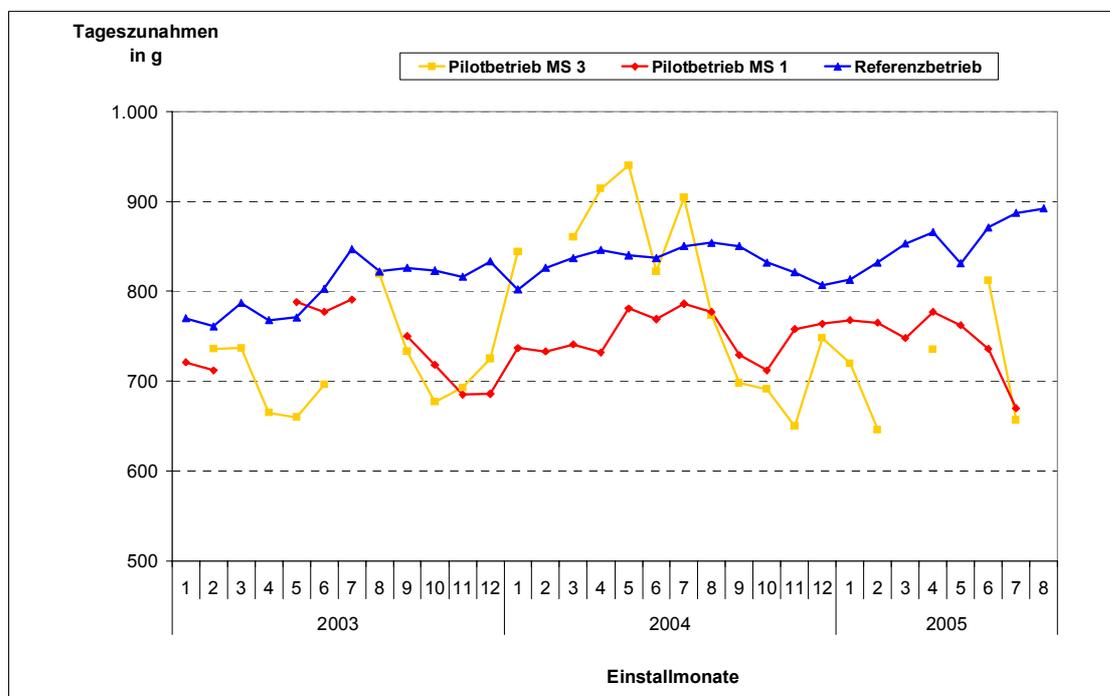


Abb. 10: Entwicklung der Tageszunahmen von Schweinemastgruppen in Abhängigkeit vom Einstellmonat

## 4.2.3.2 Betriebszweigergebnisse

In Tab. 7 ist der arithmetische Mittelwert der Betriebszweigergebnisse der drei konventionell wirtschaftenden Betriebe sowie die Streuung der Einzelwerte für das Wirtschaftsjahr 2004/05 dargestellt. Die Einzelbetriebsdaten des Öko-Schweinemastbetriebes sind aus fachlichen Erwägungen nicht in den Durchschnittswert eingeflossen, können aber aus Datenschutzgründen auch nicht differenziert dargestellt werden.

Tab. 7: Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung der Pilotbetriebe mit Schweinemast für das Wirtschaftsjahr 2004/05

Wirtschaftsjahr Anzahl Betriebe / Wirtschaftsweise		WJ 04/05		
		3 Betriebe - konventionell wirtschaftend		
erzeugte kg Schlachtgewicht (SG): verkaufte Mastschweine:		Mittelwert	Streuung	
			Min.	Max.
		243.535	85.840	361.957
		2.579	800	3.922
Leistungsart / Kostenart		€/100 kg SG		
Leistungen	Tierverkauf/Tierversetzung	149,22	134,27	165,46
	Bestandsveränderungen	-3,02	-7,35	0,00
	Sonstiges, Entschädigungen			
	Org. Dünger (Güllewert)	1,89	1,71	2,00
<b>Summe Leistungen</b>		<b>148,09</b>	<b>134,53</b>	<b>159,82</b>
Direktkosten	Ferkelzukauf, -versetzung	66,63	59,60	77,02
	Tierarzt, Medikamente	1,34	0,40	2,76
	(Ab)wasser, Heizung, Energie	1,65	0,17	2,54
	Spezialberatung	0,37	0,09	0,56
	Tierversicherung	0,47	0,44	0,49
	Reinigung, Desinfektion	0,03	0,01	0,05
	Krafftutter	37,24	33,50	43,54
	Sonstiges	0,15	0,00	0,31
	Zinsansatz Viehkapital	1,41	1,07	2,00
	<b>Summe Direktkosten</b>		<b>109,29</b>	<b>103,81</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>38,80</b>	<b>30,72</b>	<b>53,81</b>
Arbeits erledigungs-kosten	Personalaufwand (fremd)			
	Lohnansatz	4,48	3,18	5,47
	Lohnarbeit/Masch.miete	2,31	0,00	5,09
	Maschinenunterhaltung	0,43	0,11	0,95
	Treib- und Schmierstoffe	0,25	0,00	0,69
	Abschreibung Maschinen	4,21	2,51	6,39
	Unterh.,Abschr.,St.,Vers.PKW	0,40	0,25	0,64
	Strom (Technik)			
	Maschinenversicherung			
	Zinsansatz Maschinenkapital	1,73	0,45	3,19
<b>Summe Arbeitserledigungskosten</b>		<b>13,81</b>	<b>11,58</b>	<b>16,51</b>
Gebäudekosten	Unterhaltung			
	Abschreibung	1,71	0,00	3,89
	Miete	1,95	0,00	5,85
	Versicherung			
Zinsansatz Gebäudekapital	1,65	0,00	3,15	
<b>Summe Gebäudekosten</b>		<b>5,31</b>	<b>3,06</b>	<b>7,04</b>
Sonstige Kosten	Beiträge und Gebühren	0,10	0,00	0,20
	Sonst. Versicherungen	0,29	0,23	0,32
	Buchführung und Beratung	0,53	0,28	0,80
	Büro, Verwaltung	0,15	0,11	0,21
	Sonstiges	0,61	0,25	1,09
<b>Summe Sonstige Kosten</b>		<b>1,68</b>	<b>1,30</b>	<b>2,41</b>
<b>Summe Kosten</b>		<b>130,09</b>	<b>127,72</b>	<b>134,03</b>
<b>Saldo Leistungen und Kosten</b>		<b>18,00</b>	<b>5,96</b>	<b>32,11</b>
Gewerbsteuer				
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>38,80</b>	<b>30,72</b>	<b>53,81</b>
<b>Gewinn des Betriebszweiges</b>		<b>26,34</b>	<b>12,99</b>	<b>41,29</b>
<b>Kalkulatorisches Betriebszweigergebnis</b>		<b>18,00</b>	<b>5,96</b>	<b>32,11</b>

Bezogen auf 100 kg Schlachtgewicht konnte in allen Kriterien ein sehr positives Ergebnis ermittelt werden. Dabei darf zwar die günstige Preissituation am Schweinemarkt im ausgewerteten Zeitraum nicht übersehen werden, dennoch ist sowohl der Gewinn als auch die Verwertung der Arbeit und des Kapitaleinsatzes überdurchschnittlich hoch.

Die Kostenstruktur (Abb. 11) weist für die Schweinemastbetriebe einen Anteil von 84 Prozent Direktkosten aus. Diese werden wiederum zu 61 Prozent durch die Ferkelkosten bestimmt. Der Anteil der Futterkosten beträgt 34 Prozent.

Der Kostenblock Arbeitserledigung, der neben dem Lohnansatz durch die Kosten für die Technik maßgeblich bestimmt wird, hat mehr als den doppelten Anteil als die Gebäudekosten. Die sonstigen Kosten sind nur von untergeordneter Bedeutung.

Im Betrieb mit Ökoschweinemast lagen die Gesamtkosten systembedingt um 68 Prozent über dem Durchschnitt der konventionell produzierenden Betriebe. Die Kostenstruktur unterscheidet sich jedoch nicht gravierend. Etwas geringeren Direktkosten stehen leicht höhere Anteile bei den Arbeitserledigungs- und Gebäudekosten gegenüber.

In allen Betrieben konnte Vollkostendeckung erzielt werden. Besonders auffällig sind die hohen vermarktungs- und erlösbedingten Leistungsunterschiede. Die ausgewiesenen kalkulatorischen Betriebszweigergebnisse liegen dennoch ohne Ausnahme im positiven Bereich.

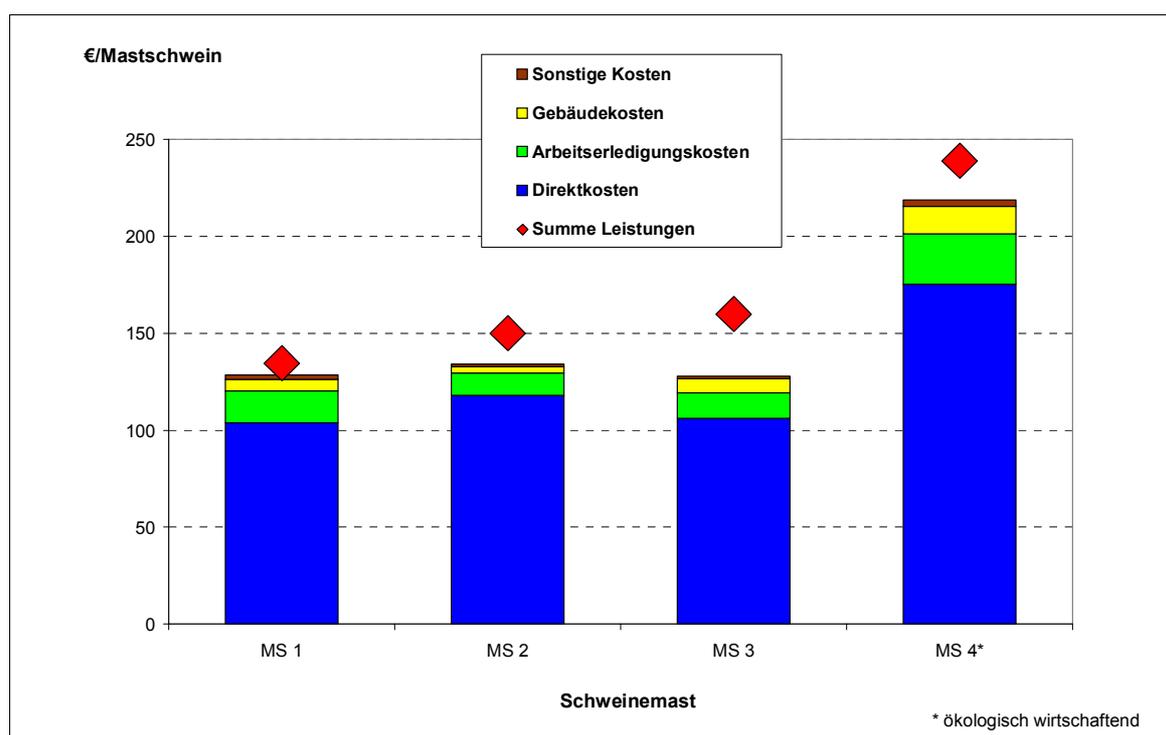


Abb. 11: Kostenstruktur und Betriebszweigergebnis in den Pilotbetrieben mit Schweinemast

Dieses hervorragende Ergebnis der Pilotbetriebe wird auch bei einem Vergleich mit den Wirtschaftlichkeitsergebnissen aus den Erzeugerringauswertungen bestätigt. Mangels entsprechender Vollkostenanalysen sind in Abb. 12 die direktkostenfreien Leistungen gegenübergestellt.

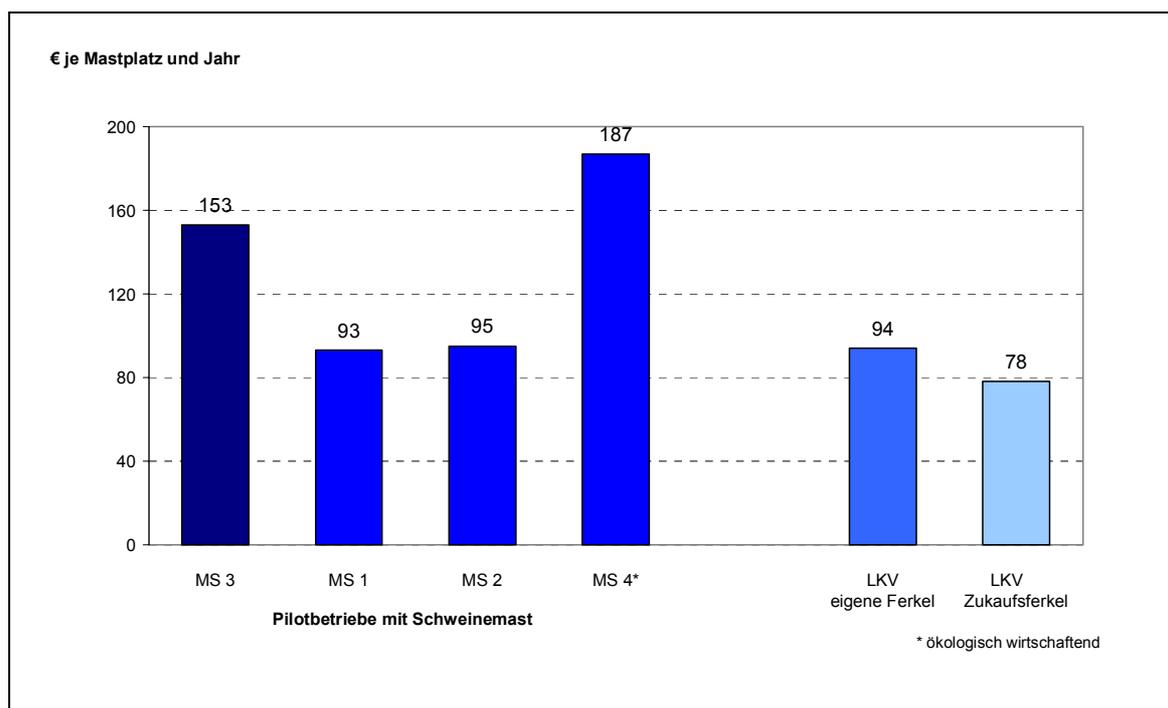


Abb. 12: Direktkostenfreie Leistung je Mastplatz und Jahr im Wirtschaftsjahr 2004/05

### 4.3 Pilotbetriebe mit Geflügelhaltung

Im Bereich der Geflügelhaltung wurden drei Betriebe mit Legehennenhaltung und ein Betrieb mit Putenmast ausgewertet.

#### 4.3.1 Legehennenhaltung

Die Bestände der Betriebe umfassen 500 bis 3.000 Hennen in den Pilotstallanlagen. Zwei der Legehennenhalter halten einen Teilbestand ihrer Hennen auch noch in Ställen mit Käfighaltung. Alle Betriebe nutzen das positive Image des artgerechten Haltungsverfahrens über eine Direktvermarktung an Endverbraucherkunden.

##### 4.3.1.1 Leistungsergebnisse

Die Legeleistung wurde mit 264 bis 275 Eier je Durchschnittshenne und Jahr festgestellt. Das Niveau entspricht nahezu den Ergebnissen, die in bayerischen Herkunftsvergleichen von Legehybriden in Bodenhaltung in den Jahren 2000 bis 2004 am Institut für Tierhaltung und Tierschutz der Bayerischen Landesanstalt in Kitzingen ermittelt wurden.

## 4.3.1.2 Betriebszweigergebnisse

In Tab. 8 sind die arithmetischen Durchschnittswerte der Betriebszweigabrechnungen sowie die Streuung der Einzelwerte für das Wirtschaftsjahr 2004/05 aufgeführt.

Tab. 8: Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung der Pilotbetriebe mit Legehennenhaltung für das Wirtschaftsjahr 2004/05

Wirtschaftsjahr Anzahl Betriebe		WJ 04/05		
		3		
Ø Hühner: erzeugte Eier:		Mittelwert	Streuung	
			Min.	Max.
		1.691	483	2.631
		457.580	127.343	705.557
Leistungsart / Kostenart		ct/Ei		
<b>Leistungen</b>	Eierverkauf	12,58	10,56	14,76
	Hennenverkauf	0,38	0,00	1,10
	Bestandsveränderung	0,20	-0,01	0,59
	Sonstiges, Entschädigungen	0,03	0,00	0,08
	Org. Dünger (Güllewert)	0,26	0,25	0,29
<b>Summe Leistungen</b>		<b>13,45</b>	<b>10,90</b>	<b>16,18</b>
<b>Direktkosten</b>	Hennenzukauf, -versetzung	1,46	1,33	1,60
	Tierarzt, Medikamente	0,10	0,09	0,10
	(Ab)wasser, Heizung, Energie	0,17	0,14	0,19
	Spezialberatung			
	Kotexport	0,10	0,04	0,15
	Tierversicherung	0,01	0,01	0,01
	Einstreu	0,03	0,01	0,05
	Reinigung, Desinfektion	0,01	0,00	0,02
	Viehpflege			
	Kadaverbeseitigung			
	Futter	2,94	2,60	3,52
	Zinsansatz Viehkapital	0,04	0,03	0,06
<b>Summe Direktkosten</b>		<b>4,86</b>	<b>4,42</b>	<b>5,43</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>8,59</b>	<b>6,49</b>	<b>11,45</b>
<b>Arbeiterledigungskosten</b>	Personalaufwand (fremd)			
	Lohnansatz	3,02	1,29	5,47
	Berufsgenossenschaft	0,02	0,00	0,07
	Lohnarbeit/Masch.miete	0,40	0,00	0,87
	Maschinenunterhaltung	0,07	0,02	0,12
	Treib- und Schmierstoffe			
	Abschreibung Maschinen	1,14	1,03	1,26
	Unterh.,Abschr.,St.,Vers.PKW	0,71	0,49	0,97
	Strom (Technik)			
	Maschinenversicherung			
	Zinsansatz Maschinenkapital	0,35	0,18	0,59
<b>Summe Arbeiterledigungskosten</b>		<b>5,71</b>	<b>3,47</b>	<b>8,93</b>
<b>Gebäudekosten</b>	Unterhaltung	0,01	0,00	0,04
	Abschreibung	0,62	0,56	0,72
	Miete	0,13	0,00	0,38
	Versicherung	0,04	0,01	0,08
	Zinsansatz Gebäudekapital	0,64	0,49	0,82
<b>Summe Gebäudekosten</b>		<b>1,44</b>	<b>1,18</b>	<b>1,65</b>
<b>Sonstige Kosten</b>	Beiträge und Gebühren	0,14	0,04	0,30
	Sonst. Versicherungen	0,07	0,03	0,12
	Buchführung und Beratung	0,07	0,06	0,08
	Büro, Verwaltung	0,10	0,06	0,16
	Sonstiges	0,33	0,10	0,51
<b>Summe Sonstige Kosten</b>		<b>0,71</b>	<b>0,35</b>	<b>1,07</b>
<b>Summe Kosten</b>		<b>12,72</b>	<b>9,42</b>	<b>16,04</b>
<b>Saldo Leistungen und Kosten</b>		<b>0,73</b>	<b>0,13</b>	<b>1,49</b>
<b>Gewerbsteuer</b>				
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>8,59</b>	<b>6,49</b>	<b>11,45</b>
<b>Gewinn des Betriebszweiges</b>		<b>4,56</b>	<b>3,73</b>	<b>6,17</b>
<b>Kalkulatorisches Betriebszweigergebnis</b>		<b>0,73</b>	<b>0,13</b>	<b>1,49</b>

Die Leistungen werden zu ca. 96 Prozent durch den Eierverkauf dominiert. Die Differenz in den Einzelbetriebsergebnissen ist dabei überwiegend vermarktungsbedingt. Die Summe der Kosten beträgt durchschnittlich 12,72 Cent je Ei und schwankt von 9,42 bis 16,04 Cent. Aus dem Gewinn von 4,56 Cent je Ei konnten die Faktorkosten entsprechend den Ansätzen abgedeckt werden. Damit war das kalkulatorische Betriebszweigergebnis in allen Betrieben positiv.

Die Kostenstruktur unterscheidet sich wie aus Abb. 13 ersichtlich ist, zwischen den Betrieben erheblich. Während die Direktkosten Anteile von 29,5 bis 47 Prozent einnehmen, geht die Spreizung bei den Arbeiterledigungskosten von 37 bis 56 Prozent. Relativ einheitlich fallen dagegen die Gebäudekosten mit 10 bis 12 Prozent ins Gewicht.

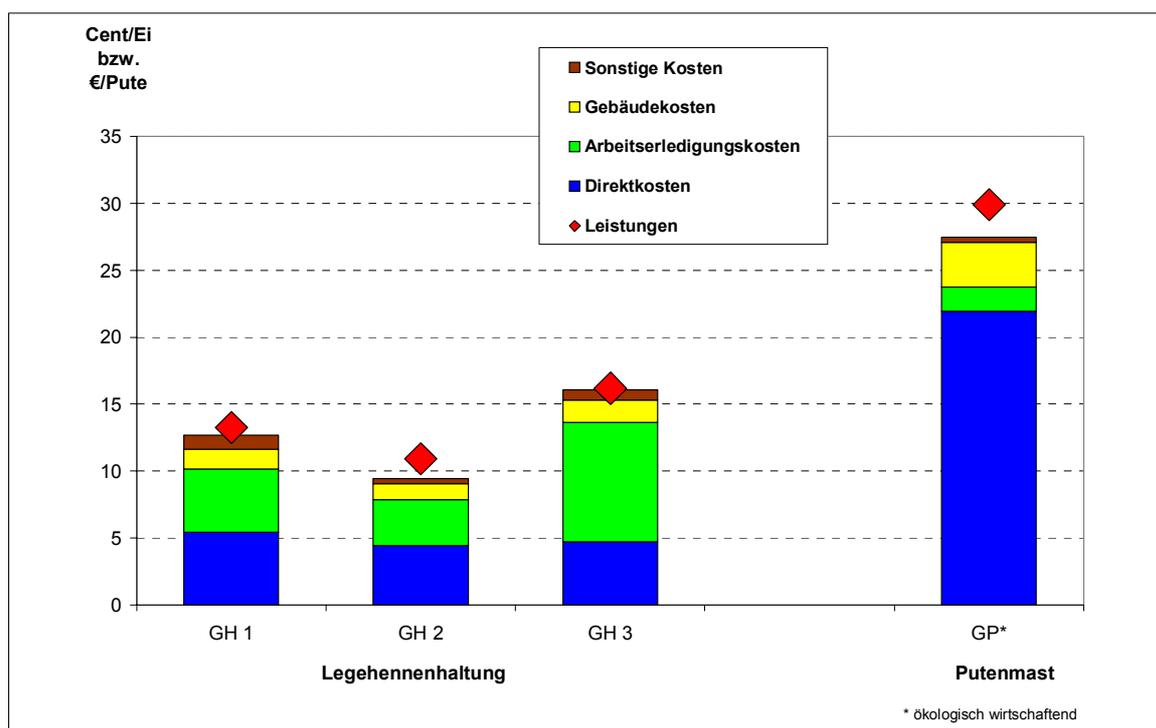


Abb. 13: Kostenstruktur und Betriebszweigergebnis in den Geflügel haltenden Pilotbetrieben

### 4.3.2 Putenmast

Der Pilotbetrieb mit Putenmast wirtschaftet nach den Richtlinien des Öko-Verbands Naturland. Die 1.500 Tiere im Bestand werden in einem Außenklimastall in Rundholzbauweise gehalten. Sie können einen Auslauf mit Pflanzenbewuchs nutzen.

#### 4.3.2.1 Leistungsergebnisse

Während einer durchschnittlichen Mastdauer von 110 Tagen wurden im Mittel von drei Mastdurchgängen Tageszunahmen von 92 g ermittelt. Die Tierverluste beliefen sich auf 12,3 Prozent. Der Futteraufwand je Kilogramm Zuwachs betrug im Mittel 3,25 kg. Die Leistungsergebnisse liegen im durchschnittlichen Bereich.

#### 4.3.2.2 Betriebszweigergebnisse

Die Kostenstruktur des Betriebszweiges ist in Abb. 13 dargestellt. Der hohe Anteil der Direktkosten von 80 Prozent ist vergleichbar mit der Öko-Schweinemast. Umgekehrte Verhältnisse ergaben sich jedoch bei der Relation Gebäudekosten zu Arbeitserledigungskosten. In der Öko-Putenmast nahmen die Gebäudekosten etwa den doppelten Anteil ein. Insgesamt lagen die Leistungen deutlich über den Kosten. Positiv wirkte sich dabei auch der Effekt einer teilweisen Direktvermarktung (5 Prozent der erzeugten Puten) aus.

## 5 Diskussion und Bewertung

Bei anhaltendem Druck auf die Erzeugerpreise gewinnt die Kostenseite der Produktion in allen Bereichen der Tierhaltung zunehmende Bedeutung für ein zufriedenstellendes wirtschaftliches Ergebnis. Dabei müssen neben den Kosten, denen Aufwendungen zugrunde liegen, auch die oftmals unterschätzten und in der Buchführung nicht bewerteten Produktionsfaktoren, insbesondere der Arbeitszeitaufwand, eine ausreichende Entlohnung erfahren. Das Instrument der Betriebszweigabrechnung ist deshalb auch das Verfahren der Wahl, um die Rentabilität von Betriebszweigen mit innovativen Tierhaltungssystemen zu analysieren.

In der Bewertung der ökonomischen Ergebnisse der im Rahmen des Verbundobjektes untersuchten Pilotbetriebe ist allerdings zu berücksichtigen, dass die gewonnenen Ergebnisse durch die Umstellung auf ein neues Haltungssystem und die vielfach noch im Aufbau befindlichen Tierbestände beeinflusst sind. Im Zeitraum der Untersuchungen prägten deshalb in einigen Betrieben noch verschiedene Anlaufschwierigkeiten das Ergebnis.

Dennoch gewährleisteten die erzielten Leistungen in 16 von 28 analysierten Pilotbetrieben eine vollkostendeckende Produktion. Auch bedingt durch die spezielle Marktentwicklung ergaben sich deutliche Unterschiede zwischen den Betriebszweigen.

### 5.1 Milchviehhaltung

Die Ergebnisse der Pilotbetriebe mit Milchviehhaltung spiegeln in hohem Maße die generelle Situation dieses Betriebszweiges wider. Nur in knapp einem Viertel der Betriebe reichten die Erlöse und Leistungen aus, um die definierten Faktoransprüche in Höhe von 12,50 € je Arbeitsstunde, 5 Prozent Kapitalverzinsung und die regionalen Pachtansätze voll zu erfüllen. Zudem wirken sich bei einigen Betrieben, bei der angespannten Liquiditätsslage nach der Stallinvestition, die hohen Kosten der Milchquotenbeschaffung negativ aus.

Besonders problematisch erscheint auch, dass insbesondere die Lösungen für kleinere Bestände die gestellten Anforderungen hinsichtlich Verbesserungen im Bereich der Arbeitswirtschaft nicht wie erhofft erfüllen konnten. Der dadurch bedingte zu große Kostenblock der Arbeitserledigung führt zu einer insgesamt unbefriedigenden Rentabilität der Milchviehhaltung in diesen untersuchten Betrieben.

Andererseits konnten speziell die Milchviehbetriebe mit Kooperationslösungen und guten Betriebsstrukturen im Ergebnis überzeugen.

## 5.2 Mutterkuhhaltung

Das Ergebnis der Betriebszweigauswertung dokumentiert deutlich die starke Abhängigkeit des wirtschaftlichen Erfolges in der Mutterkuhhaltung von öffentlichen Direktzahlungen. In beiden Jahren und bei allen Mutterkuh-Pilotbetrieben betragen die staatlichen Transferzahlungen mehr als 50 Prozent der erzielten Leistung pro Mutterkuh. Dabei konnten im Wirtschaftsjahr 2004/05 zum letzten Mal gekoppelte Prämien (Mutterkuhprämie, Schlachtpremie, Sonderprämie für männliche Rinder, Extensivierungsprämie) der Mutterkuhhaltung zugerechnet werden. In den folgenden Jahren erhalten die Mutterkuhhalter weiterhin einen Teil dieser Direktzahlungen in Form der Betriebsprämie. Da diese jedoch unabhängig von einer Mutterkuhhaltung gewährt wird, ist sie nicht mehr eine Leistung der Mutterkuhhaltung. Sollten also keine entsprechenden Mehrerlöse über den Tierverkauf zu erzielen sein, verschlechtert sich die Wirtschaftlichkeit des Betriebszweiges Mutterkuhhaltung in den Pilotbetrieben. Auch die Ausgleichszahlungen für landespflegerische Leistungen, ein nicht unerheblicher Teil der staatlichen Transferzahlungen, stehen aufgrund der angespannten Haushaltslage öffentlicher Kassen in der Diskussion. Eine Reduzierung dieser Zahlungen würde die Wirtschaftlichkeit des Betriebszweiges Mutterkuhhaltung nochmals verringern.

Alle drei untersuchten Mutterkuhbetriebe werden nach den Kriterien des ökologischen Landbaus bewirtschaftet. Insbesondere für einen Pilotbetrieb, der in großem Umfang Verkaufsfrüchte auf den Ackerflächen produziert, ist die Viehhaltung unabdingbar für eine ausgeglichene Nährstoffbilanz auf der Ackerfläche. Ohne Viehhaltung müssten teure Düngemittel bzw. Wirtschaftsdünger aus ökologischer Viehhaltung zugekauft werden. Dieser erhöhte Düngerwert aus der Mutterkuhhaltung kommt in der Betriebszweigauswertung nicht zum Ausdruck, da in allen Auswertungen der Pilotbetriebe standardmäßig mit denselben Nährstoffpreisen gerechnet wurde.

Neben der Metzgervermarktung ist die Direktvermarktung und bei einem Pilotbetrieb sogar die eigene Schlachtung und Zerlegung die vorherrschende Vermarktungsform. Wie schon erwähnt, ist die Wertschöpfung aus der Direktvermarktung nicht in das Ergebnis der Betriebszweigauswertung eingegangen. Die Tiere werden intern mit kalkulatorischen Erlösen verrechnet. Bei Ansatz von kostendeckenden Preisen in der Mutterkuhhaltung würde der Gewinn in der Direktvermarktung geschmälert. Entscheidend für den Unternehmenserfolg ist somit das Gesamtkonzept aus Produktion (Mutterkuhhaltung), Schlachtung, Zerlegung (Metzgerei) und Vermarktung.

## 5.3 Rindermast

Erste Ergebnisse in der Bullenmast weisen auf einen positiven Einfluss des Pilot-Quarantänestalles für Zukaufsfresser auf die biologischen Leistungen der Tiere hin. Eine abschließende Bewertung ist jedoch erst möglich, wenn ökonomische Ergebnisse vorliegen.

## 5.4 Zuchtsauenhaltung und Ferkelaufzucht

Für die Objekte mit Zuchtsauenhaltung kann nur eine vorläufige und sehr eingeschränkte ökonomische Bewertung erfolgen. Die Ställe in den nach ökologischen Richtlinien wirtschaftenden Betrieben konnten während der Projektlaufzeit erst in der Anlaufphase betrieben werden. Belastbare Ergebnisse und Erfahrungen wären jedoch dringend erforderlich, bevor diese Konzepte Grundlage für Beratungsempfehlungen darstellen können.

Die in die Analyse einbezogenen Betriebe sind so unterschiedlich, dass eine den gesamten Produktionsprozess umfassende Beurteilung nicht möglich ist. In zwei von den drei aus-

gewerteten Betrieben wurden auch nur beispielhafte Lösungen für den Deck- und Wartebereich vorgestellt.

Leider konnte im Rahmen des Projekts kein Gesamtkonzept für zukunftssträchtige Lösungen für die Zuchtsauenhaltung mit Bestandsgrößen von über 200 Zuchtsauen untersucht werden.

## 5.5 Mastschweinehaltung

Die untersuchten Pilotstallanlagen für Mastschweine präsentieren sich insgesamt mit sehr positiven Ergebnissen. Die Objekte umfassen ein breites Spektrum von professioneller Ökoschweinemast bis hin zu wettbewerbsfähigen Bestandsgrößen. Die Pilotbeispiele in der Mastschweinehaltung zeigen die mögliche Kombination von Tiergerechtigkeit, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit.

## 5.6 Geflügelhaltung

Die Betriebe mit Legehennenhaltung demonstrieren in vorbildlicher Weise die Kombination eines imagefördernden Tierhaltungsverfahrens und der Festigung der Kundenbeziehung in der Direktvermarktung. Sie erzielen dadurch, trotz vergleichsweise geringer Bestandsgrößen, gute Einkommensbeiträge.

Der Betrieb mit Öko-Putenmast steht im Rahmen des Projektes ähnlich wie der Ferkelaufzuchtbetrieb als positiv zu beurteilende Einzelbetriebslösung.

## Literaturverzeichnis

- [1] ACHILLES, W., V. BRÄUTIGAM, UND S. FRITZSCHE (1998): Außenklimaställe für Schweine. aid-Heft 3585
- [2] BERGFELD, U., K. DAMME, W. REICHARDT UND M. GOLZE (2004): Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen; Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 8
- [3] BILDUNGSSEMINAR FÜR DIE AGRARVERWALTUNG RHEINLAND-PFALZ (HRSG.): Tiergerechtes und kostengünstiges Bauen in der Schweinehaltung. Dokumentation
- [4] DEBLITZ, C., T. HEMME, F. ISERMAYER, D. ANDERSON UND R. KNUTSON (1998): Vergleich der Milcherzeugungskosten in ausgewählten Ländern. Agra-Europe 32/98
- [5] DEBLITZ, IZQUIERDO UND V. DAVIER (2002): IFCN Beef Report 2002, Status And Prospects Of Typical Beef Farms World-Wide. International Farm Comparison Network
- [6] DEBLITZ, V. IZQUIERDO UND V. DAVIER (2003): IFCN Beef Report 2003, Status And Prospects Of Typical Beef Farms World-Wide. International Farm Comparison Network
- [7] DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT (2004): Die neue Betriebszweigabrechnung. Arbeiten der DLG/Band 197, 2. Auflage
- [8] DINZINGER L. UND A. HEIBENHUBER (2004): Legehennen im Mobilstall - Mit optimaler Einrichtung lassen sich die Kosten senken. In: DGS-Magazin Heft 18, S. 25-29

- [9] DORFNER, G. UND J. REISENWEBER (2005): Milchreport Bayern 2004. Information der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft
- [10] FLOCK, C. (2000): Betriebszweigabrechnungen in der Landwirtschaft. Schriftenreihe des Hauptverbandes der landwirtschaftlichen Buchstellen und Sachverständigen e. V., Heft 160, 1. Auflage
- [11] FAULHABER, I. (2005): Wirtschaftliche Situation spezialisierter Mutterkuhbetriebe in Bayern – Wirtschaftsjahre 2002/2003 und 2003/2004. Information der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft
- [12] GEBBE, N. (1993): Bauökonomische und haltungstechnische Bewertung von Mast-Schweinehaltungssystemen in den Europäischen Gemeinschaften. Sonderheft 136 der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL)
- [13] GIFFHORN, E. UND E. DEEKEN (2000): Wettbewerbsfähigkeit der Milchproduktion in Deutschland. Arbeitsbericht 1/2000 der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig (FAL)
- [14] GOERTZ, D. (1999): Produktionskosten der Milcherzeugung in Deutschland. Arbeitsbericht 3/99 der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig (FAL)
- [15] GRAUVOGEL, A., H. PIRKELMANN, G. ROSENBERGER UND H.-N. ZERBONI DI SPOSETTI (1997): Artgemäße und rentable Nutztierhaltung. BLV Verlagsgesellschaft, München
- [16] HEINRICH, I. (2000): Wo steht die deutsche Milcherzeugung im internationalen Wettbewerb?. Arbeitsbericht der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig (FAL)
- [17] HEMME, T., K. CHRISTOFFERS UND E. DEEKEN: IFCN Dairy Report 2004, For a Better Understanding of Milk Production World-Wide. International Farm Com-Parison Network
- [18] HÖRNIG, G., H.-J. MÜLLER, F.-W. VENZLAFF, G. KUSCHY UND G. NITZSCHE (1997): Verfahrenstechnische und ökonomische Untersuchungen in einem Mastschweinegestall mit Tiefstreu und Querlüftung (Neubau). Forschungsbericht 1997/3 des ATB, Potsdam-Bornim
- [19] JOCHIMSEN, H. (2004): Milch: Vollkosten sind nicht mehr gedeckt. Top Agrar 5/2004
- [20] KIMMELMANN, S. UND L. DINZINGER (2004): Jahresheft der Versuchsstation Viehhäuser; [www.wzw-viehhäuser.de](http://www.wzw-viehhäuser.de)
- [21] KLEMM, R., J. LIPPMANN, K. DIENER, P. GAYER UND W. REICHARDT (2005): Stückkosten in größeren Beständen geringer – Evaluierung alternativer Haltungsverfahren. In: DGS-Magazin H. 18, 2005, S. 29-33
- [22] KUHLMANN, F. (2003): Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft. DLG-Verlag, 2. Auflage
- [23] KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2002): Betriebsplanung Landwirtschaft 2002/2003. Darmstadt
- [24] LANDESKURATORIUM DER ERZEUGERRINGE FÜR TIERISCHE VEREDELUNG IN BAYERN E. V. (LKV): Auswertungen der Fleischleistungsprüfung in Bayern 2005

- [25] LANDESKURATORIUM DER ERZEUGERRINGE FÜR TIERISCHE VEREDELUNG IN BAYERN E. V. (LKV): Auswertungen der Leistungs- und Qualitätsprüfung in der Rinderzucht in Bayern 2005
- [26] MATZKE, P., U. GRASER, M. PUTZ, G. RÖHRMOSER, C. SCHLICHTING, B. SPANN, G. STARK UND CH. STOCKINGER (1995): Wirtschaftliche Milchviehhaltung und Rindermast. BLV Verlagsgesellschaft, 3. Auflage
- [27] REDELBERGER (2004): Management-Handbuch für den ökologischen Landbau. KTBL-Schrift 426
- [28] REIL, A., T. HEMME UND K. SEIFERT (2000): EDF Analysis 2000/2001 – Product Cost Comparison. European Dairy Farmers
- [29] ROSENBERGER, E., M. DIEPOLDER, M. HEIM, M. KARRER, J. KÖGEL, R. MAIERHOFER, G. STARK UND H. TENHUMBERG (2000): Mutterkuhhaltung. Vertrieb: Landwirtschaftliche Bildberatungsstelle e. V. München
- [30] SCHMIDTLEIN, E.-M., J. NEIBER, J. REISENWEBER UND R. TAFERTSHOFER (2005): Optimierung der Umstellung zur ökologischen Milchviehhaltung. Forschungsbericht der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft
- [31] SCHÖN, H., B. HAIDN UND S. BEHNINGER (1998): Vergleich preiswerter und tiergerechter Stallsysteme für Mastschweine mit Einstreu. Gelbes Heft 62 der Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Freising
- [32] BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2000): Zur Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Milchwirtschaft. Schriftenreihe, Heft 486
- [33] BAYER. LANDESANSTALT FÜR LANDTECHNIK; ALB BAYERN E.V. (1999): Mastschweinehaltung. Landtechnik-Schrift Nr. 10
- [34] WEBER, R., H. AMMANN, R. HILTY, D. MARBÉ-SANS, M. RIEGEL UND B. WECHSLER (2005): Wirtschaftlichkeit der Schweinehaltung. FAT-Berichte Nr.647/2005, Agroscope FAT Tänikon