

Nr. 130

Tagungsband

15. Wissenschaftliche Fachtagung

4. Februar 2004

Ressourcenschonende Grünlandnutzung

– Erfolge, Probleme, Perspektiven –

16. Wissenschaftliche Fachtagung

19. Mai 2004

Zukunftsorientierte Tierhaltung

– Herausforderungen und Lösungsansätze –

Band 130

der Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Herausgeber: Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Endenicher Allee 15, 53115 Bonn
Tel.: 0228 – 73 2297; Fax.: 0228 – 73 1776
www.usl.uni-bonn.de

Verantwortlich: Prof. Dr. E. Berg
Teil 1: Ressourcenschonende Grünlandnutzung

Prof. Dr. W. Büscher
Teil 2: Zukunftsorientierte Tierhaltung

Verfasser: M. Anger, E. Berg, W. Büscher, H. G. Frede, M. Hartmann, M. Henseleit, K. Holm-Müller, St. Hoy, R. Krieger, C. Mayer, E. Pfeffer, J.-P. Ratschow, H. Sauerwein, K. Schellander, S. Schornberg, L. Schrader, W. Schumacher, D. Tesfaye

Gefördert durch: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Bonn 2005

ISSN 0943-9684

Konzept und redaktionelle Betreuung: Dr. S. Brenner
Dr. J. Busenkell

Gestaltung des Deckblatts: F. Gier

Druck und Bindung: Druck Center Meckenheim
Eichelnkampstr. 2, 53340 Meckenheim
www.druckcenter.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Teil 1: 15. Wissenschaftliche Fachtagung	
Einführung	
Introduction	
W. Schumacher	1
Landnutzungskonzepte unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen	
Options for Land Use under Different Basic Conditions	
H.-G. Frede	4
Möglichkeiten und Grenzen der nachhaltigen Bewirtschaftung von Grünlandsystemen	
Chances and limits of sustainable management of grassland systems	
M. Anger	14
Aspekte der Tiergerechtigkeit bei der Weidehaltung von Rindern	
Aspects of animal welfare in cattle kept on pasture	
L. Schrader und C. Mayer	32
Erfolge und Defizite des Vertragsnaturschutz im Grünland	
Success and deficit of contractual nature conservancy of grassland	
W. Schumacher	40
Ein Vorschlag zur Einführung ergebnisabhängiger Honorierungskomponenten in den Vertragsnaturschutz	
Proposal for integrating result oriented payments into contracts für nature conservation	
M. Henseleit und K. Holm-Müller	50
Ökonomik der Grünlandnutzung bei produktionsentkoppelten Ausgleichszahlungen	
Impacts of decoupled payments on the economics of grassland farming	
E. Berg	59

	Seite
Teil 2: 16. Wissenschaftliche Fachtagung	
Entwicklung der Tierschutzvorschriften für die Landwirtschaft Development of the Regulations of Animal Welfare for Animal Husbandry R. Krieger	72
Anforderungen aus Ökonomie und Ökologie an die Tierernährung Demands on animal nutrition due to economy and ecology E. Pfeffer	74
Balancierte Zuchtprogramme bei Rind und Schwein Balanced breeding in cattle and pig D. Tesfaye und K. Schellander	84
Precision Livestock Farming – Datenflussmodelle für die Tierhaltung Data-Flow-Models for Livestock Husbandry J.-P. Ratschow	99
Stresserkennung und Stressvermeidung bei Nutztieren Identification and prevention of stress in animal husbandry H. Sauerwein	111
Zur Berücksichtigung der Tiergerechtigkeit in der Schweinehaltung Factors to be considered in the humane keeping of pigs St. Hoy	122
Wertschöpfungskette Fleisch – Internationale Entwicklungen und Herausforderungen für den Standort Deutschland The meat value chain – international developments and challenges for Germany M. Hartmann und S. Schornberg	133
Zielkonflikte zwischen Tierschutz, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit – Konsequenzen für technische Entwicklungen Conflicting aims of animal protection, environment protection and profitability – consequences for technological developments W. Büscher	146

Teil 1

**Ressourcenschonende Grünlandnutzung
Erfolge, Probleme, Perspektiven**

15. Wissenschaftliche Fachtagung

4. Februar 2004

Landwirtschaftliche Fakultät
der
Universität Bonn

Ressourcenschonende Grünlandnutzung

Erfolge, Probleme, Perspektiven

Einführung

Introduction to the workshop

W. Schumacher

1. Historische und aktuelle Entwicklungen im Grünland der deutschen Mittelgebirge

Noch bis Ende der 1950er Jahre wurde das Grünland in nahezu allen Naturräumen Deutschlands extensiv bis allenfalls halbintensiv genutzt (vgl. SCHUMACHER 1992). Die Düngung der Wiesen und Weiden erfolgte traditionell nur mit Phosphor und Kalium, seltener mit geringen Mengen organischen Stickstoffs in Form von Jauche oder Festmist (meist nur 20–30 kg N/ha). Magerrasen und Heiden, zum Teil auch hofferne Wiesen und Weiden erhielten keinen Dünger und wurden als extensive Schaf- und Rinderweiden oder zur Heuwerbung genutzt (SCHUMACHER 1998; POSCHLOD & SCHUMACHER 1998, hier auch zahlreiche weitere Literaturangaben).

Aufgrund der extensiven Nutzung hatte das Grünland durchweg eine hohe Bedeutung für die Erhaltung der regionaltypischen Flora und Fauna, gewissermaßen als Koppelprodukt der damals üblichen Bewirtschaftung (POSCHLOD & SCHUMACHER 1998). Dieser systemimmanente Beitrag der traditionellen Grünlandnutzung zum Artenschutz musste zwangsläufig in dem Maße zurückgehen, wie die Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung zunahm. So zeichnete sich seit den 1960er Jahren ab (in den Mittelgebirgen z.T. erst seit Mitte der 1970er Jahre), dass die ehemals blüten- und artenreichen Glatt- und Goldhaferwiesen zunehmend verarmten, bis schließlich artenarme, hochproduktive Grasbestände ihren Platz einnahmen, während andere Grünlandflächen brach fielen, in Äcker umgewandelt oder aufgeforstet wurden. Weitere, z.T. erhebliche Grünlandverluste ergaben sich ab 1983 infolge der Einführung von Milchquote und Silomaisprämie durch die EU, insbesondere im Flach- und Hügelland vieler Regionen. Dagegen hat der Grünlandanteil in den meisten Mittelgebirgen seither zugenommen und ist heute deutlich höher als in den 1950er und 1960er Jahren oder gar im 19. Jahrhundert (vgl. HENTSCHEL 2001, SCHUMACHER 2003).

Der oben erwähnte rasante Nutzungswandel ergab sich dadurch, dass die moderne Grünlandwirtschaft eine hohe Qualität des Grundfutters für die Milcherzeugung verlangt und damit auch ein relativ hohes Stickstoff-Düngungsniveau. Daher sind frühe Schnittnutzungen zur Silagegewinnung sowohl für herkömmliche wie auch für ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe notwendig geworden. Das ist naturhaushaltlich durchaus sinnvoll, weil dadurch u.a. weniger Futtermittel importiert oder selbst erzeugt werden müssen.

2. Flächenanteil und naturschutzfachliche Bedeutung des Grünlands heute

Von den insgesamt rund 5,5 Mio. ha Grünland i.w.S. (Wiesen, Weiden, Magerrasen und Heiden, Stand 2003) können im Bundesgebiet trotz des erheblichen Artenrückganges während der letzten Jahrzehnte nach unseren Schätzungen zur Zeit immerhin noch etwa 20–25 % als artenreich bezeichnet werden (SCHUMACHER 1998). Der größte Teil davon befindet sich in den Mittelgebirgen, wie z.B. Rhön, Bayerischer Wald, Schwäbische Alb, Thüringer Wald, Harz, Eifel, Hunsrück, Westerwald, Sauer- und Siegerland.

Grünland ist die Voraussetzung für eine flächengebundene Milchwirtschaft in den Mittelgebirgen sowie von erheblicher Bedeutung für Schönheit und Erholungswert der Kulturlandschaften. In der Öffentlichkeit weniger bekannt ist seine zentrale Rolle für die Erhaltung der Biodiversität mitteleuropäischer Kulturlandschaften: Ein Drittel der rund 3000 Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands ist auf Wiesen, Weiden, Magerrasen und Heiden angewiesen, 300 davon werden als gefährdet eingestuft (Abb. 1a und 1b). Ähnliches dürfte für zahlreiche Tierarten, insbesondere Vögel, Insekten und Spinnen zutreffen.

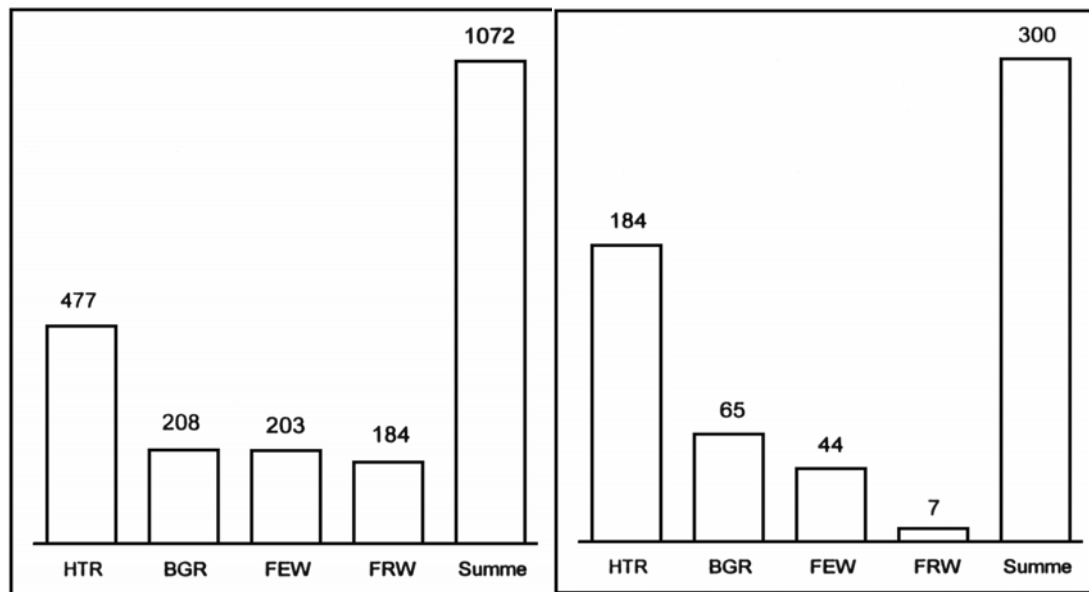


Abb. 1a: Anteil der im Grünland vorkommenden Gefäßpflanzenarten am Gesamtartenbestand Deutschlands

Abb. 1b: Anzahl gefährdeter Pflanzenarten in den verschiedenen Grünlandformationen

HTR = Halbtrocken- und Trockenrasen; BGR = Borstgrasrasen und Zwergstrauchheiden; FEW = Feuchtwiesen; FRW = Frischwiesen und -weiden

Quelle: KORNECK & SUKOPP (1988)

3. Zukunftsperspektiven für das Grünland?

Im Zusammenhang mit der Biodiversitätskonvention von Rio und dem Ziel einer nachhaltigen Nutzung stellt sich vor allem die Frage, ob das Grünland – auch angesichts der aktuellen EU-Agrarpolitik – hierbei weiterhin eine wichtige Rolle spielen wird und ob insbesondere der noch relativ hohe Anteil artenreicher Grünlandbestände durch Vertragsnaturschutz langfristig gesichert werden kann. Letzteres erfordert integrative Naturschutzstrategien, wie sie z.B. an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn seit längerem in interdisziplinären Projekten erforscht und in Zusammenarbeit mit zahlreichen landwirtschaftlichen Betrieben bereits umgesetzt worden sind. Dass diese auch von erheblicher Bedeutung für den Tourismus sind, kann durch zahlreiche Beispiele belegt werden. Forschungsaktivitäten der Landwirtschaftlichen Fakultäten der Universitäten Bonn und Gießen im Bereich „Ressourcenschonende Grünlandnutzung“ werden mit der heutigen Tagung einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt. Dabei wird deutlich, dass neben der Grundlagenforschung vor allem problemlösungsorientierte Forschungsansätze erforderlich sind, wenn eine ressourcenschonende Grünlandnutzung, welche ökologisch und sozioökonomisch nachhaltig ist, flächendeckend erreicht werden soll.

LITERATUR

HENTSCH, U. (2001): Zur Integration von Landwirtschaft und Naturschutz in Grünlandregionen der Westeifel (NRW) – Dissertation Bonn

KORNECK, D. & SUKOPP, H. (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz, in: Schr.-R. Vegetationskunde 19: 1-210.

POSCHLOD, P. & SCHUMACHER, W. (1998): Rückgang von Pflanzen und Pflanzengesellschaften des Grünlandes – Gefährdungsursachen und Handlungsbedarf, in: Schr.-R. Vegetationskunde 29: 83-99.

SCHUMACHER, W. (1992): Extensivierung – Möglichkeiten und Grenzen für den Arten- und Biotopschutz in der Kulturlandschaft, in: VDLUFA-Schriftenreihe 35: 87-97.

SCHUMACHER, W. (1998): Ziele des Naturschutzes für agrarisch genutzte Flächen – biotischer Ressourcenschutz, in: Ziele des Naturschutzes und einer nachhaltigen Naturnutzung in Deutschland, BMU: 133 - 138

SCHUMACHER, W. (2003): Wandel der Kulturlandschaft Eifel, in: Kulturlandschaft sehen und verstehen, BHU: 27-30

Prof. Dr. Wolfgang Schumacher
Abt. Geobotanik und Naturschutz
Karlrobert-Kreiten-Str 13, 53115 Bonn
Fax: 02 28 - 73 21 47, E-Mail: geobotanik@uni-bonn.de

Landnutzungskonzepte unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen

Options for Land Use Under Different Basic Conditions

H.-G. Frede

1 Einleitung

„Margeriten und Orchideen, summende Bienen und Schmetterlinge inmitten von verschiedensten Gräsern: So stellen wir uns eine ‚richtige‘ Wiese vor“. Mit diesen Zeilen im Internet wurde zu der Fachtagung „Ressourcenschonende Grünlandnutzung“ nach Bonn eingeladen. Angesprochen wurden mit diesen Sätzen ökologische und ästhetische Funktionen einer Grünlandgesellschaft – durchaus wichtige Teilaspekte einer nachhaltigen Grünlandnutzung, die insgesamt jedoch sehr viel mehr Funktionen als die aufgezählten erbringt. Als Leitbegriff hat Nachhaltigkeit hierbei grundsätzlich neben den angedeuteten ökologischen Aspekten auch ökonomische und soziale Aspekte des Produktionsprozesses zu umfassen. Dieses Besterben steht damit im Einklang mit der Brundtland-Kommission, die 1987 Nachhaltigkeit definiert hat als eine „ökonomische und soziale Entwicklung, die den Erfordernissen der gegenwärtigen Generation gerecht wird, ohne die Möglichkeiten der zukünftigen Generationen zu beschneiden“.

„Nachhaltigkeit“ ist inzwischen zu einem schillernden Begriff geworden. Er hat viele Erwartungen ausgelöst und wohl ebenso viele Enttäuschungen. Als die Forstwissenschaft ihn ursprünglich prägte, meinte sie damit eine Waldbewirtschaftung und Waldnutzung, die nur den sich selbst erneuernden Teil des Naturkapitals entnimmt und die ohne die Zufuhr von Stoffen durch den Menschen auskommt - mithin eine Wirtschaftsweise, die in Reinform auf langfristige ökologische und ökonomische Stabilität ausgerichtet ist. Seither wird der Begriff geradezu inflationär verwendet. Vielleicht liegt dieses auch daran, dass der Begriff „Nachhaltigkeit“ – auf andere ökologische Systeme als den Wald oder gar auf ökonomische Systeme angewendet – genügend unbestimmt ist, um in jede beliebige Richtung Erwartungen zu erzeugen und weitreichende Interpretation zu erlauben.

In einer Gesamtsicht der Landnutzung stellt sich diese sehr komplex dar, denn jedes Landnutzungssystem ist mit spezifischen – abiotischen, biotischen und sozialen – Funktionen gekoppelt, d.h. jede Form der Landnutzung erzeugt öffentliche und private Güter. In der Sprache der Wirtschaftswissenschaften: es gibt vermutlich keinen Sektor, der so viele externe economies und diseconomies aufzuweisen hat wie die Land- und Forstwirtschaft. Bewertungsverfahren, die sich am Leitbild der „Nachhaltigkeit“ orientieren, erfordern daher eine integrierte Nutzen-Kosten-Bilanz sowohl der ökologischen (in der Regel nicht an Märkten gehandelten) als auch der ökonomischen Funktionen von Landnutzungen auf regionaler Ebene. Nachhaltigkeit in diesem klassischen Verständnis bedeutet stets ein Verhältnis zwischen Nutzen bzw. Nutzung (Erzeugung) auf der einen Seite und Kosten bzw. Belastung (Ressourcenverbrauch) auf der anderen Seite – im ökonomischen Sinne einen Nutzen-Kosten-Vergleich.

In der (agrar)politischen Diskussion wird die Vielfalt der Funktionen von Nachhaltigkeit mit dem Begriff ‚**Multifunktionalität**‘ subsummiert – ein technischer Ausdruck für den Sachverhalt, dass Land- und Forstwirtschaft vielfältige externe Wirkungen zeitigen. Eine Beurteilung nur auf der Basis der möglichen Umweltbelastungen, die den Aspekt der Erzeugung von Nutzen nicht berücksichtigt, so wie es z.Z. im politischen Raum gerne getan wird, führt (möglicherweise) zu verzerrten Bewertungen von Nutzungssystemen und verleitet zu falschen Schlussfolgerungen.

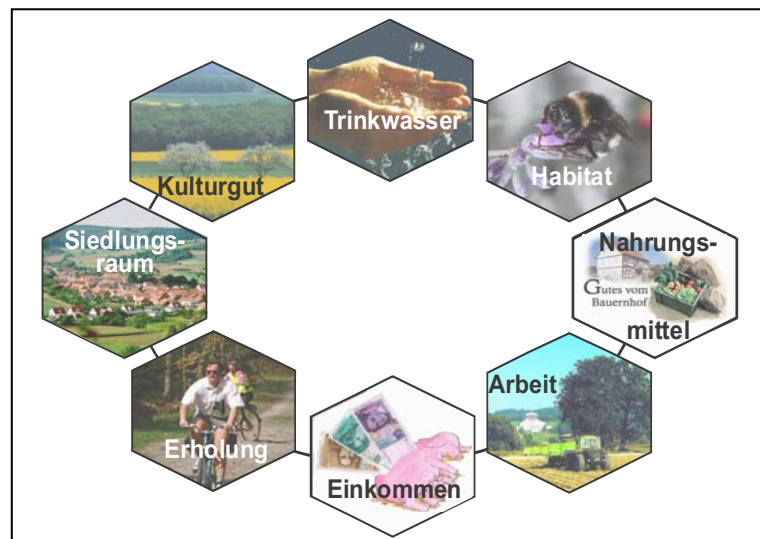


Abb. 1: Multifunktionalität einer Landschaft

Die Forderung ist also, so unterschiedliche Landschaftsfunktionen wie

- Land- und forstwirtschaftliche Produktion
- Lebensraum für landschaftstypische und besonders schützenswerte Flora und Fauna
- Trinkwassererzeugung
- Hochwasserschutz
- Rohstoffgewinnung
- Freizeit- und Erholung, Tourismus
- Aufnahme und Verwertung von organischen Siedlungsabfällen

in die Nachhaltigkeitsdebatte einzubeziehen und Wechselwirkungen zwischen ihnen aufzuzeigen (Abb. 1).

Mit Blick auf die (agrar-)politischen Entscheidungsträger kann man jedoch auf dieser analytischen Ebene nicht stehen bleiben. Aufbauend auf der Bestandsaufnahme muss man sich auch mit der Frage beschäftigen, mit welchen Instrumenten und an welchen Ansatzstellen die Nachhaltigkeit in einer multifunktionalen Landnutzung verbessert werden kann. Die Forderung nach **Steuerungsmöglichkeiten einer nachhaltigen Landnutzung** beinhaltet weiterhin, dass die eingesetzten Instrumente auch in ihrer Wirkung abgeschätzt werden können. Hier bestehen eindeutige Defizite, wie erst kürzlich in einer Studie von KLEIJN et al. (2001) aus

den Niederlanden deutlich gemacht wurde. Die Autoren legen dar, dass die zahlreichen Umweltprogramme im Agrarbereich zur Erhöhung der Biodiversität im Prinzip nicht die erwarteten Wirkungen gezeigt hatten. In Übereinstimmung mit den Autoren soll aus diesen Untersuchungen nicht geschlossen werden, dass die Programme grundsätzlich falsch angelegt waren, sondern die Folgerung daraus muss vielmehr sein, dass den Verantwortlichen offenkundig Instrumente gefehlt haben, mit denen sie die Wirksamkeit ihrer Maßnahmen a priori abschätzen konnten. Bei einem Gesamtetat in der Europäischen Union von jährlich 1,7 Mrd. Euro für Agrar-Umweltprogramme ist ein solches Vorgehen, das nach dem Prinzip „trial and error“ verfährt, vor dem Steuerzahler nicht zu verantworten. Was also fehlt, sind valide Methoden zur Abschätzung der Wirkungsweise sowie der gegenseitigen Beeinflussung von Einflussfaktoren der Nachhaltigkeit.

Nachfolgend wird mit ITE²M (Integrated Tools in Ecological and Economic Modelling) eine Methodik vorgestellt, die es u.a. gestattet, die Wirkung von Maßnahmen im Agrarbereich in Hinblick auf die verschiedenen Dimensionen von Nachhaltigkeit abzuschätzen und zu bewerten. Dieses Konzept wird im Sonderforschungsbereich 299 „Landnutzungskonzepte für periphere Regionen“ seit mehreren Jahren verfolgt und umgesetzt.

2 ITE²M als Lösungsansatz

Wenn wir „die Zukunft vorhersagen wollen“ oder Antworten geben wollen auf die Frage „Was wäre, wenn ...?“, dann benötigen wir weitreichende Kenntnisse über das Funktionieren von physischen, ökonomischen und sozialen Systemen und deren wechselseitigen Abhängigkeiten. Die Koppelung und Integration von Modellen aus unterschiedlichen Disziplinen ermöglicht es, die Effekte von veränderten wirtschaftlichen, technischen, rechtlichen oder klimatischen Rahmenbedingungen der Landnutzung, namentlich der Agrarproduktion, abzubilden und zu bewerten. Die grundlegende Idee der **gekoppelten Modellierung** ist es, die erkennbaren Vorteile von spezialisierten Einzelmodellen miteinander zu verknüpfen. Gekoppelte Modellansätze bilden daher ein wesentliches Instrument, um komplexe Systeme – und um solche handelt es sich bei der landwirtschaftlichen Nutzung – mit ihren Komponenten abzubilden, ihre Funktionen zu verstehen, Nachhaltigkeitsindikatoren abzubilden sowie Ansatzstellen für effiziente Steuerungsmaßnahmen aufzuzeigen.

Mit Hilfe gekoppelter Modelle werden in ITE²M die oben genannten Landschaftsfunktionen verschiedener Nutzungsformen (Acker, Grünland, Forst, Brache) und die Wirkungen veränderter Rahmenbedingungen regional differenziert abgebildet und bewertet. Im Verbund prognostizieren die Modelle ProLand, SWAT, mehrere Habitat- bzw. Biodiversitätsmodelle und das Bewertungs- und Politikanalyse-Modell (CHOICE) die Nutzungsverteilung und die damit gekoppelten Landschaftsfunktionen in einem Betrachtungsgebiet (Abb. 2). Wesentlicher Bestandteil ist die Verwendung einer gemeinsamen Datenbasis, vor allem hinsichtlich der räumlichen Verteilung der natürlichen Standortbedingungen. Input- und Outputdaten der Modellläufe werden als GIS-Karten aufbereitet und visualisiert.

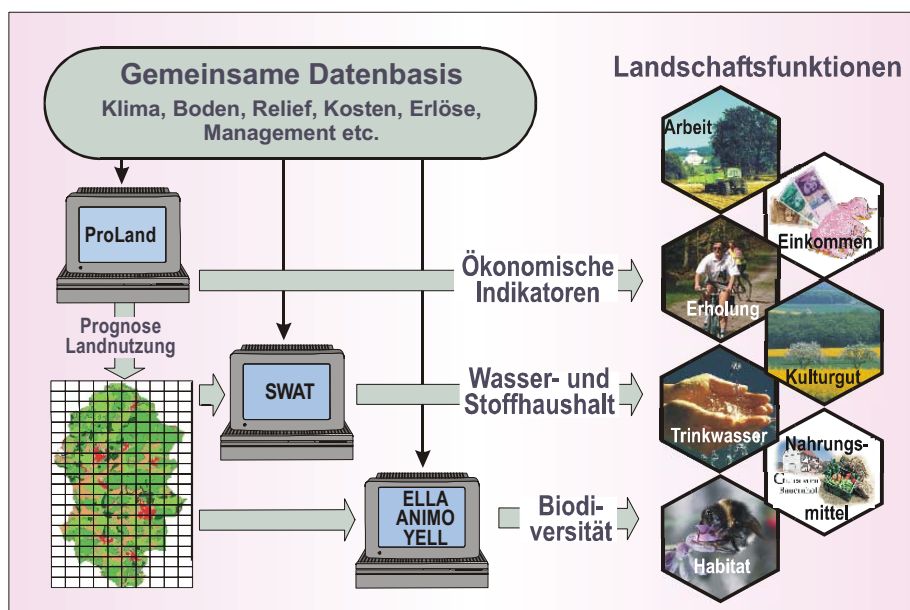


Abb. 2: Modellkoppelung in ITE²M

Das komparativ-statische bioökonomische Modell **ProLand** prognostiziert die zu erwartende Landnutzung als Funktion sowohl der wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen als auch der physio-geographischen Standortverhältnisse. ProLand geht von der Annahme aus, dass alle land- und forstwirtschaftlichen Landbewirtschaftler Nutzenmaximierer sind und ein größtmögliches Gesamteinkommen anstreben. Bezogen auf ihre Landnutzungsaktivitäten verfolgen sie somit das Ziel, eine möglichst hohe Bodenrente von einer Fläche zu erzielen. In der derzeitigen Modellversion werden für Rasterzellen die Bodenrenten für 16 Produktionsverfahren berechnet (10 Ackerbau-, 4 Grünland- und 2 Forst-Produktionsverfahren).

Das hydrologische Modell **SWAT** dient zur Beschreibung des Wasser- und Stoffhaushaltes der Untersuchungsregion. Das Modell kalkuliert den Wasserabfluss sowie die Nährstoff- und Sedimentfracht im Grundwasser und im Oberflächenwasser für mesoskalige Einzugsgebiete auf Tagesbasis. Es liefert z.B. Aussagen, wie hoch die Grundwasserneubildung oder die Hochwassergefährdung bei gegebener Nutzung ist.

Die Modellierung der Biodiversität auf der Ebene ganzer Landschaften erfolgt mit dem Modell **ANIMO**. Das Modell arbeitet als rasterbasierter zellulärer Automat, der die Absterbe- und Neubesiedlungsprozesse – hier: der Flora – bei gegebener Landnutzung berechnet. Daraus kalkuliert das Modell die lokale Artenvielfalt der Flächen (floristische α -Diversität), die Unterschiedlichkeit von Flächen in ihrem Artenspektrum (β -Diversität) und die regionale Artenvielfalt der Flora (γ -Diversität). Die Gliederung einer Landschaft (Flächengröße, Hecken, Säume) ist dabei wesentlicher Bestandteil des Modell-Regelwerks. Entsprechende Modellansätze existieren auch zur Berechnung der Fauna.

Das Bewertungs- und Politikanalyse-Modell **CHOICE** ist ein komparativ-statisches Simulationsmodell mit Angebots- und Nachfragefunktionen für zahlreiche Länder im Aggregat einerseits und einer Regionalkomponente zur Ankoppelung an ProLand und die spezifischen Bewertungsmodelle andererseits. Es erfasst zum einen die Nutzen- und Kosten-Elemente klassischer Art und zum anderen die nicht an Märkten bewerteten positiven und negativen externen Effekte landwirtschaftlicher Nutzung.

3 Ergebnisse (exemplarisch)

ITE²M wird zur Zeit anhand einer konkreten Bebielsregion, dem Lahn-Dill-Bergland, einer Mittelgebirgsregion in Hessen, entwickelt und überprüft. Die gekoppelten Modelle verwenden dabei jedoch eine Datengrundlage, die m.o.w. einheitlich für alle Regionen in Deutschland und – mit Einschränkungen – auch in allen Ländern der EU verfügbar ist. ITE²M kann daher ohne größere Datenerhebungen oder Modellanpassungen auf beliebige andere Regionen angewendet werden.

Die Untersuchungsregion ist für unsere Fragestellungen in besonderem Maße geeignet, da dort der Rückgang der Landwirtschaft, der in Zukunft auch in anderen Landschaften verstärkt zu erwarten ist, bereits seit längerer Zeit eingetreten ist. Die Landwirtschaft ist von kleinbäuerlichen Strukturen geprägt: die mittlere Betriebsgröße beträgt nur rd. 18 ha LF, 78 % der Betriebe werden im Nebenerwerb geführt. Die mittlere Schlaggröße in der Region beträgt weniger als 0,7 ha. Die standörtlichen Bedingungen sind durch niedrige Temperaturen, hohe Niederschläge, steile Hanglagen und flachgründige Böden gekennzeichnet.

Erhebungen im Untersuchungsgebiet haben ergeben, dass durch eine Vergrößerung der Feldschläge die Produktionskosten in der Landwirtschaft erheblich gesenkt werden können. Dieser Befund veranlasste uns, mit ITE²M für ein ca. 60 km² großes Einzugsgebiet ein Szenario zu berechnen, wie sich eine Vergrößerung der Feldschläge auf die verschiedenen Landschaftsfunktionen auswirkt (Abb. 3).

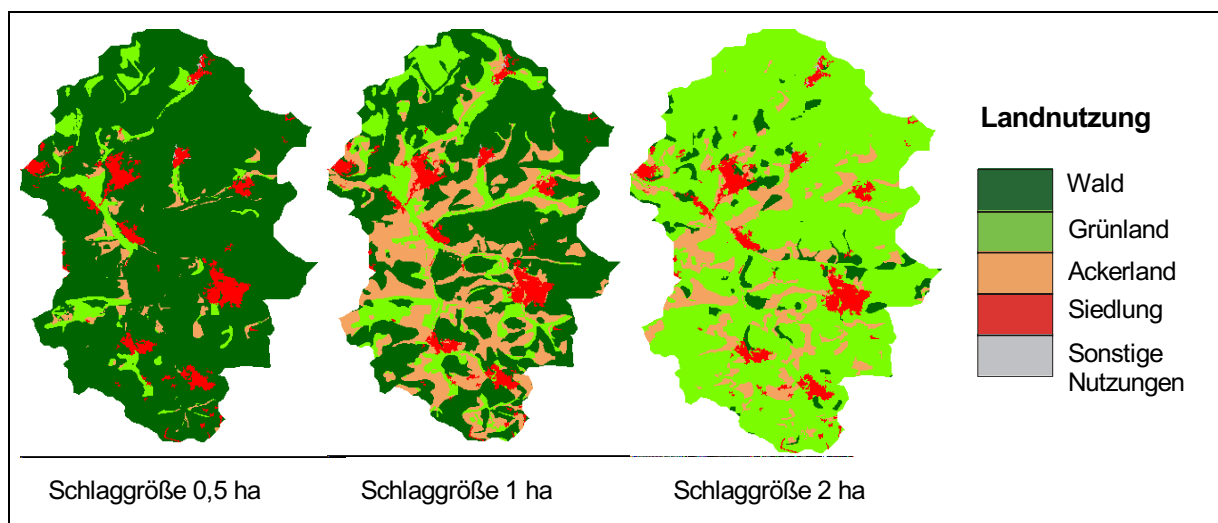


Abb. 3: Veränderung der Landnutzung bei Zunahme der mittleren Schlaggröße der Landwirtschaftsflächen (ProLand-Szenariorechnung, Aar-Gebiet; n. Möller et al. 2002)

Am Anfang stand die Ermittlung des Mosaiks der unterschiedlichen Landnutzungsformen, die in einer Landschaft als Ergebnis der gegenwärtigen Rahmenbedingungen zu erwarten sind. Diese sind zur Zeit in etwa mit der durchschnittlichen Größe der Flurstücke von 0,5 ha realistisch wiedergegeben. Mit einer Vergrößerung der Flurstücke ist ein erheblicher Nutzungswandel verbunden, der im wesentlichen damit zu erklären ist, dass verschiedene Grünlandnutzungsformen im Vergleich zum Wald wirtschaftlicher werden, gemessen an der Grundren-

te (Bodenrente). Die Rentabilität des Ackerbaus wird dagegen durch eine Vergrößerung der Schläge weniger stark erhöht. Somit beschränkt sich die Ausweitung des Ackerbaus bei zunehmender Feldgröße weitgehend auf die Tallagen. Es ist anzumerken, dass in dem hier vorgestellten Szenario die Forstflächen vollständig für eine Nutzungsänderung freigegeben wurde, was – mit Einschränkung – sicherlich nur langfristig realistisch ist. Zur Zeit werden jedoch auch Berechnungen durchgeführt, in denen der Waldanteil konstant gehalten wird.

Mit dem Nutzungswandel, bedingt durch die Flurstücksvergrößerung, sind Veränderungen der einzelnen Landschaftsfunktionen verbunden: In dem Umfang, wie die Agrarproduktion zunimmt, nimmt die Holzproduktion ab (Abb. 4a). Die Wertschöpfung aus der Landnutzung nimmt für die Gesamtregion zu, ebenso die Anzahl der Beschäftigten (Abb. 4b). Diese Änderungen sind erheblich. Die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt sind dagegen gering. Die Grundwasserneubildung steigt geringfügig an und der Direktabfluss – als Maß für die nutzungsbedingte Hochwassergefährdung – steigt nur unmerklich an (Abb. 4c). Die regionale Artenvielfalt, hier ausgedrückt als floristische γ -Diversität, reagiert auf eine Flurstücksvergrößerung zunächst mit einer deutlichen Zunahme und nimmt danach mit einem ebenso ausgeprägten Verlauf wieder ab (Abb. 4d).

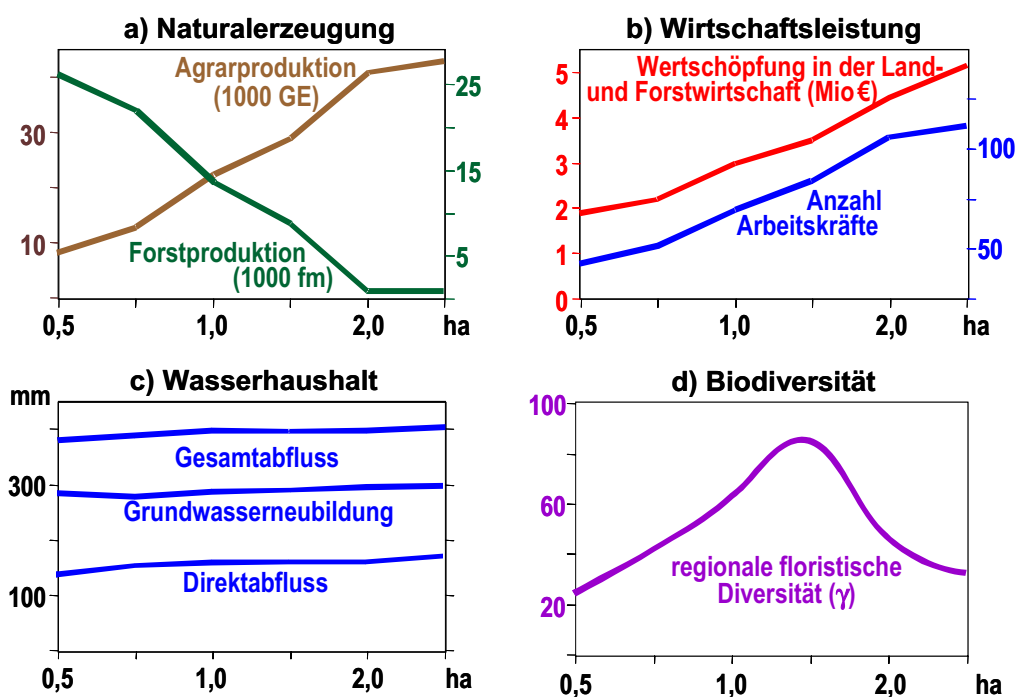


Abb. 4: Veränderung verschiedener Landschaftsfunktionen bei Landnutzungsänderungen infolge zunehmender Schlaggröße (Aar-Gebiet; n. MÖLLER et al. 2002). (a) Naturalproduktion, (b) Wirtschaftsleistung, (c) Wasserhaushalt, (d) Biodiversität

Aus den Reaktionen einzelner Indikatoren für Landschaftsfunktionen auf eine Veränderung der Landnutzung lassen sich schließlich Transformationsbeziehungen (trade offs) zwischen verschiedenen Landschaftsfunktionen ableiten. Transformationsbeziehungen haben eine Schlüsselstellung für die Planung und Bewertung der relativen Vorzüglichkeit von Handlungsalternativen, mit denen auf die Rahmenbedingungen Einfluss genommen wird. Ein Bei-

spiel gibt Abbildung 5, in dem die Beziehung zwischen der Wertschöpfung in der Region und der regionalen floristischen Artenvielfalt dargestellt ist – also eine Beziehung zwischen einer am Markt gehandelten und einer nicht am Markt gehandelten Größe. Das Beispiel zeigt im Bereich geringer Wertschöpfung zunächst Zielharmonie zwischen der ökologischen und der ökonomischen Landschaftsfunktion, eine typische win-win-Situation. Ab einem gewissen Punkt kehrt sich der Zusammenhang aber ins Gegenteil um, ein Mehr an landwirtschaftlicher Wertschöpfung ist dann mit einem Verlust an floristischer Vielfalt verbunden.

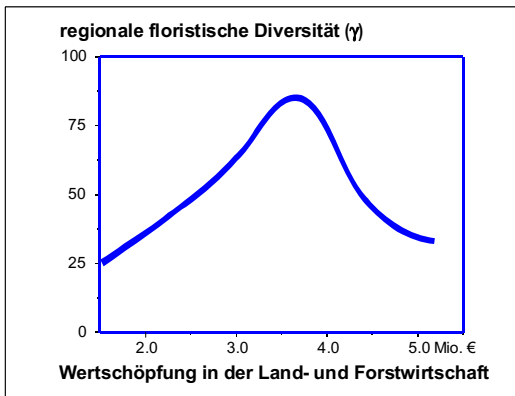


Abb. 5: Trade off-Beziehung zwischen einer ökonomischen (regionale Wertschöpfung in der Land- und Forstwirtschaft) und einer ökologischen (floristische Artenvielfalt in der Region) Landschaftsfunktion (Aar-Gebiet)

Eine weitere trade off-Beziehung zeigt den Zusammenhang zwischen Wertschöpfung und Direktabfluss, wobei die Größe „Direktabfluss“ für die mit der Landnutzung verbundene Hochwassergefährdung bzw. das Hochwasserrückhaltepotential einer Landschaft steht (Abb. 6). Die Abbildung zeigt keinen deutlichen Einfluss der mit dem Landnutzungswandel verbundenen Wertschöpfung auf den Direktabfluss. Auch aus dieser Beziehung ist eine wesentliche Aussage abzuleiten, dass nämlich mit dem hier dargestellten Landnutzungswandel **kein** erhöhtes Hochwasserrisiko verbunden ist. Man könnte nun einwenden, dass der Direktabfluss ereignisbezogen zu interpretieren sei und eine summarische Darstellung des jährlichen Direktabflusses – wie in Abbildung 6 geschehen – somit wenig Aussagewert hätte. Durch eine tiefergehende Analyse der Ergebnisse des Einzelmodells SWAT in Tagesschritten kann jedoch auch analysiert werden, wie sich der Landnutzungswandel auf einzelne Abflussereignisse auswirkt.

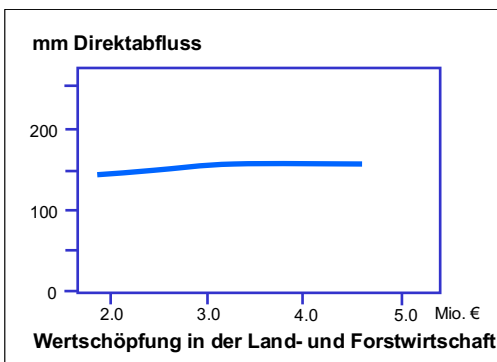
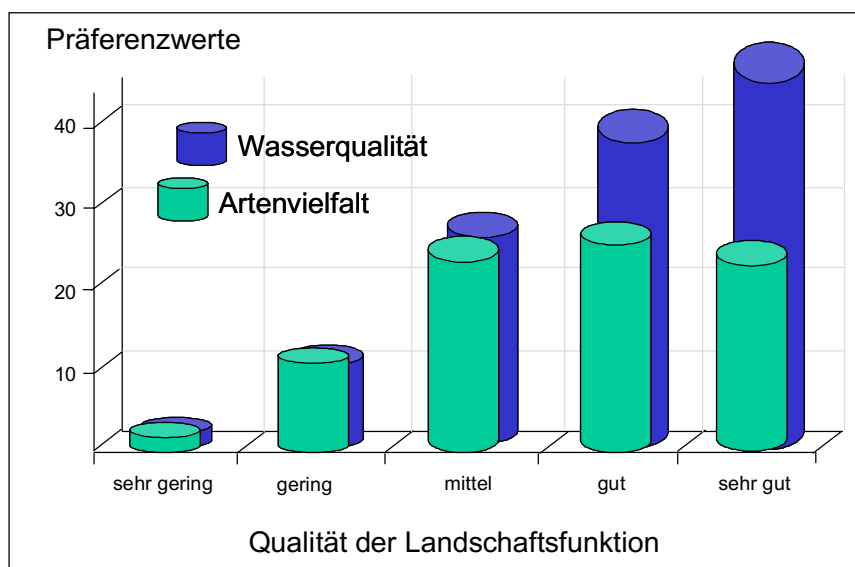


Abb. 6: Trade off-Beziehung zwischen der regionalen Wertschöpfung in der Land- und Forstwirtschaft und dem jährlichen Direktabfluss (Aar-Gebiet)

Insgesamt betrachten wir im SFB 299 die Entwicklung von derartigen Transformationsbeziehungen als einen entscheidenden Fortschritt auf dem Weg zur Beantwortung der Frage, wo „nutzenmaximierende“ Kompromisse der Landnutzung liegen könnten.

4 Nachfrage nach Landschaftsfunktionen

Instrumente, welche die Erzeugung bzw. die Bereitstellung von Landschaftsfunktionen abbilden, beleuchten nur die eine Seite der Nachhaltigkeitsdiskussion. Die Nachhaltigkeit einer Produktion ist stets auch zu bewerten am Grad der Bedürfnisbefriedigung der Nachfrageseite, der damit erreicht wird. Für die Landschaftsfunktionen, die überwiegend öffentliche Güter darstellen, führt das zu der Frage, in welchem Umfang diese öffentlichen Güter nachgefragt werden, bzw. welchen Nutzen sie für die Konsumenten von Landschaftsfunktionen stiften. Mit Hilfe ausgefeilter Befragungstechniken, z.B. der Adaptiven-Conjoint-Analyse ACA, lassen sich die Präferenzen verschiedener Bevölkerungsgruppen für unterschiedliche öffentliche Güter ermitteln.



Quelle: Schmitz et al.: SFB 299

Abb. 7: Präferenzwerte der Bevölkerung für Landschaftsfunktionen im Lahn-Dill-Bergland

An zwei ausgewählten Beispielen in Abbildung 7 soll verdeutlicht werden, dass die Bevölkerung (hier: im Lahn-Dill-Bergland) zwar einer Verbesserung der Qualität von Landschaftsfunktionen generell eine positive Wertschätzung entgegenbringt, das heißt, dass für sie damit ein Nutzenzuwachs verbunden ist. Doch ist auch zu erkennen, dass bei einigen Umweltgütern der Nutzenzuwachs mit steigendem Niveau der Landschaftsfunktion sinkt. Bezogen auf die Artenvielfalt war sogar festzustellen, dass mit dem Erreichen einer mittleren bis guten Ausstattung der Qualität dieser Landschaftsfunktion kein Nutzenzuwachs mehr verbunden ist, sondern die Funktion sogar wieder abfällt. Mit anderen Worten: Die Menschen sind bereits mit einer „mittleren“ Qualität der landschaftstypischen Artenvielfalt zufrieden, ein „guter“ oder gar „sehr guter“ Zustand würde für die Bevölkerung (im Durchschnitt der Befragten)

kein Mehr an Zufriedenheit bedeuten. Im Gegensatz dazu wird das Gut „Wasserqualität“ (für die Trinkwasserversorgung) eindeutig mit „sehr guter Qualität“ nachgefragt.

Diese unterschiedliche Einschätzung des Nutzens von Landschaftsfunktionen durch die Bevölkerung sollte bei dem Entscheidungsträger im Fall von Zielkonflikten eine Leitlinie bilden, um seine Entscheidung in eine bestimmte Richtung zu lenken. Nimmt man die soziale Dimension von Nachhaltigkeit ernst, dann sind Lösungen auch immer unter dem Gesichtspunkt möglichst großer sozialer Akzeptanz zu optimieren.

6 Zusammenfassung

Jedes Landnutzungssystem ist mit spezifischen – abiotischen, biotischen und sozialen – Funktionen gekoppelt, d.h. jede Form der Landnutzung erzeugt öffentliche und private Güter. Bewertungsverfahren, die sich am Leitbild der „Nachhaltigkeit“ orientieren, erfordern daher eine integrierte Nutzen-Kosten-Bilanz sowohl der ökologischen als auch der ökonomischen Funktionen von Landnutzungen auf regionaler Ebene. Mit ITE²M (Integrated Tools in Ecological and Economic Modelling) wird eine Methodik vorgestellt, die es u.a. gestattet, die Wirkung von Maßnahmen im Agrarbereich in Hinblick auf die verschiedenen Landschaftsfunktionen abzuschätzen und zu bewerten. Durch Kopplung eines ökonomischen Modells mit einem hydrologischen und einem ökologischen Modell wird es möglich, den Einfluss der Landnutzung und der Landnutzungsänderung auf verschiedene Landschaftsfunktionen darzustellen und Wechselwirkungen zwischen ökologischen und ökonomischen Funktionen (trade off-Beziehungen) aufzuzeigen. Die Arbeitsweise von ITE²M wird am Beispiel einer Mittelgebirgsregion dargelegt.

7 Summary

Every land use system is coupled to specific abiotic, biotic and social landscape services, i.e. every type of land use produces public and private goods. Methods to evaluate these goods demand an integrated cost benefit analysis on a regional scale. We established ITE²M (Integrated Tools in Ecological and Economic Modelling), an integrated modeling framework to simulate the ecological and economic effects of land use changes and their impact on landscape services. The networking of three models in ITE²M, the comparative static economic model ProLand, the habitat model ANIMO and the hydrological continuum model SWAT, facilitates the simultaneous description of effects in changes of land use on landscape services and the calculation of trade offs between these services. An example is given for the specific conditions of a German low mountain range.

8 Literatur

Zusammenfassende Literatur ist zu finden unter:

Multifunktionalität der Landnutzung im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 299. Themenheft. Berichte über Landwirtschaft, 80 (3), 321 – 484

Weitere Veröffentlichungen finden sich unter:

<http://www.sfb299.de>

9 Danksagung

Die vorgestellten Untersuchungen wurden im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 299 mit großzügiger Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft ermöglicht.

Prof. Dr. Hans-Georg Frede
Institut für Landeskultur, Ökotropologie und Umweltmanagement
Universität Gießen
Heinrich-Buff-Ring 26–32
35392 Gießen

Möglichkeiten und Grenzen der nachhaltigen Bewirtschaftung von Grünlandssystemen

Chances and limits of a sustainable management of grassland systems

M. Anger

1 Problemstellung

Die Grünlandbewirtschaftung sieht sich zunehmend einer Problematik gegenüber, die durch sich verschärfende ökonomische Rahmenbedingungen wie auch ökologischen Anforderungen von Seiten der Gesellschaft geprägt ist. Dies gilt sowohl für intensiv als auch für extensiv bewirtschaftete Grünlandflächen. Bezogen auf vorrangig durch Grünlandnutzung geprägte Regionen, wie z.B. in den Mittelgebirgen Nordhein-Westfalens zu finden, konnte in der Vergangenheit eine Verschlechterung der Produktionsbedingungen beobachtet werden. Durch die Abwanderung von Milchquote, vorrangig in Ackerbaugebiete, und die Verschlechterung der allgemeinen Marktsituation in der Landwirtschaft haben sich die Produktionsbedingungen vieler Grünlandbetriebe erheblich verschlechtert. Im Extremfall gehen damit auch gravierende strukturelle Veränderungen in den Grünlandregionen einher, wenn durch Rückgang der Milchproduktion als wesentlicher Einkommensgrundlage in vielen Futterbaubetrieben auf ausschließlich extensive Rindfleischerzeugung umgestellt wird oder gar mit Aufgabe der Grünlandnutzung Flächen brach fallen oder aufgeforstet werden. Neben der ökonomischen Problematik sehen sich auch Grünlandwirte zunehmend mit der Forderung nach ökologisch verträglicher Wirtschaftsweise konfrontiert, die in ausreichendem Maße die vorhandenen Ressourcen schützt.

Bei der Beurteilung ökologischer Auswirkungen muss zwischen dem Schutz der abiotischen Ressourcen „Boden, Wasser, Luft“ sowie dem Schutz der biotischen Ressourcen „Flora, Fauna“ differenziert werden. Für den Ressourcenschutz auf Dauergrünland ergeben sich Unterschiede in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität, die vorrangig durch die Nutzungsintensität (Nutzungstermin, -häufigkeit, Besatzdichte) sowie die Düngungsintensität geprägt wird (Tab. 1).

Tab. 1: Einfluss von Bewirtschaftungsintensität auf mögliche Formen des Ressourcenschutzes sowie Beispiele für mit der Bewirtschaftung verbundene Pflanzengesellschaften

Bewirtschaftung [Nutzung]	Form des möglichen Ressourcenschutzes	Beispiele für mögliche Grünlandgesellschaften
intensiv [früh, häufig]	abiotischer R.schutz	<i>Lolio-Cynosuretum</i>
extensiv [später Schnitt bzw. geringe Besatzdichte auf Weiden]	biotischer sowie abiotischer R.schutz	<i>Arrhenatheretum, Calthion; Festuco-Cynosuretum, Mesobromion</i>

Eine extensive Grünlandbewirtschaftung schont oder fördert i.d.R. biotische und zugleich abiotische Ressourcen aufgrund später Nutzung bzw. geringer Beweidungsintensität sowie fehlender bzw. niedriger Nährstoffzufuhr. Demgegenüber kann mit der intensiven Bewirtschaftung aufgrund früher und häufiger Nutzung nur marginal ein Beitrag zur floristischen und faunistischen Vielfalt erfolgen; bei effizientem Nährstoffmanagement können jedoch abiotische Ressourcen geschont werden.

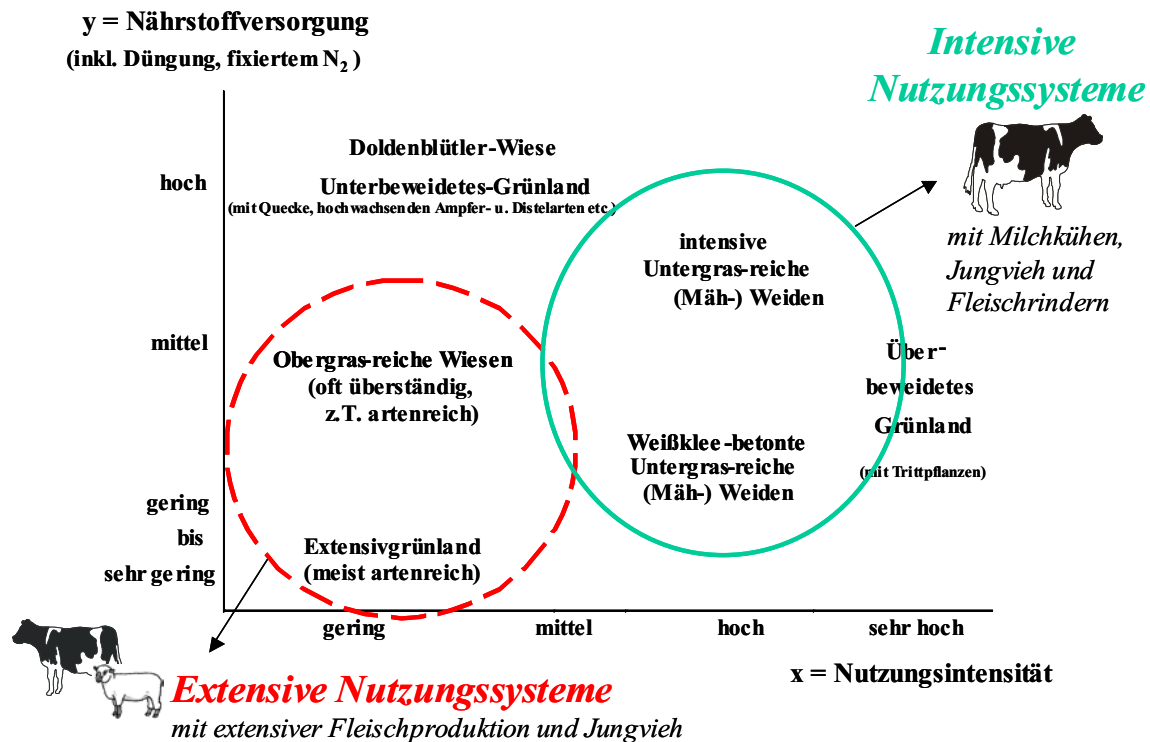


Abb. 1: Vereinfachte Darstellung des Einflusses von Nutzungsintensität und Nährstoffversorgung auf Ausprägung der Grünlandnarbe und der damit verbundenen Nutzungssysteme und Produktionsrichtung

Die vorwiegend durch Nutzungsintensität und Nährstoffversorgung hervorgegangene Ausprägung der Grünlandnarben genügt, wenn sie häufig genutzt werden, den höheren qualitativen Ansprüchen von Milchvieh (Abb. 1). Derartige Narben sind i.d.R. artenarm und können pflanzensoziologisch als *Lolio-Cynosuretum* eingestuft werden. Markante Anteile an *Trifolium repens* (Weißklee) können auf diesen häufig genutzten, meist Untergrasreichen Narben dann auftreten, wenn ein geringer N-Input bei gleichzeitig gutem PK- und pH-Status vorliegt (KLAPP 1965). Mit eher geringem Nährstoffinput und geringer Nutzungshäufigkeit sind in Abhängigkeit von den Standortbedingungen vielfach Grünlandgesellschaften verbunden, die eher selten geworden sind in Deutschland und meist als artenreich sowie floristisch und faunistisch als wertvoll einzustufen sind (Abb. 1). Mit extensiver Bewirtschaftung kann daher zudem der biotische Ressourcenschutz gefördert werden. Infolge der geringen Nutzungsintensität und der damit verbundenen Narbenzusammensetzung erfüllt die Futterqualität derartiger ökologisch wertvoller Extensivgrünlandnarben jedoch nicht die Anforderungen von Milchvieh an hochwertiges Grünlandfutter (KIRCHGESSNER 1997).

Aufgrund dieser Wirkungszusammenhänge ergeben sich für intensive und extensive Grünlandnutzungssysteme auch unterschiedliche Kriterien für den Schutz der mit der Bewirtschaftung beanspruchten Ressourcen. Inwieweit Grünlandwirte durch die Form der Grünlandbewirtschaftung den abiotischen Ressourcenschutz auf intensiv genutztem Grünland fördern können sowie durch effiziente Nutzung von Extensivgrünland zum Schutz biotischer Ressourcen beitragen, soll nachfolgend näher beleuchtet werden. Bei dieser Betrachtung steht die pflanzenbaulich-futterbauliche Betrachtung wichtiger Einflussfaktoren im Vordergrund.

2 Intensive Grünlandnutzungssysteme

2.1 Einfluss der Produktionsrichtung

Die Rahmenbedingungen in intensiven Grünlandnutzungssystemen sind durch einen verschärften ökonomischen Wettbewerb mit sinkenden Erzeugerpreisen auf dem Milchmarkt und dem Zwang zur Kostenminimierung bezüglich Stallplatz, Technik und Arbeit gekennzeichnet. Im Hinblick auf den Schutz abiotischer Ressourcen liegt auf intensiv genutztem Grünland – anders als auf Ackerland – meist keine erhöhte Gefahr durch Bodenerosion und Bodenverdichtung vor, jedoch eher eine höhere Gefährdung durch nennenswerte Emissionen. Insbesondere die Bilanzüberschüsse an Stickstoff (N) deuten auf ökologisch bedenkliche N-Verluste im Grünlandbetrieb hin. Die N-Bilanzen in den milchproduzierenden Grünlandbetrieben sind meist durch erhöhte Zukauffutter- und Düngemittelimporte geprägt, denen nur geringe N-Exporte gegenüberstehen (u.a. SPIEKERS und PFEFFER 1991, KÜHBAUCH et al. 1996). Daraus resultieren N-Überhänge, die für die Milchproduktion in sogenannten konventionellen Betrieben ohne Bewirtschaftungsauflagen meistens über $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ liegen (Tab. 2). Unterschiede in den flächenbezogenen N-Bilanzen ergeben sich teils vor dem Hintergrund unterschiedlicher Bonität der Standorte, vorrangig allerdings aufgrund der Besatzstärken in den Betrieben. Unabhängig davon findet sich in den konventionellen Betrieben ein vergleichbarer N-Ausnutzungsgrad, dem prozentualen Anteil vom Import-N, der mit produzierter Milch und Tieren den Betrieb verlässt. Dagegen hat eine Reduktion des N-Importes – wie beispielsweise in Betrieben mit Auflagen zum N-Import – bei gleichzeitig geringeren Besatzstärken deutlich geringere N-Überschüsse je ha und GV sowie günstigere N-Ausnutzungsgrade um 30 % zur Folge (Tab. 2).

Gegenüber den meisten Grünlandbetrieben sind die N-Überschüsse in einem vergleichbaren Gemischtbetrieb oder gar im futterbaulich ausgerichteten Ackerbaubetrieb geringer (u.a. BACH 1987), da neben den Produkten aus der Tierhaltung mit Marktfrüchten umfangreiche Nährstoffmengen den Betrieb verlassen. Ferner kann mit energiereichem Ackerfutter, wie Mais oder Getreide (KIRCHGEBNER 1997), und emissionsarmer Gülleausbringung auf Ackerflächen (u.a. DÖHLER und ALDAG 1989) der N-Import mit Kraftfutter bzw. Düngemittel gesenkt werden. Dagegen exportiert der Grünlandbetrieb über Milch nur geringe und mit Fleisch nahezu vernachlässigbare N-Mengen, während umfangreiche N-Importe meist die Regel sind. Daher weisen Gemischtbetriebe mit Milchproduktion meist deutlich günstigere N-Bilanzen auf als

Tab. 2: Übersicht zum N-Überschuss und N-Ausnutzungsgrad von Milchviehbetrieben mit unterschiedlicher Bewirtschaftung in verschiedenen Regionen gegenüber Erhebungen in Nordrhein-Westfalen (NRW)

<i>Bewirtschaftung</i>	Region / Land (Autoren)	N-Überschuss (kg N ha ⁻¹)	Ausnutzungsgrad (%)
<i>ohne Auflagen</i>	Niederlande (Aarts et al. 1999)	407	16
	Großbritannien (Peel et al. 1997)	389	15
	Weser-Ems (Müller und Eiler 1995)	216	14
	NRW-Mittelgebirge [MG] (Anger et al. 1997)	147	17
<i>nährstoff- arm</i>	NRW-MG <i>EU-extensiviert</i> (Anger et al. 1997)	61	31
	Neuseeland <i>ext.-Versuch</i> (Ledgard et al. 1999)	97	34
	Niedersachsen <i>organ.</i> (Scheringer und Isselstein 2001)	64	31
	NRW-MG <i>organisch</i> (Anger und Weins 2001)	35	29

reine Grünlandbetriebe (Abb. 2). Dies stellt sich anders dar, wenn die N-Bilanzierung ausschließlich auf die Rindviehhaltung und die vorhandene Futterbau- bzw. Grünlandfläche bezogen wird. Dann weisen die ohne Auflagen konventionell wirtschaftenden Gemischtbetriebe mit mindestens 30 % Ackeranteil an der LF vergleichbar hohe N-Überschüsse aus der Milchproduktion auf wie die ebenfalls ohne Auflagen wirtschaftenden Grünlandbetriebe.

Die ermittelten NPK-Bilanzüberschüsse aus erweiterten Hoftorbilanzen in Mittelgebirgsregionen Eifel, Bergisches Land und Siegerland veranschaulichen darüber hinaus unterschiedliche Einflüsse innerhalb der Grünlandbetriebe (Abb. 2). In den untersuchten Grünlandbetrieben mit durchschnittlich 95 % Dauergrünlandanteil an der LF ergeben sich Bilanzunterschiede in Abhängigkeit von Bewirtschaftungsintensität und Produktionsrichtung. Markant sind vor allem die Differenzen in den N-Überschüssen. Sollen Systeme mit unterschiedlichen Konzepten der N-Versorgung miteinander verglichen werden, so bietet die Hoftorbilanz ohne N-Input durch legume N₂-Fixierung ein ungenaues Bild (Abb. 2). Mit Bonitur der Weißkleeanteilen in den Grünlandnarben der verschiedenen Betriebsformen sowie Berücksichtigung einer angenommenen Standardfixierung von 4 kg N je % mittleren Ertragsanteils *Trifolium repens* in der Grünlandnarbe (z.B. BOLLER et al. 1987) erhöhen sich vorrangig die N-Überschüsse in den nährstoff-extensiv wirtschaftenden Betrieben, die nach den Auflagen des Programms „Grünlandextensivierung“ in NRW wirtschaften (ANONYMUS 1995a). Jedoch weisen diese Grünlandbetriebe auch bei erweiterter N-Bilanz günstigere N-Bilanzen auf. Diese Unterschiede zwischen ohne Auflagen nährstoff-intensiv und mit Auflagen nährstoff-extensiv wirtschaftenden Grünlandbetrieben finden sich bezogen auf die Flächeneinheit (ha), noch deutlicher je GV (vgl. Abb. 2). Dies gilt auch je erzeugter Milchmenge, da die Milchkühe der verschiedenen Betriebstypen keine signifikanten Unterschiede in der Milchleistung aufwiesen.

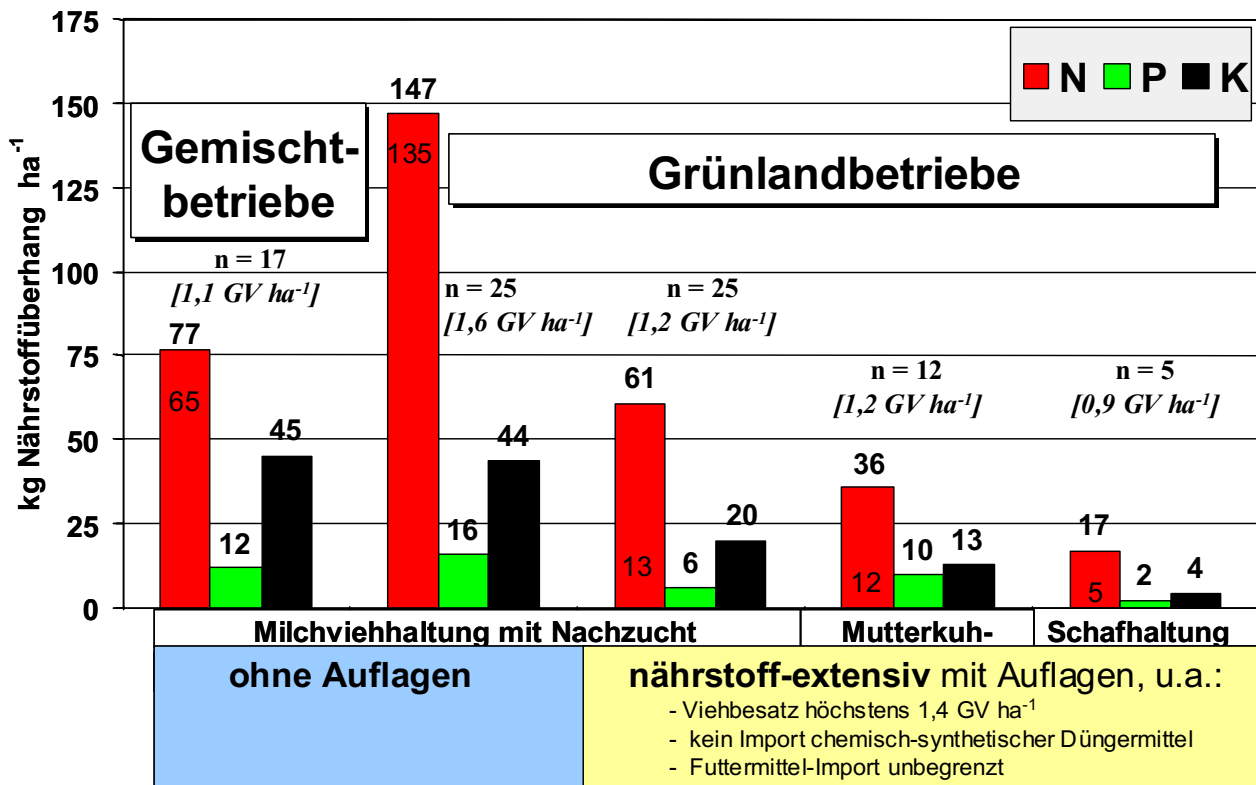


Abb. 2: NPK-Überschüsse unterschiedlich wirtschaftender Futterbaubetriebe aus den Mittelgebirgsregionen Eifel, Bergisches Land, Siegerland (als erweiterte Hoftorbilanz inkl. geschätzter N₂-Fixierung; ergänzend in den N-Säulen: N-Überschüsse ohne N₂-N)

Geringe N-Überschüsse und damit offenbar auch niedrige N-Verluste gehen insbesondere von Grünlandbetrieben mit Mutterkuh- und Schafhaltung aus, wo den geringen N-Exporten mit dem erzeugten Fleisch aber auch sehr geringe N-Importe gegenüberstehen (Abb. 2). Vor dem Hintergrund zulässiger Kraftfutterimporte werden die Programmauflagen nährstoff-extensiver Bewirtschaftung auch von Milchviehhaltern angenommen. Sie können Ertragseinbußen auf dem Dauergrünland infolge untersagter Mineraldüngung nicht selten durch ausreichende Flächenverfügbarkeit ausgleichen und aufgrund fehlender Nutzungseinschränkungen hohe Grünlandfutterqualität erzeugen. Da in NRW derzeit bereits 21 % der Grünlandfläche nach diesem Programm bewirtschaftet wird, in einzelnen Landkreisen der Eifel und des Bergischen Landes sich sogar Anteile von 35 % bis maximal 56 % finden (ANONYMUS 2004), ist davon auszugehen, dass mit diesem Grünlandextensivierungsprogramm – wie dargestellt – nicht nur abiotische Ressourcen geschützt werden, sondern das Programm auch ökonomisch für die Grünlandlandwirte von Interesse ist.

2.2 Einfluss von Nutzungsart und Futterqualität

Sollen die Vorgänge innerhalb des Grünlandbetriebes näher analysiert werden, so ist die relativ einfach aus Buchführungsergebnissen zu ermittelnde Hoftorbilanz wenig hilfreich, denn diese Form der „black-box“-Betrachtung liefert nur wenig Detailinformationen zum Grünland- und Nährstoffmanagement. Dies gilt insbesondere für mögliche Einsparungspotentiale

für N-Verluste, da der N-Kreislauf in Grünlandsystemen und im Grünlandbetrieb äußerst komplex ist. Eine dieser Komplexität gerecht werdende Erfassung wichtiger Strategien der Grünlandbewirtschaftung kann in Versuchsbetrieben oder durch Verknüpfung von Grünlandexperimenten mit kleinen Betriebseinheiten nur begrenzt und äußerst aufwendig ermittelt werden (z.B. LEDGARD et al., 1999, AARTS et al., 2000). Soll das Verständnis der Prozesse der N-Verluste in all ihren Verknüpfungen erhöht werden, kann auf die Verwendung ausreichend genauer Modelle nicht verzichtet werden (z.B. SCHOLEFIELD et al. 1991, ROTZ et al. 1999, ANGER und SCHOLEFIELD 2002, BROWN et al. 2003).

Bei Analysen der Grünlandbewirtschaftung und insbesondere der Nutzungsart (Schnitt-/ Weidenutzung) ist ein häufig vorgenommener Vergleich der N-Verluste auf den Schnitt- bzw. Weideflächen höchst unvollkommen und begünstigt die Schnittflächen einseitig. Stattdessen ist ein Vergleich der Weide- oder Schnittnutzung verbundenen Gesamtstrategie sinnvoll, der die gesamten mit der Nutzungsart verbundenen Stoffströme und Emissionsursachen berücksichtigt (ANGER 2001). Sie können als Systeme zusammengefasst werden (Abb. 3). Auf Weiden liegt ein nahezu geschlossener N-Kreislauf vor („System-Weide“). Bei Schnittnutzung jedoch sind die dazugehörenden Stoffströme nicht nur auf die eigentliche Schnittfläche begrenzt, sondern mit dem Schnitt ist immer eine nachfolgende Verwertung des Schnittgutes i.d.R. im Stall verbunden, gefolgt von Ausscheidung der vom Schnittgrünland stammenden Nährstoffe sowie damit einhergehender Lagerung und Ausbringung der Exkrementnährstoffe mit den Wirtschaftsdüngern („System-Mahd“). Mit diesem Systemansatz werden N-Verluste bei ausschließlichem Weidegang nur auf der Weidefläche berücksichtigt, während die Schnittnutzung die N-Verluste auf der Schnittfläche, im Stall und im Güllelager einschließt; die mit dem System-Mahd verbundenen N-Verluste bei der Gülleausbringung werden z.T. gesondert ausgewiesen, da in den Berechnungen sowohl ein emissionsreiches als auch ein emissionsarmes Verfahren mit 35 % bzw. 12,5 % N-Verluste aus der applizierten Gülle unterstellt wird. Übergänge zwischen diesen Systemen stellen Mähweidesysteme dar sowie Systeme mit täglich durch Aufstallungs- bzw. Melkzeiten unterbrochenen Weidegang.

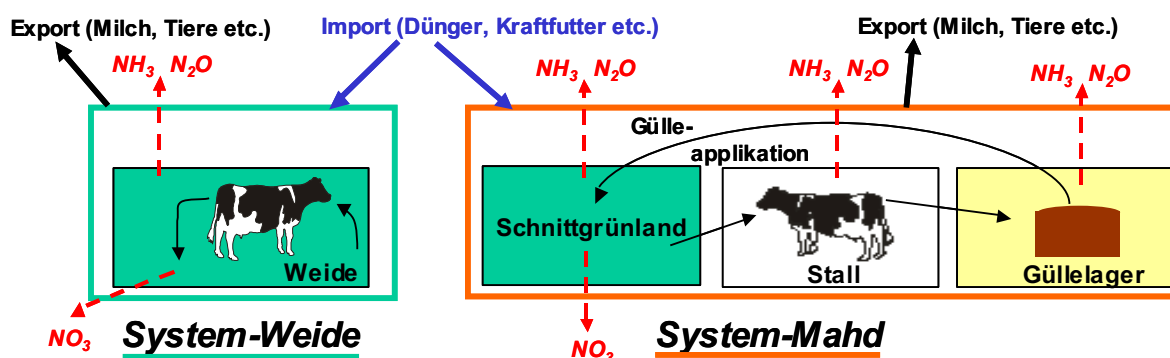


Abb. 3: N-Ströme und N-Verluste im System-Weide und System-Mahd

Inwieweit mit geeigneter intensiver Grünlandnutzung abiotische Ressourcen geschont werden können, soll nachfolgend am Beispiel der N-Verluste aufgezeigt werden, da diese im Grünlandbetrieb unter den emittierenden Stoffen eine erhebliche Umweltrelevanz aufweisen. Mit hoher Quellstärke gehen unter den umweltrelevanten N-Verbindungen Nitrat (NO_3) und Ammoniak (NH_3) mit unmittelbaren Auswirkungen auf die Wasser- und die Luftqualität verloren.

Mit deutlich geringerer Emissionsstärke emittiert Lachgas (N_2O), das jedoch mit erheblicher Wirkungseffizienz als Treibhausgas und ozonabbauend wirkt. Indirekt haben diese N-Frachten zudem eine Eutrophierung naturnaher terrestrischer und aquatischer Ökosysteme und damit meist eine erhebliche Beeinflussung auch biotischer Ressourcen zur Folge.

Der Einfluss der Nutzungsart und der Futterqualität auf den Umfang umweltrelevanter N-Verluste in Form von NO_3 , NH_3 und N_2O wird vorrangig anhand von Modellberechnungen vorgestellt (ANGER, 2001). Der Kalkulationsansatz basiert auf umfangreichen mehrjährigen Weide-/Schnittversuchen sowie Detailstudien zur N-Freisetzung auf typischen *Lolium-Cynosu-reten* an den Standorten Rengen / Eifel (480 m ü. NN, $7,8^\circ\text{C}$, 811 mm), Radevormwald / Bergisches Land (385 m ü. NN, $7,9^\circ\text{C}$, 1.362 mm) und Kleve / Niederrhein (48 m ü. NN, $9,6^\circ\text{C}$, 762 mm). Ein Vorteil dieses vorgestellten Kalkulationsansatzes liegt in den für einzelne Nutzungstermine berechenbaren N-Verlusten bei Weidenutzung; die Simulation der Beweidung erfolgte durch Beprobungen von terminlich gestaffelten und standardisiert ausgebrachten Exkrementstellen.

Die nachfolgend kurz beschriebenen Auswirkungen auf die umweltrelevanten N-Verluste in Grünlandsystemen mit intensiver Nutzung und hoher Grünlandfutterqualität, werden als umweltrelevante N-Verluste je Produkteinheit dargestellt; konkret je gehaltener GV mit einem Tagesbedarf von $72\text{ MJ NEL kg}^{-1}\text{ T}$ je GV aus dem Grünlandfutter; eine flächenbezogene Darstellung ist für NO_3 -Austräge sinnvoll. Die zudem vorgestellte Berechnung für Modellszenarien mit Milchproduktion erfolgt auf der Basis der mit der Milchleistung einhergehenden Anforderungen an die Futterqualitätsparameter Energiedichte (in $\text{MJ NEL kg}^{-1}\text{ T}$) und nutzbarer Rohproteingehalt (nXP).

Vorrangig Milchkühe haben höchste Anforderungen an die Futterqualität (Tab. 3). Die Futterqualität der Weideaufwüchse können bei früher Nutzung und aufgrund der Futterselektion der Weidetiere andere Grundfuttermittel deutlich übertreffen. Bemerkenswert sind jedoch die Streuungen in der Qualität des Grünlandfutters in Abhängigkeit von Narbenzusammensetzung und Nutzungstermin, denn sie deuten an, welche Reserven im Grünlandbetrieb mobilisiert werden können.

Tab. 3: Einfluss der Futterqualität in der Milchproduktion dargestellt am Beispiel der Energiedichte (in $\text{MJ NEL kg}^{-1}\text{ T}$) mit a) kalkulierten Ansprüchen von Milchkühen mit unterschiedlicher Leistung und b) Standardwerte für Futtermittel (u.a. nach ANONYMUS 1997, KIRCHGEßNER 1997, ANGER 2001)

a) Energieansprüche der Milchkühe *	b) Ø Energiedichte in Grundfuttermittel **	
10.000 l Milchkuh: bis 7,2 (bei 25 kg IT d ⁻¹)	Weideaufwuchs	6,5 (6,0 – 7,3)
8.000 l Milchkuh: bis 7,0 (bei 21 kg IT d ⁻¹)	Grassilage	6,0 (5,8 – 6,4)
6.000 l Milchkuh: bis 6,9 (bei 18 kg IT d ⁻¹)	Maissilage	6,5
	Gerste (Körner)	8,1
	MLF	8,0

* im ersten Laktationsdrittel; in () T-Aufnahme Tag⁻¹ (IT d⁻¹)

** einschließlich in Kraftfutter wie Gerste und Milchleistungsfutter (MLF); in () Streubreite im Grünlandfutter

Wie die Kalkulationen bestätigen, überwiegen quantitativ im System-Weide NO_3 -Austräge, im System-Mahd NH_3 -Emissionen (Abb. 3). Bezogen auf die Gesamtverluste lässt sich im System-Mahd die Überlegenheit des Systems-Weide nur durch emissionsärmere aber teurere Gülleapplikation kompensieren, z.B. durch Schleppschlauchtechnik, starke Wasserverdünnung.

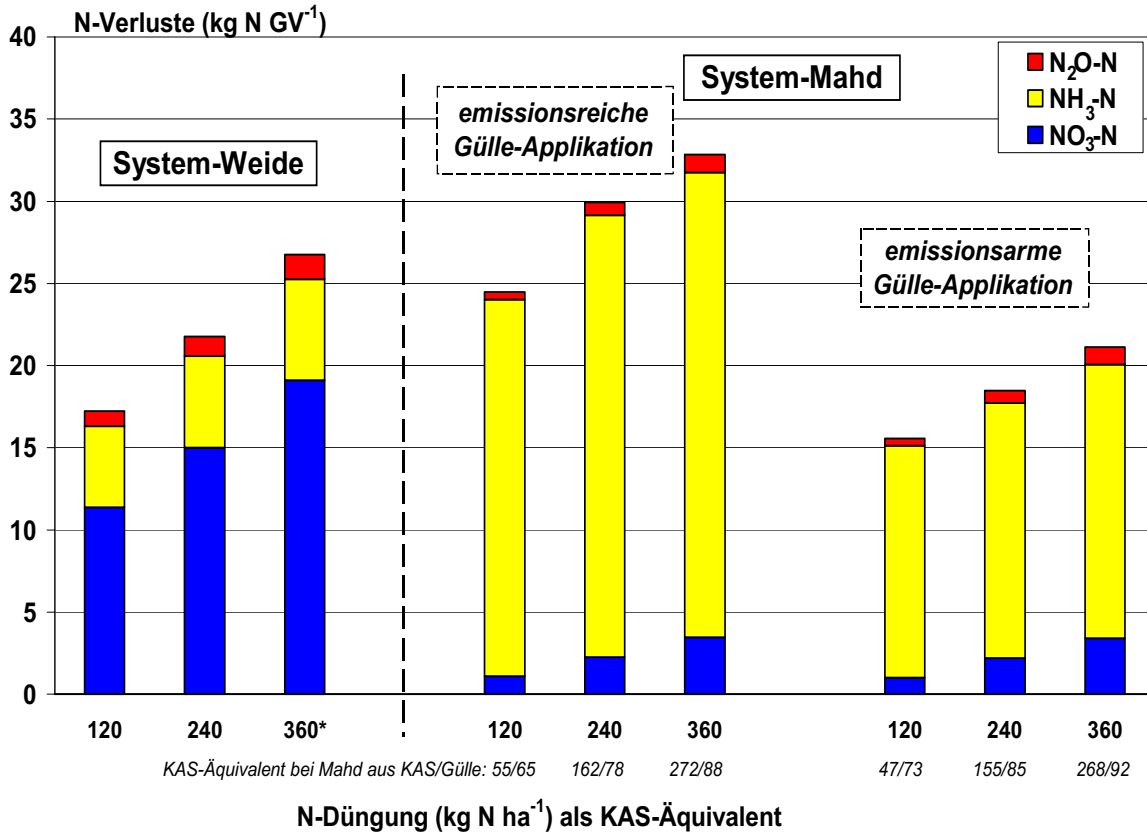


Abb. 4: Kalkulation wichtiger umweltrelevanter N-Verluste als NH_3 , NO_3 und N_2O (in kg N je GV, auf gleicher Basis von 176 Weide-/Stalltagen) für den Mittelgebirgsstandort Rengen / Eifel im System-Weide (bei Kalkammonsalpeter(KAS)-Düngung, 6,4 MJ NEL kg⁻¹ T) und im System-Mahd (inkl. Stall-, Lagerverluste bei emissionsreicher bzw. -armer Gülleausbringung auf Schnittflächen; bei KAS-/Gülledüngung und einer Futterqualität von 6,0 MJ NEL kg⁻¹ T; Düngergaben von 360 kg N ha⁻¹ sind insbesondere auf Weiden (*) als überhöht einzustufen, sind jedoch in der Praxis bzw. bei ungenauer Düngerapplikation in Überlappungszonen durchaus zu finden)

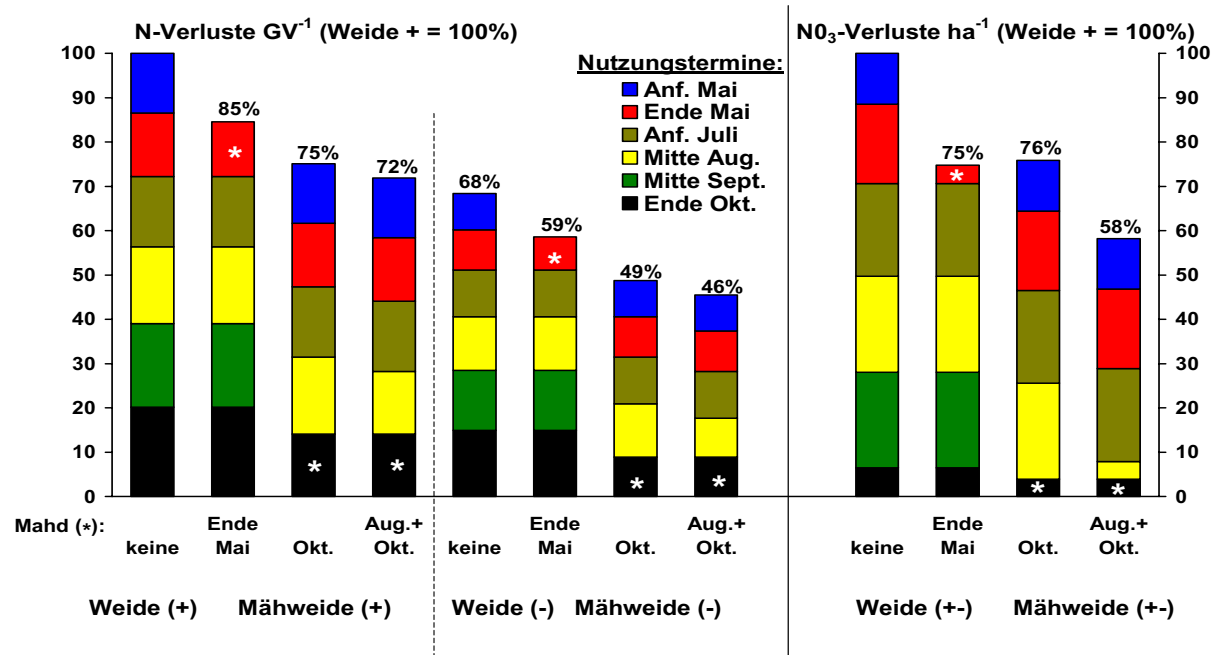


Abb. 5: Kalkulierte umweltrelevante N-Verluste der einzelnen Nutzungstermine bei Weidenutzung und von drei verschiedenen Mähweideformen mit Schnitt (s. * in den Balken) zu den Terminen Ende Mai, Ende Oktober bzw. August + Ende Oktober, mit emissionsreicher Güllendüngung [+] und emissionsarmer Güllendüngung [-] von 120 kg N ha⁻¹ a⁻¹ (in % dargestellt als N-Verluste je GV (links) und als NO₃-Verluste je ha (rechts); 100 % = Weidegang mit emissionsreicher Güllendüngung mit 34 kg N-Verlusten GV⁻¹ bzw. 20 kg NO₃-N-Austrag ha⁻¹; unterstellte Futterqualität hier einheitlich 6,0 MJ NEL kg⁻¹ T; zeitliche Bezugseinheit: Bewirtschaftungsdauer von 176 Tagen)

Tab. 4: Kalkulierte ganzjährige umweltrelevante N-Verluste und N-Importe in Grünlandbetrieben mit Mahd und ganzjähriger Stallhaltung (Mahdbetrieb) bzw. mit Weidegang in der Vegetationsperiode (Weidebetriebe; mit 176 Tagen Weideperiode + 189 Tagen Stallperiode) bei angestrebter Besatzstärke von 1,3 bzw. [1,5] GV ha⁻¹ für Ren- gen/Eifel bei einer Energiedichte von einheitlich 6,0 MJ NEL kg⁻¹ T

	Mahd-Betrieb	Weide-Betrieb I	Weide-Betrieb II
Anteil Schnittgrünland (in %) ¹⁾	100	52	52
tatsächliche Besatzstärke (GV ha ⁻¹)	1,3 [1,5]	1,3 [1,4]	1,15 [1,25]
Σ der N-Verluste (kg N GV ⁻¹):			
bei emissionsreicher Gülleapplikation	40 [72]	41 [80]	37 [52]
bei emissionsarmer Gülleapplikation	28 [48]	35 [57]	30 [42]
N-Import: kg N ha ⁻¹ a ⁻¹ als KAS-N	36 [116]	91 [235]	19 [60]
kg N ha ⁻¹ a ⁻¹ als Futter-N	- [-]	- [+13 ¹⁾]	+18 ¹⁾ [+29 ¹⁾]

¹⁾ alternativ für Weide-Betriebe: Anhebung auf die angestrebte Besatzstärke des Mahd-Betriebes durch Import von Raufutter mit 17 % XP

Mit dem Modellansatz lassen sich zudem Kombinationen von Weide- und Stallhaltung durch effiziente Mähweidenutzung (Abb. 5) bzw. unterschiedliche tägliche Beweidungsdauer kalkulieren (ANGER 2001). Sie zeigen, dass auf eine tiergerechte Weidehaltung selbst bei dem Ziel des Grundwasserschutzes vor erhöhtem NO_3 -Austrag nicht vollkommen verzichtet werden muss (Abb. 5, rechts). Vor dem Hintergrund der Gesamtemissionen ist sicherlich die Produkteinheit (hier GV) aussagekräftiger für die Beurteilung der Systeme.

Betriebsbezogen können Strategien des Weideganges mit Winteraufstallung der ganzjährigen Stallhaltung gegenübergestellt werden (Tab. 4). Die vorgestellten betriebsbezogenen N-Verluste unterstreichen die Bedeutung einer an der Produktivität des Standortes angepassten Besatzstärke für mögliche Einsparungspotentiale. Zwischen dem Mahdbetrieb und den Weidebetrieben eines Mittelgebirgsstandortes ergeben sich für Produktionszweige ohne umfangreiche Futterimporte, wie Mutterkuhhaltung oder Jungviehaufzucht, keine wesentlichen Unterschiede in der Höhe der umweltrelevanten N-Verluste. Allerdings muss aufgrund der – gegenüber der Gülledüngung – schlechteren Nährstoffwirkung der auf den Weiden mit den Exkrementen ausgeschiedenen Nährstoffen in den Weidebetrieben deutlich mehr Mineraldünger eingesetzt werden, um annähernd die gleiche Besatzstärke wie im Mahdbetrieb zu erzielen. Mit einer geringfügigen Anhebung der Besatzstärke um nur $0,2 \text{ GV ha}^{-1}$ würden auf dem unterstellten Mittelgebirgsstandort im Mittel die N-Verluste je GV um 65 % ansteigen und die dafür notwendig höheren T-Erträge würden sogar um nahezu 300 % höhere N-Düngerimporte erfordern (Tab. 4). Wie zudem der Vergleich der beiden Weidebetriebe zeigt, kann eine begrenzte Substitution der importierten N-Dünger durch Futterzukauf im Einzelbetrieb sinnvoll sein.

Betriebsbezogene Betrachtungen zum N-Überschuss und der Höhe der umweltrelevanten N-Verluste in Produktionssystemen, die wie die Milchproduktion nicht ohne erheblichen Import von Zukauffutter auskommen (vgl. Tab. 3), sollen für zwei unterschiedliche Modellbetriebe vorgestellt werden (Tab. 5). Orientiert an der geringen durchschnittlichen Grundfutterleistung der Milchviehbetriebe im Rheinland von unter 3.000 kg Milch (z.B. RICHARDS et al. 1998) erzeugt der Modellbetrieb A mit mäßiger Grünlandfutterqualität von $5,8 \text{ MJ NEL kg}^{-1} \text{ T}$ nur 3.000 kg Milch aus dem eigenen Grünlandfutter. Modellbetrieb B verzichtet auf einen Maximalertrag und erzielt durch einen früheren Schnitt deutlich bessere Grünlandfutterqualität in der Grassilage, mit der Folge einer deutlich höheren Grünlandfutterleistung, die mit 5.000 kg Milch je Kuh in diesem Szenario unterstellt ist.

Die Modellberechnungen belegen, dass eine hohe Grünlandfutterqualität in Betrieb B erhebliche Vorteile für die N-Bilanz zur Folge hat (Tab. 6). In der Höhe der kalkulierten N-Verluste finden sich bei gleicher Milchleistung von 8.000 kg je Kuh unabhängig von der Gülleapplikationstechnik keine nennenswerten Unterschiede zwischen Betrieb A und Betrieb B. Ein Vorteil hoher Grünlandfutterqualität kommt jedoch nur dann zur Wirkung, wenn garantiert ist,

Tab. 5: Basisdaten zur Kalkulation der Szenarien mit Milchproduktion in Grünlandbetrieben im Tiefland mit System-Mahd (ganzjähriger Aufstallung, Güllewirtschaft)

Modellszenarien	Betrieb A	Betrieb B
System der Grünlandnutzung	Mahd mit ganzjähriger Aufstallung und Güllewirtschaft	
Grünlandfutterleistung (kg Milch $\text{Kuh}^{-1} \text{ a}^{-1}$)	3.000	5.000
Brutto-Grünlandertrag (dt T ha^{-1})	101	89
Energiedichte – Grünlandfutter ($\text{MJ NEL kg}^{-1} \text{ T}$)	5,8	6,3

Tab. 6: Kenndaten zur N-Effizienz in den Modellbetrieben mit unterschiedlichem Kuhbesatz bei einem Milchertrag von 12.000 kg ha⁻¹ in einer Tieflandregion

Modellbetrieb	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb A
Milchleistung je Milchkuh	8.000	8.000	10.000
Viehbesatz (Milchkühe ha ⁻¹)	1,5	1,5	1,2
Zukauffutterimport ^{a)} (kg ha ⁻¹)	3.264	2.063	3.331
N-Überschuss ^{b)}	in kg ha ⁻¹	126	45
	in kg N t ⁻¹ Milch	10,5	3,8
N-Verluste ^{c)} (emissionsreich)	in kg ha ⁻¹	109	110
	in kg N t ⁻¹ Milch	9,1	9,2
N-Verluste ^{d)} (emissionsarm)	in kg ha ⁻¹	79	77
	in kg N t ⁻¹ Milch	6,6	6,4

a) = Ausgleichskraftfutter (8,05 MJ NEL/120 g XP/164 g nXP je kg T) + MLF (7,96 MJ NEL/227 g XP/210 g nXP je kg T)

b) = ergänzend zur Gülledüngung zusätzlich notwendige Mineraldüngung und N₂-Fixierung mit Weißklee berücksichtigt

c) = N-Verluste (NO₃, NH₃, N₂O, N₂) von Stallung, Güllelager, emissionsreicher Gülleapplikation (z.B. Prallteller), Schnittfläche

d) = N-Verluste wie c), jedoch bei emissionsarmer Gülleapplikation (z.B. Schleppschuh / H₂O-Verdünnung)

dass die Milchkühe ein ausreichendes genetisches Potential für die Aufnahme umfangreicher, qualitativ hochwertiger Grünfuttermengen besitzen. Entgegen dem derzeit meist zu beobachtenden Trend zur Höchstleistungskuh mit individueller Leistung von 10.000 und mehr kg Milch sollte daher ein derartiges Zuchtziel in der Tierproduktion mit Priorität verfolgt werden (HAIGER 1993). Eine weitere Ausdehnung der bereits sehr hohen individuellen Milchleistungen ist allerdings kritisch zu hinterfragen. Hier wird nicht soviel betriebseigenes Grundfutter wie möglich eingesetzt, sondern das Grundfutter soll nur als „Fasergrundlage“ die physikalische Voraussetzung bieten, hohe Mengen leicht verdaulicher Kohlenhydrate zu verwerten (FLACHOWSKY et al. 2000). Diese auf dem Acker produzierten Kohlenhydrate führen als Kraftfutterimporte jedoch zu erheblichen N-Überschüssen in den Grünlandbetrieben (Tab. 6).

Häufig wird behauptet, dass mit der Haltung von Höchstleistungskühen erheblich niedrigere N-Emissionen je produzierter Milchmenge einhergehen. Hintergrund dafür ist bei gleichschweren Kühen der geringere Erhaltungsbedarf je produzierter Milchmenge bei der Höchstleistungskuh (KIRCHGEBNER 1997). Der Nachteil einer Höchstleistungskuh besteht allerdings in einer geringen Grundfutterleistung. Wird in den Kalkulationen für eine 10.000-Liter-Kuh sogar eine für Höchstleistungskühe eher als günstig einzustufende Grünlandfutterleistung von 3.000 kg Milch in Betrieb A unterstellt, dann lassen sich bei praxisüblicher Gülletechnik etwas geringere N-Emissionen kalkulieren als im Betrieb B (Tab. 6). Keine Unterschiede zwischen den Szenarien finden sich bei der zukunftssträchtigen, emissionsärmeren Gülleapplikation. Wird jedoch das gesamte System betrachtet, dann sind bei geringer Grünlandfutterleistung ökonomische wie auch ökologische Nachteile zu erwarten. Denn sehr hohe Kraftfuttermengen müssen zugekauft werden, deren Produktion im Ackerbaubetrieb und Transport zum Grünlandbetrieb zudem zusätzliche N- und Energieverluste verursachen.

Die in Tab. 6 vorgestellten Werte beziehen sich ausschließlich auf die Modellszenarien. Gegenüber diesen Bedingungen dürften die meisten Praxisbetriebe bei erheblich ungünstigerem Management – als in den Modellbetrieben unterstellt – sowie z.T. sehr hohen Mineraldüngergaben und zusätzlicher Haltung von Jungvieh erheblich höhere N-Verluste aufweisen. Darauf deuten auch die hohen N-Überschüsse in vielen Praxisbetrieben hin (vgl. Tab. 2 und Abb. 1).

3 Extensive Grünlandnutzungssysteme

3.1 Einfluss der Futterqualität

In extensiven Grünlandnutzungssystemen werden die Aufwüchse nicht vom Milchvieh, sondern – aufgrund ihrer geringeren Ansprüche an die Futterqualität – eher von Jungrindern, Fleischrindern, Mutterkühen und Schafen, Pferden oder gar Ziegen verwertet (vgl. Abb. 1 und 5). Die ökonomischen Rahmenbedingungen derartiger Produktionssysteme sind durch sehr niedrige Erzeugerpreise sowie dem zukünftigen Wegfall der Tierprämien geprägt. Damit einher geht die Gefahr, dass eine regelmäßige Nutzung der Extensivgrünlandbestände nicht immer gewährleistet ist. Eine derartige Situation findet sich derzeit bereits regional gerade in Mittelgebirgsregionen, wo – wie z.B. in Thüringen – ein erheblicher Überschuss an Extensivgrünlandflächen nicht selten unzureichend genutzt wird. Im Rahmen von Landschafts-/ bzw. Naturschutzprogrammen kann die Bewirtschaftung von Extensivgrünlandflächen finanziell gefördert werden. Die damit verbundenen Bewirtschaftungsaufgaben dienen dem Erhalt von artenreichen bzw. seltenen Grünlandgesellschaften. Doch damit ist die futterbauliche Nutzung den in den Programmen formulierten Schutzziele eindeutig unterzuordnen. Andererseits ist eine ausreichend futterbauliche Verwertung der Extensivbestände im landwirtschaftlichen Betrieb Grundvoraussetzung für die Akzeptanz der Programme durch die Landwirte. Damit rücken Fragen der Futterqualität und der innerbetrieblichen Verwertung der Extensivaufwüchse in den Vordergrund. Die Auswirkungen extensiver Grünlandbewirtschaftung auf die Flora schützenswerter Grünlandgesellschaften sowie die Auswirkungen der Extensivgrünlandbewirtschaftung auf die Fauna, wie beispielsweise beim Schutz von Bodenbrütern, wird an dieser Stelle nicht näher beschrieben, da dieses Thema in diesem Band gesondert behandelt wird (SCHUMACHER 2004).

Die Auswirkungen der Bewirtschaftungsaufgaben auf die Futterqualität von Extensivgrünland und damit die Betroffenheit des Futterbaus wird nachfolgend anhand von Ergebnissen aus umfangreichen Untersuchungen in der Eifel, dem Bergischen Land und im Siegerland skizziert. Im Mittelpunkt der in 210 – 600 m ü. NN in drei Untersuchungsjahren durchgeführten Studien standen die nachfolgend aufgeführten Grünlandgesellschaften, die mit einer unterschiedlichen Anzahl an Probeschnitten (n) erfasst wurden; als Auszug aus den floristischen Erhebungen sei an dieser Stelle nur auf die mittlere Artenzahl (AZ) verwiesen (vgl. Details in ANGER et al. 2002a und 2002b):

- *Arrhenatheretum medioeuropaeum* (Tal-Glatthaferwiesen); n = 5 und $\bar{\Delta}$ AZ = 36
- *Arrhenatheretum montanum* (Berg-Glatthaferwiesen); n = 26 und $\bar{\Delta}$ AZ = 38
- *Geranio-Trisetetum* (Goldhaferwiesen); n = 3 und $\bar{\Delta}$ AZ = 25
- *Calthion* (eutrophe Nasswiesen; i.e.S. Wiesenknöterichwiesen); n = 6 und $\bar{\Delta}$ AZ = 35
- *Mesobromion* (Kalkhalbtrockenrasen); n = 3 und $\bar{\Delta}$ AZ = 38
- *Festuco-Cynosuretum* (Rotschwingel-Straußgrasweiden); n = 7 und $\bar{\Delta}$ AZ = 33

Auf Extensivgrünland hat der vorgeschriebene späte erste Schnitttermin sicherlich den nachhaltigsten Einfluss auf die Futterqualität. Für Mittelgebirgsregionen schreiben viele Grünlandextensivierungsprogramme für die untersuchten Gesellschaften i.d.R. den 1. Juli vor (ANONYMUS 1995b). Im Mittel aller Proben kann eine Energiedichte von $4,8 \text{ MJ NEL kg}^{-1} \text{ T}$ im Extensivheu veranschlagt werden (Tab. 6). Futterbaulich interessant ist vor allem die erhebliche Schwankungsbreite in allen untersuchten Futterqualitätsparametern auf den Einzelflächen und in den Einzeljahren. Insbesondere die z.T. erhebliche Streuung der Futterqualität innerhalb der einzelnen Pflanzengesellschaften unterstreicht, dass die Grünlandgesellschaft keinerlei

Tab. 6: Mittlere Futterqualität aller zum 1. Juli beprobten Extensivgrünflächen analysiert im Grüngut sowie der Energiedichte im Heu unter Berücksichtigung der geschätzten Konservierungsverlusten

	Grüngut (1. Juli)		Heu (1. Juli)	
	\bar{x}	(Min.-Max.)	\bar{x}	(Min.-Max.)
Energiedichte (MJ NEL kg ⁻¹ T)	5,1	(4,0 – 5,9)	4,8	(3,7 – 5,7)
Rohproteingehalt (% in der T)	9,5	(5 – 16)		
Rohfasergehalt (% in der T)	27,7	(21 – 34)		

Rückschlüsse auf die zu erwartende Futterqualität der Aufwüchse zulässt (ANGER et al. 2002b). Während die pflanzensoziologische Zuordnung einer Grünlandfläche nicht selten von geringem Vorkommen charakteristischer Kennarten bestimmt wird (KLAPP 1965), so wird die Futterqualität eines Grünlandbestandes von den hauptbestandbildenden Arten und ihrem Alter beeinflusst (KÜHBAUCH 1987, ANONYMUS 1997). Sind die Massenanteile durch stängelarme und blattreiche Arten im Grünlandbestand geprägt, ist eine höhere Futterqualität zu erwarten als bei stängelreichen Arten. Derartige von der Bestandszusammensetzung ausgehende Differenzen in der Energiedichte lassen sich auch zwischen mehreren Berg-Glatthaferwiesen im Rahmen einer Zeitreihenstudie mit mehreren Beprobungsterminen vor und nach dem laut Extensivierungsprogramm vorgeschriebenen Nutzungstermin am 1. Juli feststellen (Abb. 6).

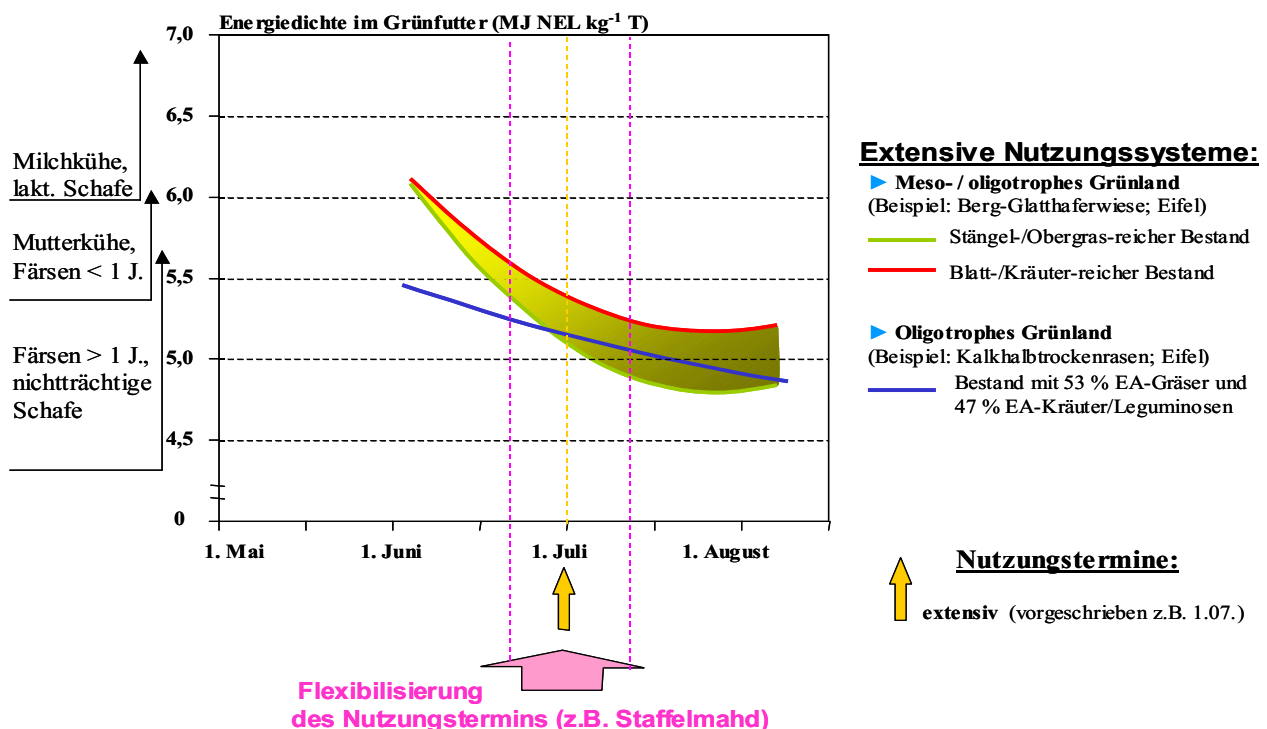


Abb. 6: Veränderung der Energiedichte (in MJ NEL kg⁻¹ T) von Extensivgrünlandbeständen vor und nach dem vorgeschriebenen Nutzungstermin am 1. Juli sowie Angaben zu Anforderungen von Wiederkäuern an die Energiedichte (links)

Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse aus der Zeitreihenuntersuchung einen unterschiedlich intensiven Abfall der Energiedichte für die beprobten Extensivbestände mit zunehmender Seneszenz (Abb. 6). Stängelreiche und damit weniger nutzungselastischere Bestände sollten demnach nicht später als zum vorgeschriebenen Termin geschnitten werden, da sie bereits wenige Tage später eine deutlich geringere Energiedichte aufweisen. Die beiden anderen Bestände sind aufgrund der weniger stark abfallenden Futterqualität als etwas nutzungselastischer einzustufen. Eine deutliche Verbesserung der Futterqualität und damit eine günstigere Verwertung aller Extensivaufwüchse in der Wiederkäuerfütterung kann erzielt werden, wenn bereits früher als zum vorgeschriebenen Nutzungstermin geschnitten werden kann. Ob ein derartiges Vorgehen – z.B. im Rahmen einer Staffelmahd – zugestanden werden kann, ist jedoch davon abhängig, dass mit einem etwas früheren Nutzungstermin keine naturschutzrelevanten Schutzziele gefährdet werden.

3.2 Verwertungsmöglichkeiten von Extensivgrünlandfutter

Eine umfangreiche Verwertung der Aufwüchse von Extensivgrünland in der Fütterung ist die Basis für den Erhalt ökologisch wertvoller Grünlandgesellschaften. Voraussetzung dafür ist, dass ein Betrieb durch die Struktur seines Viehbestandes genügend Möglichkeiten besitzt, das eher energiearme Extensivfutter sinnvoll in der Fütterung zu integrieren (vgl. Abb. 6). Auf der Grundlage von Befragungen in 59 Grünlandbetrieben im Mittelgebirge Nordrhein-Westfalens und Kalkulationen zur Verwertung von Extensivheu mit einer mittleren Energiedichte von $4,8 \text{ MJ NEL kg}^{-1} \text{ T}$ (vgl. Tab. 6) kann für einen Großteil der Betriebe zusätzlicher Spielraum für eine umfangreichere Integration von Extensivheu berechnet werden (Tab. 7). Es zeigt sich, dass insbesondere viele Milchviehbetriebe durch eine umfangreichere Verfütterung von Extensivheu an ihr Jungvieh deutlich mehr Extensivgrünlandwiesen bewirtschaften könnten. Zusätzliches Integrationspotential für Extensivheu besitzen ebenfalls Mutterkuhbetriebe.

Höhere Extensivweideanteile an der gesamten Extensivgrünlandfläche eines Betriebes sind futterbaulich betrachtet eher vorteilhaft einzustufen, da die extensive Beweidung mit stark reduzierter Besatzdichte eine ökologisch interessante heterogene Bestandesstruktur fördert (u.a. VORMANN 1998, ZHAO et al. 2002). Durch die Selektionsmöglichkeiten der Weidetiere ist die Futterqualität des von den Tieren aufgenommenen Futters deutlich höher als im Extensivheu einzustufen. Dies hat zur Folge, dass zwischen Extensiv- und Intensivweiden keine gravierenden Unterschiede in der Lebendgewichtszunahme je Tier festgestellt werden können. Aufgrund der geringeren Besatzdichte auf den Extensivweiden führt dies verständlicherweise zu einer geringeren Flächenleistung.

Tab. 7: Kalkulierter prozentualer Anteil für die Verwertung von Extensivheu mit $4,8 \text{ MJ NEL kg}^{-1} \text{ T}$ in den untersuchten Grünlandbetrieben aus Eifel, Bergisches Land und Siegerland (n = 59)

	zusätzlicher Spielraum (%)	ausgeglichene Verwertung (%)	Überschuss- situation (%)	n
alle Betriebe	63	10	27	59
Milchviehbetriebe	74	10	15	38
Mutterkuhbetriebe	57	7	36	14
sonstige Rinderbetriebe	14	14	70	7

4 Fazit

Die Bewertung einer nachhaltigen Bewirtschaftung von Grünlandflächen bedarf einer umfassenden Analyse der unterschiedlichen Grünlandssysteme und des Managements im Betrieb. Wenn der Faktor Grünlandfläche nicht knapp ist und damit hohe Besatzstärken vermieden werden, besitzt der Grünlandbetrieb meist Reserven und Möglichkeiten, um ökologisch verträglicher zu wirtschaften. Zusammenfassend können folgende Punkte festgehalten werden:

- Futterqualität im Grünlandfutter:
 - ⇒ hohe Grünlandfutterqualität und emissionsarme Gülletechnik in intensiven Grünlandsystemen mindern die N-Verluste, d.h. fördern den abiotischen Ressourcenschutz;
 - ⇒ verbesserte Futterqualität im Extensivfutter, z.B. durch Staffelmahd auf Extensivwiesen oder Beweidung von Extensivflächen, erhöht das Potential, biotisch wertvolles Extensivgrünland zu erhalten;
 - ⇒ als wertvoller Parameter zur Bemessung nachhaltiger Systeme ist die Futterqualität sowohl in der Beratung als auch in Strategiebewertungen stärker zu berücksichtigen.
- Nachhaltige Milchproduktion auf Grünland:
 - ⇒ bei Verzicht auf Höchstleistungskühe und ausreichender Flächenverfügbarkeit können Grünlandbetriebe die N-Verluste und Nährstoffüberschüsse annähernd auf das Niveau von Acker-Futterbaubetrieben absenken;
 - ⇒ durch Weidegang sowie der Nutzung von Naturschutzgrünland mit Jungvieh ergeben sich für die Milchproduktion auf Grünland sogar deutliche Vorteile gegenüber Ackerbaubetrieben (artgerechtere Nutztierhaltung, höhere Biodiversität).
- Erhalt und Förderung einer vielfältigen Grünlandnutzung
 - ⇒ die bestehenden Grünlandprogramme zur Senkung des Nährstoffinputs in intensiven Nutzungssystemen bzw. zum Erhalt von Extensivgrünlandbeständen können erheblich zur Schonung von abiotischen bzw. biotischen Ressourcen beitragen;
 - ⇒ durch den Erhalt einer wettbewerbsfähigen Milchproduktion mit ausreichender Jungviehaufzucht in einer Vielzahl von Grünlandbetrieben besteht eine gute Voraussetzung zur nachhaltigen und vielfältigen Landnutzung gerade in grünlandgeprägten Regionen.

5 Summary

Intensive grassland systems are characterized by highly productive swards with a limited number of species dominated by grasses. These at an early stage and frequently utilized swards are the main forage basis in grassland farms with milk or meat production. The reported range of N surplus in grassland dairy farms (c. 150 to 400 kg N ha⁻¹ in conventional dairy farms and c. 60 to 110 kg N ha⁻¹ in dairy farms with a low stocking rate and without import of fertilizer N) indicate the high risk of environmental relevant N losses, the main burden for the abiotic resources of such systems. The described modeling supported evaluation of management strategies to reduce N losses and N surplus in intensive grassland systems – that is based on different experiments on grassland in western Germany – consider different productivity of lowland and highland sites, different strategies of grazing and cutting systems, different forage quality and imports of concentrates, different slurry application systems, different stocking rate and individual milk productivity.

Extensive grassland systems often show species rich swards with an immense value for biotic resources. Those late and frequently extensive utilized swards produce forage with low quality that can only feed low productive ruminants as young stock, extensive suckler cows or sheep but not dairy cows. The slightly improved forage quality from extensive grassland – that is often financed by programs of nature conservation – can influence the acceptance of the farmers for those programs. The presented recommendations – such as staggered mowing around the official prescribed late mowing date or the evaluation of the margin to integrate extensive grassland forage in farms – are based on large-scale investigations in upland areas of Eifel, Bergisches Land and Siegerland on grassland with extensive grassland societies. Knowledge of change of forage quality dependent on sward composition, age of sward, proportion of stems and leaves in the cut forage can help to find the best strategy to utilize extensive grassland even within the small margin of the management restricted programs.

6 Literatur

- AARTS, H.F.M., HABEKOTTE, B., HILHORST, G.J., KOSKAMP, G.J., VAN DER SCHANS, F.C. and DE VRIES, C.K. (1999): Efficient resource management in dairy farming on sandy soils. *Neth. J. Agric. Sci.* **47**, 153-167.
- AARTS, H.F.M., HABEKOTTE, B. and VAN KEULEN, H. (2000): Nitrogen (N) management in the 'De Marke' dairy farm system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **56**, 231-240.
- ANGER, M., HOFFMANN, U. und KÜHBAUCH, W. (1997): Hoftorbilanzen von Grünlandbetrieben des Mittelgebirges. *Verhandlungen Ges. für Ökologie* **27**, 147-153.
- ANGER, M. (2001): Kalkulation der umweltbelastenden Stickstoffverluste auf Dauergrünland und Bewertung des nachhaltigen Stickstoffeinsatzes im Grünlandbetrieb. *Habil. Univ. Bonn*, 290 S.
- ANGER, M. und WEINS, P. (2001): Hoftorbilanzen biologisch wirtschaftender Betriebe im Bergischen Land. *Vortragsmanuskript, unveröffentlicht.*
- ANGER, M. und SCHOLEFIELD, D. (2002): Schätzung der umweltrelevanten N-Verluste auf Grünland im Mittelgebirgsraum - Vergleich zweier Schätzmodelle. *Mitt. AG Grünland und Futterbau* **4**, 23-29.
- ANGER, M., MALCHAREK, A. und KÜHBAUCH, W. (2002a): Futterbauliche Bewertung von Extensivgrünland im Mittelgebirgsraum Westdeutschlands. 1. Floristische Zusammensetzung und Biomasseertrag. *J. of appl. Botany* **76**, 41-46.
- ANGER, M., MALCHAREK, A. und KÜHBAUCH, W. (2002b): Futterbauliche Bewertung von Extensivgrünland im Mittelgebirgsraum Westdeutschlands. 2. Energiedichte, Rohprotein- und Rohfaserkonzentration sowie Zellwandbestandteile. *J. of appl. Botany* **76**, 47-51.
- ANONYMUS (1995a): Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen für die Förderung einer markt- und standortangepaßten Landbewirtschaftung (Extensivierung). *RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft*, v. 27.06.1995, II A 5 - 72.40.32.

- ANONYMUS (1995b): Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen für die Erhaltung und Pflege von Grünlandbiotopen im Rahmen des Mittelgebirgsprogramms. Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Nr. 37, 625-633.
- ANONYMUS (1997): DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. Dokumentationsstelle, Universität Hohenheim (Hrsg.), 7. Aufl., DLG-Verl., Frankfurt / M., 212 S.
- ANONYMUS (2004): Pers. Mitteilung; Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Bonn.
- BACH, M. (1987): Die potentielle Nitrat-Belastung des Sickerwassers durch die Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. Göttinger Bodenkundl. Ber. **93**, 1-186.
- BOLLER, B.C., CADISCH, G., WEISE, S. und NÖSBERGER, J. (1987): Ertragsbildung und Stickstoff-Fixierung von Weißklee-Ökotypen aus verschieden bewirtschafteten Naturwiesen. Schweiz. Landw. Forsch. **26**, 181-189.
- BROWN, L., SCHOLEFIELD, D., JEWKES, E.C. and LOCKYER, D.R. (2003): NGAUGE: a decision support system to optimise N fertilization of UK grassland for economic and/or environmental goals. 12th N Workshop, Exeter, UK.
- DÖHLER, H. und ALDAG, R. (1989): Freilandversuche zur Erfassung der Ammoniakfreisetzung nach Gülleausbringung. VDLUFA-Schriftenreihe **28**, Kongreßband 1988, 291-301.
- FLACHOWSKY, G., LEBZIEN, P. und MEYER, U. (2000): Zur Fütterung von Hochleistungskühen. Züchtungskde. **72**, 471-485.
- HAIGER, A. (1993): Ökologie und Ökonomik in der Milchviehzucht. Ber. Ldw. **71**, 91-97.
- KIRCHGEßNER, M. (1997): Tierernährung. 10. Aufl., DLG-Verl. Frankfurt / M., 582 S.
- KLAPP, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort. Verl. Paul Parey, Berlin / Hamburg, 384 S.
- KÜHBAUCH, W. (1987): Veränderung der Qualität von Grundfutter unter dem Einfluß von Standort und Bewirtschaftung. Kali-Briefe **18**, 485-510.
- KÜHBAUCH, W., SCHELLBERG, J., ANGER, M. und HÜGING, H. (1996): Nährstoffreduzierte Grünlandwirtschaft. Forschungsber. Landw. Fakultät, Univ. Bonn, H. 34, 37-49.
- LEDGARD, S.F., PENNO, J.W. and SPROSEN, M.S. (1999): Nitrogen inputs and losses from clover / grass pastures grazed by dairy cows, as affected by nitrogen fertilizer application. J. Agric. Sci. Camb **132**, 215-225.
- MÜLLER, J. und EILER, T. (1995): Betriebsbedingte Nährstoffbilanzen am Beispiel eines Futterbaubetriebes. In: Bundesarbeitskreis Düngung (Hrsg.): Nährstoffbilanz im Blickfeld von Landwirtschaft und Umwelt. Frankfurt / M., 44-51.
- PEEL, S., CHAMBERS, B.J., HARRISON, R., and JARVIS, S.C. (1997): Nitrogen emissions from complete dairy farm systems. In: JARVIS, S.C. and PAIN, B.F. (eds.): Gaseous nitrogen emissions from grassland. CAB Intern., Oxon, New York, 383-390.
- RICHARZ, W., HÖLZMANN, H. und SPIEKERS, H. (1998): Rentabilität der Milchviehhaltung im Rheinland. Betriebsergebnisse 1996/97 aus den Arbeitsgemeinschaften Milchviehhaltung. Mitt. Beratung, Landwirtschaftskammer Rheinland, Bonn, 50 S.
- ROTZ, C.A., MERTENS, D.R., BUCKMASTER, D.R., ALLEN, M.S. and HARRISON, J.H. (1999): A dairy herd model for use in whole farm simulations. J. dairy Sci. **82**, 2826-2840.

- SCHERINGER, J. and ISSELSTEIN, J. (2001): Nitrogen budgets of organic and conventional dairy farms in North-West germany. *Grassland Sci. in Europe* **6**, 284-287.
- SCHUMACHER, W. (2004): Erfolge und Defizite des Vertragsnaturschutzes im Grünland. Beitrag in diesem Tagungsband.
- SCHOLEFIELD, D., LOCKYER, D.R., WHITEHEAD D.C. and TYSON, K.C. (1991): A model to predict transformations and losses of nitrogen in UK pastures grazed by beef cattle. *Plant and Soil* **132**, 165-177.
- SPIEKERS, H. und PFEFFER, E. (1991): Umweltschonende Ernährung von Schwein und Rind mit Stickstoff und Phosphor. Übers. Tierernährg. **19**, 201-246.
- VORMANN, M. (1998): Auswirkungen einer extensiven Beweidung von Feuchtgrünland des westlichen Münsterlandes auf Vegetation, Ertrag, Futterqualität und Lebendgewichtszunahme der Weidetiere. Diss. Univ. Bonn, 175 S.
- ZHAO, G, HOFMANN, M. und ISSELSTEIN, J. (2002): Zeitliche und räumliche Aspekte der Narbenstruktur und des Futterangebotes eines extensivierten Grünlandes bei Beweidung mit Schafen. *Pflanzenbauwissenschaften* **6**, 17-24.

Priv.-Doz. Dr. Michael Anger
Institut für Pflanzenbau
Universität Bonn
Katzenburgweg 5, 53115 Bonn
Fax: 0228 - 73 3185
E-Mail: m.anger@uni-bonn.de

Aspekte der Tiergerechtigkeit bei der Weidehaltung von Rindern

Aspects of animal welfare in cattle kept on pasture

L. Schrader und C. Mayer

1 Einleitung

Eine tiergerechte Haltung ermöglicht den Tieren, wesentliche Aspekte ihres angeborenen Verhaltens zu zeigen. Das Verhalten der Nutztiere hat sich als Anpassung an ihren natürlichen Lebensraum entwickelt. Analog beispielsweise zu morphologisch-anatomischen Anpassungen (z.B. Flotzmaul der Rinder) haben sich auch entsprechende Verhaltensweisen (z.B. rindertypische Nahrungsaufnahme) im Laufe der Evolution entwickelt, wenn sie für die Merkmalsträger Vorteile hatten. Somit gibt es auch für Verhaltensweisen eine genetische Disposition und sie erfüllen bestimmte Funktionen, die dem Tier letztlich Wachstum, Selbsterhalt und Reproduktion ermöglichen (SCHRADER 2000).

In der Haltung können Aspekte des Verhaltens allerdings ihre Funktion verlieren. Beispielsweise besteht für Nutztiere kaum noch die Notwendigkeit zur Nahrungssuche und die Suche nach Fortpflanzungspartnern entfällt in der Regel ebenfalls. Es kann also zu einer Entkopplung zwischen den Verhaltensmechanismen (z.B. Nahrungssuchverhalten) und den Verhaltensfunktionen kommen, da der Tierhalter die Tiere ausreichend mit entsprechenden Ressourcen (z.B. Futter) versorgt. Trotzdem können die Tiere hoch motiviert sein, bestimmte Verhaltensweisen zu zeigen. So zeigen Kälber auch dann eine hohe Saugmotivation, wenn sie ausreichend mit Nahrung versorgt sind (DE PASSILLÉ und RUSHEN 1997). Bietet die Haltungsumwelt keine adäquaten Bedingungen, das Verhalten auszuführen, kann es zu einer Überforderung der Anpassungsfähigkeit kommen. Auch bei Nichtbeachtung des biologischen Bedarfes der Tiere (z.B. bezüglich der Ernährung, klimatischer Bedingungen) kann ihre Anpassungsfähigkeit überfordert werden. Erkennbar ist dies an Verhaltensabweichungen, pathologischen und physiologischen Veränderungen, erhöhter Morbidität und Mortalität.

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Frage, wie sich die Weidehaltung auf das Verhalten und die Thermoregulation von Rindern auswirkt. Insbesondere werden hierbei die Verhaltensweisen aus den Funktionskreisen Sozialverhalten, Fortbewegung, Ruheverhalten und Nahrungsaufnahmeverhalten berücksichtigt. Im Hinblick auf die Haltung von Mutterkühen wird noch auf das Sexual- und Kuh-Kalb-Verhalten eingegangen.

2 Sozialverhalten

Rinder leben natürlicherweise in individualisierten Herden. Bei Wildrindern handelt es sich um Kleinherden mit 20–30 Tieren, wobei sich mehrere Kleinherden zu Großherden zusammenschließen können. Innerhalb großer Herden bilden auch domestizierte Rinder Untergruppen. Die Herdenverbände der Wildrinder sind matrilinear organisiert, d.h. sie setzen sich aus den Mutterkühen mit ihrem Nachwuchs zusammen. Die weiblichen Tiere verbleiben in der Herde. Männliche Tiere verlassen ab dem Alter von 2 Jahren die Herde und bilden Junggesel-

lengruppen (2–4 Tiere) oder leben, insbesondere ältere Bullen, als Einzelgänger. Typischerweise synchronisieren Rinder in der Herde ihr Nahrungsaufnahme- und Ruheverhalten.

Der Zugang zu Ressourcen wie Nahrung, Wasser, Liegeplatz und Sexualpartner wird über Rangbeziehungen zwischen den Tieren geregelt. Die Rangordnung wird mit Beginn der Geschlechtsreife zwischen den Tieren bestimmt, eine stabile Rangordnung wird aber erst im Alter von mehr als 18 Monaten erreicht (SAMBRAUS 1978). In der Haltung treten Rangauseinandersetzungen ebenfalls bei der Integration fremder Tiere in die Herde und beim Weideaustrieb nach Anbindehaltung im Winter auf. Bei Neugruppierung von Rindern werden die Rangverhältnisse innerhalb 24–72 h geklärt. Anschließend finden physische Auseinandersetzungen nur noch selten statt und die Rangordnung wird nahezu ausschließlich über das Ausdrucksverhalten aufrechterhalten (KONDO und HURNIK 1990).

Für die Rangauseinandersetzungen ist es wichtig, dass den Tieren ausreichend Platz und Fluchtmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Dies ist bei Weidehaltung besser erfüllbar als bei Stallhaltung. Unnötiges Trennen bzw. Vermischen von Herden sollte vermieden werden.

3 Nahrungsaufnahme

Wie bereits ausgeführt, geschieht die Nahrungsaufnahme bei Rindern stark synchron. Auf der Weide ist das Futter (Gras) weiträumig und homogen verteilt, jederzeit zugänglich und somit ist eine synchrone Nahrungsaufnahme möglich. Zusätzlich können die Tiere ihre Ausweichdistanz einhalten, die zwischen 0,5 m und 3 m beträgt. Auf der Weide halten Rinder beim Grasens sogar einen noch größeren Abstand voneinander ein (9–12 m, Kondo et al. 1989). Bei der Weidehaltung können Rinder so soziale Auseinandersetzungen vermeiden oder haben ggf. ausreichend Platz, sich auszuweichen. Bei Stallhaltung führt ein unzureichendes Angebot an Fressplätzen zu Auseinandersetzungen zwischen den Tieren und kann auch zu einer Beeinträchtigung des Ruheverhaltens führen (Schrader et al. 2002, Abb.1).

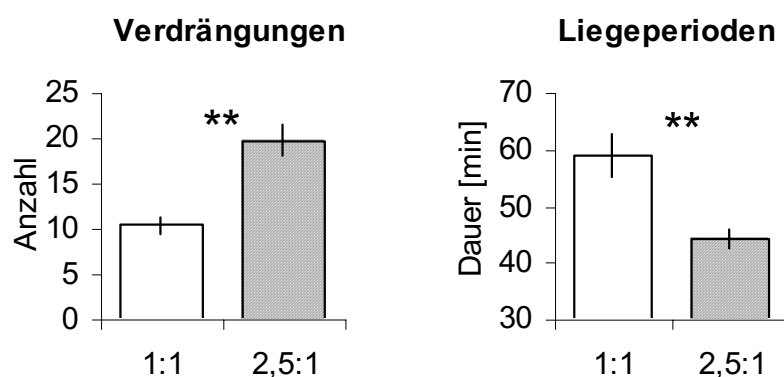


Abb. 1: Anzahl Verdrängungen vom Fressplatz und mittlere Dauer der Liegeperioden bei einem Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1:1 und 2,5:1 (Schrader et al. 2002)

Weidehaltung ermöglicht daher leichter eine verhaltensgerechte Fütterung als Stallhaltung. Lediglich bei der Portionsweide ist darauf zu achten, dass der frisch zugeteilte Streifen breit genug ist, damit alle Tiere gleichzeitig nebeneinander fressen können. Wenn dies beachtet wird, können auch die Weideverluste durch zertretenes Futter verringert werden.

Ein weiterer Vorteil der Weidehaltung ist, dass die Nahrung im typischen Weideschritt aufgenommen werden kann und sowohl den Verhaltens- als auch den Ansprüchen nach strukturier-tem und rohfaserreicherem Futter entspricht. Auf der Weide muss allerdings gerade bei hoch-leistenden Milchkühen auf eine ausreichende Nährstoffversorgung geachtet werden.

Gewährleistet werden muss auch eine ausreichende Versorgung mit Wasser. Da Rinder Saug-trinker sind, sollten wenn möglich Trogränken oder zumindest Beckentränken mit hohem Durchfluss zum Einsatz kommen. Bei der Weidehaltung sind Beckentränken an Wasserfäs-ern und Pumptränken eher kritisch zu beurteilen, da sie meist nur einen sehr geringen Was-ernachfluss aufweisen. Bei ganzjähriger Außenhaltung ist zudem noch eine frostsichere Tränkemöglichkeit vorzusehen. Im Winter kann eine einmalige Tränke pro Tag ausreichen, im Sommer muss Wasser hingegen ad libitum zur Verfügung stehen.

Als vorteilhaft hat sich eine Verteilung mehrerer Tränkestellen auf (Stand-)Weiden erwiesen, da diese einerseits für Bewegung bei den Tieren sorgen und andererseits einer Übernutzung der Grasnarbe an den Tränkestellen vorbeugen.

4 Ruheverhalten und Fortbewegung

Einen Großteil des Tages liegen Rinder zum Ruhen und Wiederkäuen. Sie bevorzugen wei-che, verformbare, wärmegeämmte und trockene Liegeplätze. Bei Stallhaltung kann es insbe-sondere bei Mastrindern auf Vollspaltenböden aufgrund des harten Materials und fehlender Verformbarkeit zu Verletzungen der Schwanzspitzen (Schrader et al. 2001, Abb. 2) und zu Beeinträchtigungen des Ruheverhaltens kommen (MAYER et al. 2000, Abb. 3), was in Tief-streusystemen und bei Weidehaltung deutlich seltener zu beobachten ist.

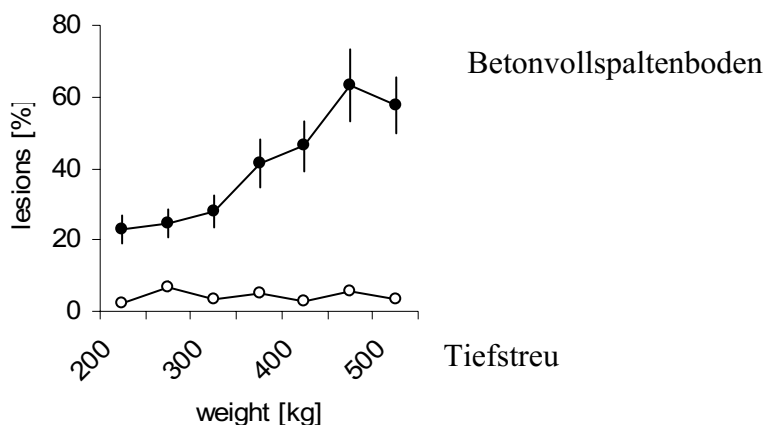


Abb. 2: Verletzungen an der Schwanzspitze bei Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem und dem Gewicht der Tiere (Schrader et al. 2001)

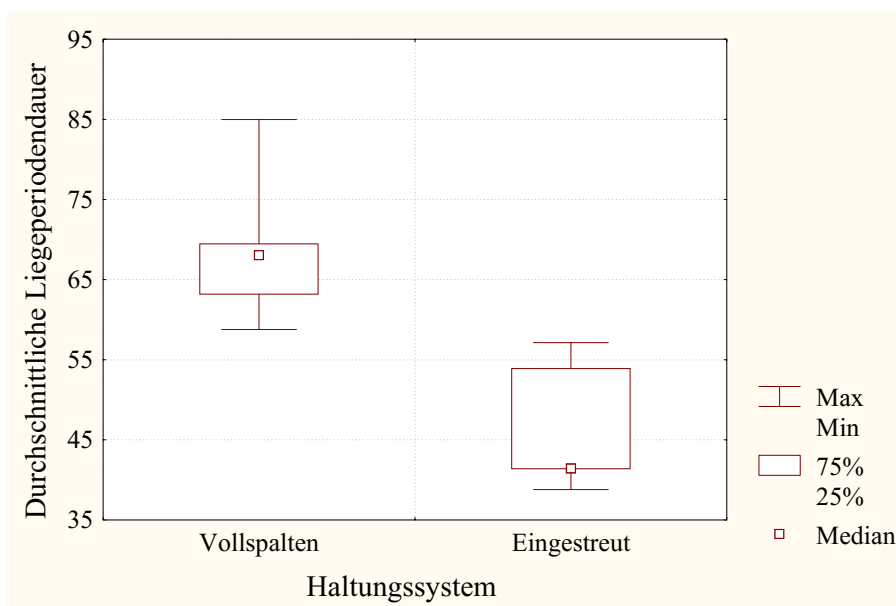


Abb. 3: Liegeperiodendauer [min] von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (MAYER et al. 2000)

Bei Milchvieh ist insbesondere in Anbindeställen auf ein ausreichendes Spiel der Anbindung und bei Boxenlaufställen Wert auf eine angemessene Gestaltung der Liegeboxen zu legen. Gelenkschäden aufgrund einer inadäquaten Gestaltung des Liegebereiches sind aber auch bei Milchkühen in Boxenlaufställen mit Hochboxen häufig (SCHAUB et al. 1999, WECHSLER et al. 2000, Abb. 4).

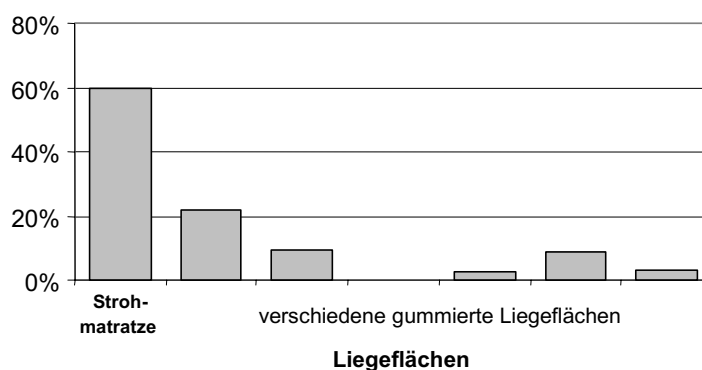


Abb. 4: Anteil von Milchkühen ohne äußerlich sichtbare Veränderungen an den Tarsalgelenken in Abhängigkeit von der Liegeboxengestaltung (WECHSLER et al. 2000)

Solche Verletzungen ziehen sich Rinder bei Weidehaltung kaum zu, da der Boden weich, verformbar und trittsicher ist. Weidegang fördert auch das Abheilen von Sprunggelenksschäden, die Kühe während der Stallhaltungszeit ausbilden (WIEDERKEHR et al. 2001).

Für eine artgemäße Fortbewegung, aber auch Sozial- und Körperpflegeverhalten ist ein trittfester Boden notwendig. Ungenügende Trittfestigkeit des Bodens kommt bei Weidehaltung

nur bei einer Überbeanspruchung der Weide bzw. ungeeigneten Standorten (oder bei extremen Witterungsbedingungen) und damit verbundener Morastbildung vor. Solche stark geschädigten Grasnarben sollten vermieden werden, da sie zudem auch Brutstellen für Parasiten (z.B. Leberegel) darstellen können und auch die Klauen stark schädigen können. Vorbeugen kann man mit einem Verstellen, bzw. Verteilen der Futter- und Tränkestellen. Bei feuchtkalter Witterung ist auch bei Weidehaltung auf eine wärmegeämmte und trockene Liegefläche zu achten, die mit einem Unterstand, der eingestreut ist, erreicht werden kann.

5 Sexual- und Kuh-Kalb-Verhalten

In der Brunst bespringen sich Kühe. Dieses Normalverhalten kann auf der Weide durch den trittsicheren Boden ohne Verletzungsrisiko ausgeführt werden. Bei Herden, die mit Natur sprung belegt werden, ist ein trittsicherer Boden ebenfalls notwendig.

Erfolgt das Abkalben auf der Weide (Mutterkuhherden), so ist es sinnvoll, innerhalb der Weiden Teilbereiche mit höherem Bewuchs zu belassen, da Rinder zum so genannten Abliegertyp gehören. Ablieger verbleiben in den ersten Lebenstagen zwischen den Säugeperioden an einem geschützten Liegebereich und die Kuh entfernt sich zur Futteraufnahme. Erst zum Säugen wird zwischen Kuh und Kalb wieder der Kontakt hergestellt.

Fehlen innerhalb der Weide geeignete Abliegerplätze, so suchen Kälber gerne die nicht gemähten Randstreifen der Weide auf und können unter dem Zaun entweichen und sich außerhalb der Weide verletzen (LANGBEIN et al. 1999).

6 Klimatische Einflüsse

Im Hinblick auf die Tiergerechtheit müssen die klimatischen Einflüsse, denen Rinder bei Weidehaltung ausgesetzt sind, unbedingt berücksichtigt werden. Rinder verfügen über einen sehr weiten Toleranzbereich hinsichtlich der Außentemperaturen, deren Auswirkungen durch Wind und Luftfeuchtigkeit modifiziert werden (WABMUTH 2002, ZÄHNER et al. 2004). Vermittelt wird diese Anpassungsfähigkeit durch diverse Verhaltensreaktionen, physiologische und morphologische Reaktionen. Unter den mitteleuropäischen Klimabedingungen sind Rinder gegenüber Hitze dabei empfindlicher als gegenüber Kälte. Die Anforderungen an einen Witterungsschutz sind für den Schutz gegen nasskalte Witterung bzw. Hitze unterschiedlich. Bei Nässe und Kälte müssen alle Tiere gleichzeitig in einem Unterstand auf einer trockenen, windgeschützten Liegefläche liegen können. Bei Hitze und starker Sonneneinstrahlung muss ein Witterungsschutz allen Tieren gleichzeitig Schatten bieten. In diesem Fall ist ein möglichst großer Luftaustausch positiv zu bewerten, da er den Tieren auch Schutz vor Lästlingen (Fliegen, Mücken, etc.) bietet. Unterstände ohne Wände oder ausreichend große Baumgruppen sind hier von Vorteil.

7 Zusammenfassung

Insgesamt stellt die Weidehaltung von Rindern eine sehr tiergerechte Haltungsform dar, insbesondere im Hinblick auf das Verhalten der Tiere aber auch auf ihren Gesundheitsstatus. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass den Rindern eine trockene, windgeschützte und bei niedrigen Temperaturen eingestreute Liegefläche angeboten wird (z.B. überdachte Unterstände), sie im Sommer Schatten aufsuchen können (z.B. Unterstände, Bäume), sie Zugang zu Wasser (im

Sommer ad libitum) und Futter haben und sie an winterliche Bedingungen langsam adaptieren können (Winterfell). Auch so genannte Robustrassen sollten einen Unterstand oder zumindest eine schützende Baumgruppe in der Weide haben.

8 Summary

Keeping cattle on pasture is very beneficial with respect to the animals' welfare in particular concerning their behaviour and health. However, cattle need a dry and wind protecting lying area which has to be deep littered at low temperatures in winter (e.g. roofed shed with litter). At high temperatures in summer cattle need the possibility to find shady places (e.g. a shed or trees). In addition, water and fodder has to be offered sufficiently. Cattle should be given the possibility to slowly adapt to winter conditions (winter coat). Also robust breeds need a shed or at least trees for shelter.

9 Literatur

DE PASSILLÉ, A.M. und RUSHEN, J. (1997) Motivational and physiological analysis of the causes and consequences of non-nutritive sucking by calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **53**, 15-31.

KONDO, S., SEKINE, J., OKUBO, M. und ADAHIDA, Y. (1989) The effect of group size and space allowance on the agonistic and spacing behaviour of cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **24**, 127-135.

KONDO, S. und HURNIK, J.F. (1990) Stabilization of social hierarchy in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **27**, 287-297.

LANGBEIN, J., RAASCH, M-L. und KÖNIG, I. (1999) Untersuchungen zur frühen Mutter-Kind-Beziehung in der extensiven Mutterkuhhaltung – das Kalb des Hausrindes als Ablieger. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 1998, KTBL Schrift **382**, 34 – 41.

MAYER, C., SCHRADER, L.; und FIETZ, D. (2000) Tierschutzprobleme in der Rindviehmast – Vergleich verschiedener Haltungssysteme. In: Freiland-Verband (Hrsg.), Tagungsband zur 7. Freiland-Tagung "Tierschutz im Stall", 2000 in Wien, 27-32.

SAMBRAUS, H.H. (1978) Nutztierethologie. Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere – Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis. Paul Parey Verlag, 315 Seiten

SCHAUB, J., FRIEDLI, K. und WECHSLER, B. (1999) Weiche Liegematten für Milchvieh-Boxenlaufställe. *FAT-Bericht* **529**.

SCHRADER, L. (2000) The behaviour of farm animals and its significance for housing design. In: Hovi, M. & Bouilhol, M.: Human-animal relationship: stockmanship and housing in organic livestock systems. Proc. 3rd NAHWOA Workshop, Clermont-Ferrand, 21-24 October 2000, 54-63.

SCHRADER, L., ROTH, H-R., WINTERLING, C., BRODMANN, N., LANGHANS, W., GEYER, H. und GRAF, B. (2001) The occurrence of tail tip alterations in fattening bulls kept under different husbandry conditions. *Animal Welfare* **10**, 119-130.

SCHRADER, L., KEIL, N.M., RÖLLI, D. und NYDEGGER, F. (2002) Einfluss eines erhöhten Tier-Fressplatzverhältnisses auf das individuelle Verhalten von Milchkühen im Laufstall. Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung. *KTBL-Schrift* **407**, 17-22.

WABMUTH, R. (2002) Ganzjährige Freilandhaltung von Rindern. *Landtechnik* **57**, 226-227.

WECHSLER, B., SCHAUB, J., FRIEDLI, K. und HAUSER, R. (2000) Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicle systems with straw bedding or soft lying mats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **69**, 189-197.

WIEDERKEHR, T., FRIEDLI, K. und WECHSLER, B. (2001) Einfluss von regelmässigem Auslauf auf das Vorkommen und den Schweregrad von Sprunggelenksschäden bei Milchvieh im Anbindstall. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 2000, KTBL Schrift **403**, 163 – 170.

ZÄHNER, M., SCHRADER, L., HAUSER, R., KECK, M., LANGHANS, W. und WECHSLER, B. (2004) The influence of climatic conditions on physiological and behavioural parameters in dairy cows in open stables. *Animal Science* **78**, 139-147.

Dr. Lars Schrader und Dr. Claus Mayer
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Institut für Tierschutz und Tierhaltung,
Dörnbergstr. 25-27, 29223 Celle
Tel: 05141 3846 132
e-mail: claus.mayer@fal.de

Erfolge und Defizite des Vertragsnaturschutzes im Grünland

Success and deficit of contractual nature conservancy of grassland

W. Schumacher

1. Einleitung

Wegen des starken Rückganges artenreicher Wiesen, Weiden, Magerrasen und Heiden wird seit Mitte der 1980er Jahre versucht, durch Förderprogramme der Bundesländer dem Rückgang artenreicher Grünlandflächen entgegen zu wirken. Im Rahmen so genannter Vertragsnaturschutzprogramme (in NRW z.B. zunächst das Feuchtwiesen- und Mittelgebirgsprogramm, später das Kulturlandschaftsprogramm) wird das Ziel verfolgt, naturschutzfachlich wertvolle Wiesen, Weiden, Magerrasen und Heiden durch extensive landwirtschaftliche Nutzungen dauerhaft zu sichern. Hierbei werden die Ertragseinbußen entschädigt, z.T. werden auch zusätzliche ökonomische Anreize gegeben, um die gewünschten Erfolge zu erreichen.

Um einem weiteren anhaltenden Rückgang des Grünlandes durch Umbruch, Aufforstung und Brachfallen vorzubeugen, wird seit 1992 außerdem die Extensivierung des Grünlandes durch die EU gefördert. Dies war ein wichtiger Schritt, weil die meisten Bundesländer nun mit Hilfe der Kofinanzierung von EU und Bund Programme zur betriebsbezogenen Grünlandextensivierung nach MSL (Markt- und Standortangepasste Landwirtschaft) erfolgreich umsetzen konnten. Die Auflagen hierfür sind in NRW folgende: 1,4 GV/ha = ~110 kg N/ha, keine mineralische N-Düngung und keine Herbizide; jedoch keine Einschränkung der Nutzungstermine und -frequenz. 1997 betrug die extensivierte Fläche im Bundesgebiet bereits 1,5 Mio. ha, in NRW liegt die Fläche zur Zeit bei rund 90000 ha.

Durch die MSL-Extensivierung des Grünlandes wird zweifellos eine Verbesserung des abiotischen Ressourcenschutzes, insbesondere der Stickstoffbilanzen erreicht, sowie eine Reduktion der CO₂-Emissionen, die bei der Herstellung mineralischer N-Dünger anfallen. Der Beitrag zur Erhaltung der Artenvielfalt ist allerdings – ähnlich wie beim Ökolandbau mit vergleichbarem Stickstoffniveau – relativ gering (SCHUMACHER 1992, 1998, 2000, 2003). Denn erst bei einer Stickstoffdüngung deutlich unter 100 kg N/ha (50 kg N/ha oder weniger) lassen sich artenreiches Grünland sowie seltene und gefährdete Arten erhalten. Ferner ist zu bedenken, dass bei der Extensivierung bislang intensiv genutzter Grünlandflächen durch Aushagerung Erfolge für den Artenschutz i.d.R. nur mittel- bis langfristig festzustellen sind (SCHIEFER 1984).

Die im Zuge der aktuellen Agrarreform der EU in Deutschland eingeführte Grünlandprämie wird ab 2005 aller Voraussicht nach zwar zum Erhalt des Grünlandes in den Mittelgebirgen, z.T. wohl auch im Flachland beitragen. Damit ist jedoch nicht zwangsläufig eine Förderung der biologischen Vielfalt gegeben, da diese Flächen intensiv genutzt werden können, was im übrigen auch auf die vor mehr als zwei Jahrzehnten eingeführte Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete zutrifft.

2. Forschungsprojekte der letzten Jahrzehnte

Während der letzten 20 Jahre sind zur Thematik „Grünlandnutzung und Naturschutz in Mittelgebirgsregionen“ vom Bund, von den Ländern und z.T. auch von der EU zahlreiche Entwicklungs- und Forschungsvorhaben gefördert worden. Dabei waren integrative Ansätze und erfolgreiche, dauerhafte Kooperationen zwischen Naturschutz und Landwirtschaft eher selten. Es verwundert daher nicht, dass nach Auslaufen der Förderung die Fortführung der Maßnahmen oft nicht mehr oder nur noch teilweise „funktionierte“, sei es auf Grund fehlender Akzeptanz oder/und zu wenig praxisorientierter Konzepte.

Im Unterschied dazu werden im Schwerpunkt „Umweltverträgliche und standortgerechte Landwirtschaft“ an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn seit 1985 integrative Konzepte im Vertragsnaturschutz untersucht, und zwar im Rahmen folgender Projekte:

- Pilotprojekt des MURL NRW „Biotoppflege durch Landwirte“ (beteiligte Lehr-/Forschungsbereiche und Institutionen: Geobotanik und Naturschutz, LÖLF NRW, Landwirtschaftskammer Rheinland)
- Regenerierung brachgefallener Kalkmagerrasen durch Schafbeweidung und deren Auswirkungen auf Flora und Fauna (Geobotanik und Naturschutz, Tierökologie)
- Futterqualität extensiv genutzter artenreicher Wiesen und Weiden und ihre Verwertbarkeit in Milchviehbetrieben (Pflanzenbau und Grünland, Tierernährung, Geobotanik und Naturschutz)
- Erfolgskontrolle der Vertragsnaturschutzprogramme (Geobotanik und Naturschutz, Pflanzenbau und Grünland, Landwirtschaftliche Betriebslehre)
- Eifelprojekt: Naturschutz durch Nutzung und Vermarktung regionaler Produkte (Geobotanik und Naturschutz, Deutscher Bauernverband, CMA)
- Nährstoffentzug durch extensive Schafbeweidung in Naturschutzgebieten unter Berücksichtigung floristisch-vegetationskundlicher Analysen (Tierernährung, Geobotanik und Naturschutz)
- Ergebnisorientierte Honorierung des Vertragsnaturschutzes im Grünland (Umweltökonomie, Geobotanik und Naturschutz)
- Populationsgrößen und –entwicklung seltener und gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen während der letzten Jahrzehnte (Geobotanik und Naturschutz, Mathematisches Seminar)

In dem o.g. Pilotprojekt des MURL NRW wurde 1985–1987 untersucht, in welchem Umfang Landwirte bereit sind, artenreiche Wiesen, Weiden, Magerrasen und Heiden im Rahmen des Vertragsnaturschutzes extensiv zu bewirtschaften bzw. wieder in Nutzung zu nehmen und welche Kosten dabei entstehen (SCHUMACHER 1988). Das Projekt erstreckte sich schwerpunktmäßig auf den Kreis Euskirchen, in geringerem Umfang auch auf den Rheinisch-Bergischen und den Oberbergischen Kreis, und umfasste zunächst 200 ha (Nutzung durch 40 Landwirte). 1987 waren es bereits 500 ha, die von rund 60 Landwirten (davon 2/3 im Haupt-

erwerb) nach Naturschutzkriterien bewirtschaftet wurden. Die Ergebnisse des Pilotprojektes dienten u.a. als Grundlage für die Naturschutzprogramme in NRW.

Ab 1988 begann im Kreis Euskirchen die großflächige Umsetzung des Vertragsnaturschutzes im Rahmen des Mittelgebirgsprogramms NRW, die vom Verfasser bis 1993 weiter begleitet wurde und zu diesem Zeitpunkt bereits 1500 ha umfasste. Seit 1994 werden diese Flächen von der Biologischen Station des Kreises Euskirchen betreut, weitere wurden im Rahmen des Kulturlandschaftsprogramms akquiriert. Zusammen mit den Flächen aus dem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt 1997–2001 geförderten Eifelprojekt des Deutschen Bauernverbandes (WEIS et al. 2000) kamen auf diese Weise weitere 1500 ha hinzu (insgesamt also 3000 ha im Kreis Euskirchen). Rechnet man dazu die aktuellen Vertragsnaturschutzflächen der Kreise Düren und Aachen sowie die entsprechenden Flächen in den Kreisen Daun, Ahrweiler und Bitburg-Prüm im angrenzenden Rheinland-Pfalz, so ergibt sich eine Gesamtfläche von derzeit rund 7000 ha für die erwähnten sechs Eifelkreise.

3. Ergebnisse

Die wichtigsten Ergebnisse aus diesen Projekten sowie den nachfolgenden Begleituntersuchungen sind unter Hinweis auf frühere Publikationen (z. B. ANGER et al. 1997, HENTSCHEL 2001, MALCHAREK 2001, RODEHUTSCORD 1994, SCHUMACHER 1988, 1992, 1995, 2000 & 2003, SCHUMACHER et al. 1998, WEIS 2001, WEIS et al. 2000) nachstehend zusammengefasst.

3.1 Landwirtschaftlich relevante Ergebnisse

Aus den genannten Publikationen und den Abschlussberichten zu den Forschungsprojekten lassen sich folgende Aussagen ableiten:

- Die Strategie der Integration des Naturschutzes in landwirtschaftliche Betrieben erfordert nicht nur Kooperationsbereitschaft, sondern auch die Fähigkeit, sich in Denkweise, Wertvorstellungen, Planungen und Wünsche der Betriebsleiter hinein zu versetzen.
- Der Grundsatz „Naturschutz durch Nutzung“ fördert die Kreislaufwirtschaft und ist für Wiesen, Weiden, Magerrasen und Heiden auf größeren Flächen der einzige naturhaushaltlich verträgliche, ökonomisch sinnvolle und auch naturschutzfachlich erfolgreiche Weg.
- Für dauerhaften und großflächigen Vertragsnaturschutz im Mittelgebirge sind Milchviehbetriebe im Haupterwerb von zentraler Bedeutung. Voraussetzung ist hierbei, dass den Betrieben genügend Grünland zur Verfügung steht oder günstig zugepachtet werden kann.
- Auch Betriebe mit hoher Milchleistung können auf 10–30 % ihrer Flächen erfolgreich Vertragsnaturschutz betreiben (derzeit mehr als 150 Betriebe mit einem Stalldurchschnitt von 7000 bis 9000 l/Kuh im nordrhein-westfälischen Teil der Eifel!).

- Das Heu dieser Flächen wird in den Betrieben überwiegend für Jungrinder und Trockensteher verwertet oder verkauft, denn die Energiegehalte sind deutlich höher, als früher angenommen wurde. In geringem Umfang wird es auch an laktierende Kühe verfüttert, z.B. in entsprechenden Rationen im Futtermischwagen.
- Die Akzeptanz der Landwirte hängt wesentlich auch davon ab, dass die Nutzungsaufgaben praxisorientiert und in gewissem Umfang auch flexibel sind. Wichtig ist ferner, dass die Naturschutzleistungen angemessen vergütet werden, damit sich der Vertragsnaturschutz dauerhaft zu einem interessanten Betriebszweig entwickeln kann (z.Z. trifft dies für mehr als 300 Haupterwerbsbetriebe in der Eifel zu).

3.2 Naturschutzrelevante Ergebnisse

Bei einer floristisch-vegetationskundlichen Erfolgskontrolle von 157 Mittelgebirgsprogrammflächen in Eifel, Bergischem Land und Siegerland (1997/98) wurde festgestellt, dass in 115 Fällen die durchschnittlichen Artenzahlen von je drei 9 m² großen Probestellen pro Parzelle über 20 lagen, (Abb. 3), in 30 Fällen sogar deutlich darüber (bis >40!). Auf 42 Parzellen, die früher entweder intensiv genutzt oder aus Ackernutzung in Grünland überführt worden waren, lag die Artenzahl unter 20, so dass das von uns anvisierte Ziel (Alpha-Diversität durchschnittlich mindestens 20 Arten von Farn- und Blütenpflanzen auf 9 m²) noch nicht erreicht war.



Abb. 1: Artenreiche Goldhaferwiese (Geranio-Trisetetum) bei Blankenheim (Vertragsnaturschutz seit 1989).



Abb. 2: Artenreiche montane Glatthaferwiese in der Kalkeifel (Vertragsnaturschutz seit 1995).

Die Erfassung der Zielarten nach der landesweit gültigen Liste der LÖBF NRW ergab, dass diese – abhängig von der jeweiligen Pflanzengesellschaft – in unterschiedlicher Zahl, aber regelmäßig in den untersuchten Beständen vorkamen. Auch die pflanzensoziologische Analyse zeigte, dass die Bestände ganz überwiegend gut charakterisiert und vollständig ausgeprägt waren.

Die nachstehenden Zahlen, Fakten und Erfahrungen beziehen sich auf die Kreise Euskirchen, Aachen und Düren.

- Etwa 400 ha schon immer ± extensiv genutzte, artenreiche Wiesen, Weiden und Magerrasen wurden mit erster Priorität in den Vertragsnaturschutz überführt.
- Rund 1000 ha brach liegende, verfilzte und teilweise verbuschte Magerrasen, Heiden, Berg- und Feuchtwiesen wurden zwischen 1985 und 1993 im Anschluss an die Erstpflege nach Vorgaben des Vertragsnaturschutzes wieder als Heuwiesen genutzt oder mit Rindern bzw. zwei großen Schafherden in Hüttehaltung extensiv beweidet.
- Auf rund 150 ha ehemaligen Grünlandflächen wurden 10–30-jährige Aufforstungen nicht heimischer Gehölze (Fichte, Kiefer, Lärche und Grau-Erle) sowie Vorwaldstadien aus Pioniergehölzen (Zitter-Pappel, Birke, Eberesche, Fichte und Kiefer) beseitigt und anschließend im Rahmen des Vertragsnaturschutzes wieder genutzt.
- Wenn der Kronenschluss noch nicht erfolgt ist, führt die Wiederaufnahme der Mahd/Beweidung innerhalb von 2–4 Jahren zu einer erfolgreichen Regeneration der standorttypischen Grünlandgesellschaften, in anderen Fällen dauert dies 10–20 Jahre.
- Die Biodiversität vieler Grünlandbestände unter Vertragsnaturschutz ist überraschend hoch: 35–45 Arten von Farn- und Blütenpflanzen auf 9 m² sind keine Seltenheit. Auf mehreren Feuch- und Bergwiesen wurden sogar durchschnittliche Artenzahlen von 30 pro m² festgestellt.

- Zahlreiche, früher seltene und gefährdete Tier- und Pflanzenarten haben in der Eifel, aber auch in anderen Mittelgebirgsregionen Nordrhein-Westfalens (insbesondere Siegerland und Sauerland) wieder deutlich zugenommen (Tabelle 1). Nicht wenige sind mittlerweile so häufig, dass sie aus den regionalen Roten Listen der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen gestrichen werden konnten.

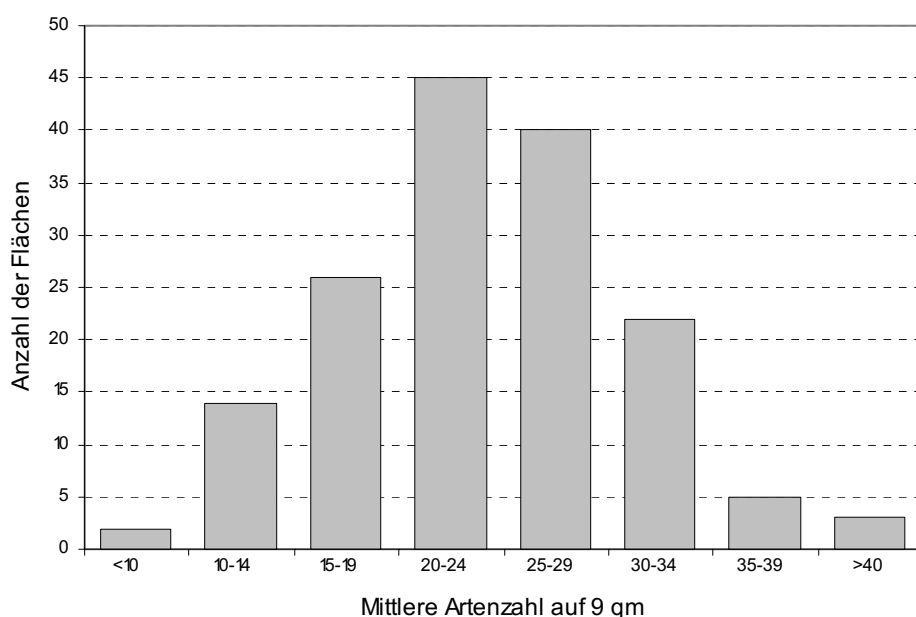


Abb. 3: Verteilung der durchschnittlichen Artenzahlen (Farn- und Blütenpflanzen) von je drei 9 m²-Flächen auf Wiesen und Weiden in Eifel, Bergischem Land und Siegerland.



Abb. 4: Sehr artenreiche Feuchtwiese (Vertragsnaturschutz seit 1996). mit großen Beständen seltener und gefährdeter Arten, hier: Breitblättriges und Geflecktes Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*, *D. maculata*) in der Westeifel.

Tabelle 1: Zunahme seltener und gefährdeter Pflanzenarten der Magerrasen, Heiden, Frisch- und Feuchtwiesen/-weiden in der nordrhein-westfälischen Eifel zwischen 1985 und 2004 nach Erstpflege, Renaturierung oder Restitution mit anschließendem dauerhaftem Vertragsnaturschutz (Vergleichszeitraum: 1973–1982). Grundlage sind bei der Mehrzahl der Arten die durch frühere und aktuelle Zählungen/Schätzungen ermittelten blühenden/sporulierenden Pflanzen/Triebe (Diplom-/Staatsexamensarbeiten, Dissertationen, Forschungsprojekte, eigene Bestandsaufnahmen, mündl. und schriftl. Mitteilungen AK Heimische Orchideen, H. Fuchs, H. Kam, C. Kühne, C. Lex, A. Metzmacher, B. Olzem, F. Opitz, R. Wehner) und Publikationen (Schumacher 1977, 1995, Schumacher et al. 1998, J. Weis 2001).

Zunahme	Art	
> 100 %	<i>Botrychium lunaria</i> <i>Bromus racemosus</i> <i>Dianthus deltoides</i> <i>Genista anglica</i> <i>Gentianella ciliata</i> <i>Gentianella germanica</i> <i>Centaurea nigra</i> <i>Ophioglossum vulgatum</i> <i>Orchis mascula</i> <i>Orchis morio</i> <i>Selinum carvifolia</i> <i>Seseli annuum</i> <i>Silaum silaus</i>	Echte Mondraute Trauben-Trespe Heide-Nelke Englischer Ginster Fransen-Enzian Deutscher Enzian Schwarze Flockenblume Natternzunge Manns-Knabenkraut Kleines Knabenkraut Kümmelblättrige Silge Steppenfenchel Wiesensilge
> 300 %	<i>Coeloglossum viride</i> <i>Dianthus carthusianorum</i> <i>Geum rivale</i> <i>Juncus squarrosus</i> <i>Meum athamanticum</i> <i>Ophrys apifera</i> <i>Ophrys insectifera</i> <i>Orchis ustulata</i> <i>Phyteuma orbiculare</i> <i>Platanthera bifolia</i> <i>Platanthera chlorantha</i> <i>Polygala serpyllifolia</i> <i>Polygala vulgaris</i> <i>Pseudorchis albida</i> <i>Pulsatilla vulgaris</i>	Grüne Hohlzunge Karthäuser-Nelke Bach-Nelkenwurz Sparrige Binse Echte Bärwurz Bienen-Ragwurz Fliegen-Ragwurz Brand-Knabenkraut Kugelige Teufelskralle Weiße Waldhyazinthe Berg-Kuckucksblume Quendel-Kreuzblume Gemeine Kreuzblume Weiße Höswurz Gewöhnliche Kuhschelle
> 500 %	<i>Arnica montana</i> <i>Betonica officinalis</i> <i>Dactylorhiza maculata</i> <i>Dactylorhiza majalis</i> <i>Coronilla vaginalis</i> <i>Gymnadenia conopsea</i> <i>Narcissus pseudonarcissus</i> <i>Sanguisorba officinalis</i> <i>Succisa pratensis</i>	Arnika Echter Ziest Geflecktes Knabenkraut Breitblättriges Knabenkraut Scheiden-Kronwicke Große Händelwurz Gelbe Narzisse Großer Wiesenknopf Teufelsabbiss
> 1000 %	<i>Aceras anthropophorum</i> <i>Antennaria dioica</i> <i>Gentiana pneumonanthe</i> <i>Hippocrepis comosa</i> <i>Pedicularis sylvatica</i>	Hängender Mensch Katzenpfötchen Lungen-Enzian Hufeisenklee Wald-Läusekraut

4. Übertragbarkeit auf andere Regionen

Die bemerkenswerten Erfolge des Vertragsnaturschutzes bei der großflächigen Sicherung und Restitution des Grünlandes in Eifel, Sieger- und Sauerland sind grundsätzlich auch in anderen Mittelgebirgen NRW und der übrigen Bundesländer möglich, sofern die agrarstrukturellen Voraussetzungen (hoher Grünlandanteil und genügend leistungsfähige Haupterwerbsbetriebe) gegeben sind und eine konstruktive Zusammenarbeit zwischen Naturschutz und Landwirtschaft besteht.

Nach unserem Kenntnisstand gibt es in Deutschland zur Zeit keine Landschaft, in der so viele Haupterwerbsbetriebe auf großer Fläche und zum Teil bereits seit 20 Jahren erfolgreich Vertragsnaturschutz und Grünlandextensivierung (MSL) praktizieren wie in der Eifel.

Es gibt aber auch Regionen, in denen das „Beispiel Eifel“ nicht umsetzbar ist. Hier könnten alternative Konzepte – Weidegenossenschaften, großflächige Beweidungssysteme mit Mutterkühen, Schafen und landschaftstypischen Pferderassen zum Einsatz kommen, u.U. auch halbwilde große Pflanzenfresser, sogenannte „Megaherbivoren“. Für Projekte mit letzteren ist eine besonders hohe Akzeptanz in der Region – sowohl der Gemeinden wie auch der Landnutzer – erforderlich.

5. Defizite

Wenn man die bisherigen Forschungsprojekte, Konzepte und Maßnahmen zur Erhaltung artenreicher Grünlandgesellschaften in NRW wie auch in anderen deutschen Mittelgebirgen auswertet, zeichnet sich trotz mancher regionaler Erfolge ein Defizit besonders deutlich ab: Integrative Naturschutzstrategien und -konzepte, die großflächig erfolgreich umgesetzt werden und auch bei Haupterwerbsbetrieben langfristig Akzeptanz finden, sind nach wie vor selten (SCHUMACHER 2005). Dies liegt wohl darin begründet, dass ganzheitliche Sichtweisen, die neben dem Naturschutz z.B. auch Kreislaufwirtschaft sowie sozioökonomische Grundlagen und Entwicklungsperspektiven der landwirtschaftlichen Betriebe berücksichtigen, bei Naturschutzbehörden und -verbänden sich erst nach und nach durchzusetzen beginnen.

Weitere Probleme, die in manchen Regionen die Umsetzung des Vertragsnaturschutzes erschweren oder gar verhindern, ergeben sich, wenn

- das „Klima“ zwischen Naturschutz und Landwirten vor Ort belastet ist und die Kommunikation nicht stimmt,
- zu große bürokratische Hemmnisse bestehen,
- Nutzungsaufgaben und betriebliche Erfordernisse im Missverhältnis zueinander stehen und
- die Vergütung der Naturschutzleistungen nicht angemessen ist.

Generell ist festzustellen, dass bei der Mehrzahl der Bundesländer Vertragsnaturschutz und Agrarumweltmaßnahmen bisher noch nicht ausreichend aufeinander abgestimmt sind. Hier wären Verbesserungen dringend erforderlich, z.B. durch ein „Sockel- oder Baukastenmodell“ wie im Kulturlandschaftsprogramm von NRW.



Abb. 5: Halbintensive Weidelgras-Weißkleeweide (*Cynosuro-Lolietum*) im Löwenzahn-Blühaspekt (Grünlandextensivierung mit ca. 110 kg N/ha seit 1998).



Abb. 6: Arrondierter Grünlandbetrieb mit Grünlandextensivierung. Größere Milchviehbetriebe sind in der Eifel seit 20 Jahren eine entscheidende Voraussetzung für erfolgreichen Vertragsnaturschutz auf großer Fläche.

6. Literatur

ANGER, M., MALCHAREK, A. & KÜHBAUCH, W. (1997): Futterqualität von Extensivgrünland-Gesellschaften im Mittelgebirge Nordrhein-Westfalens, in: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 27: 139-153.

HENTSCHEL, U. (2001): Zur Integration von Landwirtschaft und Naturschutz in Grünlandregionen der Westeifel (NRW) – Dissertation Bonn

MALCHAREK, A. (2001): Futterqualität von Extensivgrünlandaufwüchsen und Möglichkeiten ihrer Verwertung im Grünlandbetrieb – Dissertation Bonn

POSCHLOD, P. & SCHUMACHER, W. (1998): Rückgang von Pflanzen und Pflanzengesellschaften des Grünlandes – Gefährdungsursachen und Handlungsbedarf, in: Schr.-R. Vegetationskunde 29: 83-99.

RODEHUTSCORD, M. (1994): Verwertung der Aufwüchse langfristig extensiv genutzter Grünlandflächen im Milchviehbetrieb, in: Forschungsberichte der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn 15: 36-42.

SCHIEFER, J. (1984): Möglichkeiten der Aushagerung von nährstoffreichen Grünlandflächen, in: Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 57/58: 32-62.

SCHUMACHER, W. (1977): Flora und Vegetation der Sötenicher Kalkmulde - Decheniana-Beihefte 19, 1-199.

SCHUMACHER, W. (1988): Notwendigkeit und Umfang von Pflegemaßnahmen auf Schutzflächen anhand ausgewählter Beispiele – Landwirte als Partner des Naturschutzes? in: Schr.-Reihe Angewandter Naturschutz 7: 25-38.

SCHUMACHER, W. (1992): Extensivierung – Möglichkeiten und Grenzen für den Arten- und Biotopschutz in der Kulturlandschaft, in: VDLUFA-Schriftenreihe 35: 87-97.

SCHUMACHER, W. (1995): Offenhaltung der Kulturlandschaft? in: LÖBF-Mitteilungen 20(4): 52-61.

SCHUMACHER, W. (1998): Ziele des Naturschutzes für agrarisch genutzte Flächen – biotischer Ressourcenschutz, in: Ziele des Naturschutzes und einer nachhaltigen Naturnutzung in Deutschland, BMU: 133 – 138

SCHUMACHER, W. (2000): Was will der Naturschutz und was sind Leistungen der Landwirtschaft für Naturschutz und Landschaftspflege? in: Schr.-Reihe des Deutschen Rates für Landschaftspflege 71: 19-23.

SCHUMACHER, W. (2003): Biodiversität und nachhaltige regionale Entwicklung, in: aid spezial 3849: 27-31.

SCHUMACHER, W. (2005): Erfolge und Defizite des Vertragsnaturschutzes im Grünland der Mittelgebirge Deutschlands, in: Landnutzung im Wandel – Chance oder Risiko für den Naturschutz, DBU: 191-200

SCHUMACHER, W., WEIS, J. & OPITZ, F. (1998): Zur Populationsentwicklung seltener und gefährdeter Orchideen in Offenlandökosystemen der Eifel während der letzten Jahrzehnte, in: Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal 51: 230-255.

WEIS J. (2001): Naturschutzfachliche Erfolgskontrolle des Vertragsnaturschutzes am Beispiel der nördlichen Eifel. Aachen, Shaker (Berichte aus der Agrarwissenschaft), 270 S.

WEIS, J., MUCHOW, T. & SCHUMACHER, W. (2000): Akzeptanz von Programmen zur Honorierung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft, in: Angew. Landschaftsökologie 34: 107-120.

Prof. Dr. Wolfgang Schumacher

Abt. Geobotanik und Naturschutz

Karlrobert-Kreiten-Str 13, 53115 Bonn

Fax: 02 28 - 73 21 47, E-Mail: geobotanik@uni-bonn.de

Ein Vorschlag zur Einführung ergebnisabhängiger Honorierungskomponenten in den Vertragsnaturschutz

Proposal for integrating result oriented payments into contracts for nature conservation

M. Henseleit und K. Holm-Müller

1 Einleitung

Engere staatliche Finanzierungsspielräume und marktwirtschaftlich orientierte Flexibilisierungs- und Deregulierungsbemühungen haben dazu geführt, dass spezifische umweltpolitische Instrumente einer kritischeren Analyse ihrer Effizienz und Effektivität unterzogen werden (KNORRING 2002). Zu diesen Instrumenten gehören auch die Agrarumweltprogramme, die der Förderung einer extensiven und umweltverträglichen Landbewirtschaftung dienen. Sie sind meist so angelegt, dass den Programmteilnehmern für die Einhaltung bestimmter Bewirtschaftungsauflagen ein fixer Betrag gezahlt wird, unabhängig davon, ob die mit diesen Programmen angestrebten Ziele tatsächlich erreicht werden. Eine solche handlungsbezogene ökologische Leistungshonorierung wird verstärkt als ineffizient beurteilt und stattdessen für eine ergebnisbezogene, direkt an Umweltqualitätszielen orientierte Leistungshonorierung plädiert (SRU 1994).

In diesem Zusammenhang hat das nordrhein-westfälische Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz die Institute für Landwirtschaftliche Botanik und für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie der Universität Bonn beauftragt, Möglichkeiten einer erfolgreichen Einführung ergebnisorientierter Honorierungskomponenten in den Vertragsnaturschutz in Nordrhein-Westfalen zu untersuchen. Im Mittelpunkt des heutigen Vortrages steht der ökonomische Teil dieser Untersuchung. Im 1. Abschnitt werden wir die mit einer Honorierung angestrebten Vorteile darstellen. Der zweite Abschnitt ist dem theoretischen Modell gewidmet, während der 3. Abschnitt den Honorierungsvorschlag vorstellt, der von uns mit Experten diskutiert (Abschnitt 4) und im Rahmen einer Befragung (Abschnitt 5) Landwirten vorgestellt wurde. Im 6. Abschnitt fassen wir die Ergebnisse zusammen.

2 Motivation

In der Literatur wird schon seit längerem gefordert, von der heute üblichen handlungsorientierten Honorierung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft abzurücken und zumindest teilweise eine Entlohnung anhand ergebnisorientierter Kriterien vorzunehmen (vgl. hierzu z.B. KNAUER 1988, BERG u. a. 1993, HAMPICKE 1995, SRU 1994 u.v.a.). Inzwischen sind auch in der Schweiz (KANTON SOLOTHURN (1995)) und Baden-Württemberg (WALTER u. a. 1998) ergebnisorientierte Komponenten in Agrarumweltprogramme aufgenommen worden.

Man verspricht sich von diesem Paradigmenwechsel

1. bessere Kontrollmöglichkeiten (u. a. HAMPICKE 1995 S. 114)
2. eine Abkehr von starren, im Einzelfall u. U. unsinnigen Auflagen (u. a. BRIEMLE 2000 S. 172)
3. ein Eigeninteresse des Landwirtes an den ökologischen Erfolgen seiner Handlungen bzw. an dem ökologischen Kapital seiner Flächen (HAMPICKE 1995 S. 115) und damit
4. die Nutzung spezifischer Kenntnisse der Landwirte (BERG u. a. 1993 S. 28) sowie eine
5. höhere Akzeptanz beim Landwirt, wenn das *Ergebnis* der Handlungen des Landwirts honoriert wird (BERG u. a. 1993 S. 28) und dieser selbständig handeln kann.
6. Eigenselektion: ein Vertragsabschluß ist für die Landwirte attraktiver, die mit einer hohen Auszahlung, sprich: mit einer hohen ökologischen Qualität ihrer Flächen rechnen (BAUER 1998 S.14).
7. Hinzu kommt eine bessere Mittelverwendung und unter Umständen auch eine bessere Akzeptanz in der Bevölkerung, wenn der Landwirt das meiste Geld erhält, der den gewünschten ökologischen Erfolg am stärksten erreicht.

Instrumente einer ergebnisbezogenen Leistungshonorierung sind demnach aus marktwirtschaftlich-theoretischen Überlegungen den handlungsbezogenen Instrumenten vorzuziehen (KNORRING 2002). Damit die erwarteten Ergebnisse auch eintreten können, muss das Honorierungssystem von den Betroffenen akzeptiert werden und bestimmte Eigenschaften aufweisen, die unter anderem aus der ökonomischen Theorie ableitbar sind.

3 Modell

Den theoretischen Hintergrund einer ergebnisabhängigen Honorierung von Landwirten im Vertragsnaturschutz stellt aus ökonomischer Sicht das Prinzipal-Agent-Modell dar. Prinzipal-Agent-Modelle beziehen sich auf eine Situation, in der ein Auftraggeber (Prinzipal, hier die Behörde) von einem Erfüllungsgehilfen/Auftragnehmer (Agenten, hier der Landwirt) eine Handlung erwartet, die der Prinzipal nicht kostenlos kontrollieren kann und die auch durch das Ergebnis nicht eindeutig belegt ist, weil neben den Anstrengungen des Agenten auch die Umwelt einen Einfluss auf das Ergebnis hat. (vgl. Abb. 1).

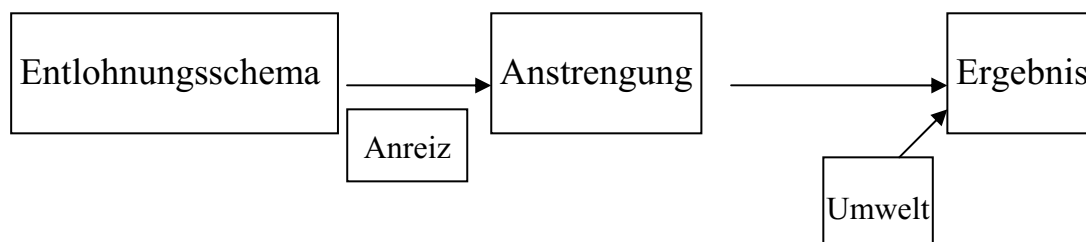


Abb. 1: Das Prinzipal-Agent-Modell

In diesen Fällen kann das Kontrollproblem durch eine ergebnisabhängige Honorierung behoben werden, da durch diese Form der Vertragsgestaltung auch der Agent ein Interesse am Ergebnis hat. Bei Risikoaversion der Agenten, die auch für die Landwirte zutreffen dürfte, wird in der Literatur (vgl. z. B: PFAFF/ZWEIFEL 1988, BAMBERG/SPREMANN 1989, SCHUMANN 1992, BRANDES 1997, BRANDES 2001) empfohlen, einen festen Sockelbetrag und eine ergebnisabhängige Komponente zu zahlen, ganz ähnlich wie dies bei der Provision z. B. von Verkäufern häufig der Fall ist.

Dabei müssen auch für die Teilnahme am Programm, die zum Erhalt des Sockelbetrages berechtigt, bestimmte handlungsorientierte Mindestanforderungen erfüllt werden, so wie beispielsweise der Verkäufer zumindest anwesend sein muss, um sein Grundgehalt zu bekommen. Es gelten die folgenden Zusammenhänge:

- Je größer der Umwelteinfluss, desto höher muss die notwendige Zusatzprämie ausfallen, wenn der Landwirt zur gewünschten Handlung *motiviert* werden soll (Anreizbedingung).
- Je höher die Risikoaversion des Landwirts und je größer der Umwelteinfluss, desto höher muss der Sockelbetrag ausfallen, damit der Vertrag für die Agenten interessant genug bleibt (Teilnahmebedingung).
- Bei vorgegebener maximaler Gesamthöhe der Prämie sinkt der Anreiz zur eigenständigen Förderung der Naturschutzziele mit der Erhöhung des Sockelbetrags, da die Zusatzprämie sinkt.
- Je geringer der Eigenanreiz und je höher die Opportunitätskosten einer für Tier- und Pflanzenarten förderlichen Landbewirtschaftung, desto stärker muss ein Mindesterfolg über sanktionsbewehrte Auflagen gesichert werden.

Im Vertragsnaturschutz kann der Umwelteinfluss auf das Ergebnis recht hoch sein, oder anders ausgedrückt: auch eine ökologisch sehr verträgliche Bewirtschaftung spiegelt sich unter Umständen erst nach Jahren im Artenspektrum wieder. Dabei kann nicht garantiert werden, dass der gewünschte Erfolg auch tatsächlich eintritt. Zusammen mit der aus anderen Zusammenhängen bekannten Risikoaversion der Landwirte führt dies dazu, dass der Sockelbetrag einen erheblichen Teil der Prämie ausmachen muss.

Da gleichzeitig u. a. auf Grund rechtlicher Beschränkungen die bisherige Höchstförderung auch im neuen System nicht erheblich überschritten werden sollte, wird der ergebnisabhängige Teil der Prämie und somit auch der finanzielle Anreiz für biodiversitätsfördernde Maßnahmen geringer. Dies bedeutet, dass die Maßnahmen, die unverzichtbar sind, um eine ökologische Mindestqualität zu erreichen, und die mit hohen Opportunitätskosten verbunden sind, im Rahmen der Grundaufgaben zwingend vorgeschrieben werden müssen. Die Einhaltung der handlungsorientierten Auflagen muss ebenso wie das honorierungsrelevante Ergebnis kontrolliert werden.

Ein weiterer Grund für eine Beibehaltung von Auflagen liegt in den faunistischen Zielen des Vertragsnaturschutzes, die über den gewählten Ergebnisindikator, der vor allem an der pflanzlichen Vielfalt orientiert ist, nicht honoriert werden können. Demnach müssen auch diese Aspekte über Auflagen gesichert werden, so dass einer Flexibilisierung der Auflagen Grenzen gesetzt sind. Innerhalb dieser Grenzen sollte jedoch versucht werden, soweit wie möglich auf Einschränkungen zu verzichten.

4 Vorschlag

Die wesentlichen Elemente unseres Honorierungsvorschlages sind die notwendigen Grundauflagen mit Zusatzauflagen zur Berücksichtigung faunistischer Aspekte sowie die Prämienhöhen für den Sockelbetrag, für zusätzliche Auflagen und für unterschiedliche Grade der Zielerfüllung.

4.1 Auflagen

Wir schlagen vor, *zeitliche Einschränkungen* erst einmal beizubehalten, da eine allzu frühe Nutzung, beispielsweise für die Silage, dazu führt, dass viele Pflanzen nicht zur Blüte kommen, auf die viele Nektar sammelnde Insekten angewiesen sind (NABU 2001). Die Auflagen sollen aber flexibler als bisher gestaltet werden. In Zukunft soll für die Gewährung des Sockelbetrages für den Schnittzeitraum der 15.05. (unterhalb 400 m) und für oberhalb 400 m NN der 01.06. als frühester möglicher Termin angesetzt¹ werden. Die Möglichkeit einer Terminverschiebung um bis zu sechs Wochen nach hinten gegen monetäre Entschädigung sollte beibehalten werden. Allerdings sollte sie nur in begründeten Fällen, wie beispielsweise dem Vorkommen von Brutvögeln zur Anwendung kommen.

Unser Vorschlag sieht keine *Festlegung einer maximalen Besatzdichte* innerhalb bestimmter Zeiträume mehr vor, da diese Einschränkung für die Landwirte häufig mit gravierenden Problemen insbesondere auf kleinen Flächen verbunden ist und aus ökologischer Sicht nicht in jedem Fall Nutzen bringt. Hier sollte den Landwirten erlaubt werden, die für ihren Betrieb passende Regelung zu finden. Bei Vorkommen von Brutvögeln sollten diesbezüglich allerdings Einschränkungen möglich sein, die mit einer Zusatzprämie über den Sockelbetrag hinaus ausgeglichen werden.

Ein *Verbot mineralischer Stickstoffdüngung* sollte unbedingt beibehalten werden. Es gilt bereits für das Grünlandextensivierungsprogramm im Rahmen der MSL, das als Mindestnorm für die Grundaufgaben im Vertragsnaturschutz angesehen werden kann.

Wirtschaftseigener Dünger mit Ausnahme von Gülle, Jauche und Geflügelkot durfte bislang auf einigen Flächen nach Vorgaben der lokalen Bewilligungsstelle ausgebracht werden, ebenso P- und K-Dünger. Diese Regelung sollte beibehalten werden, wobei den Landwirten 50 kg org. Stickstoff pro Hektar und Jahr zugestanden werden sollten.

In Diskussion war bei Entwicklung unseres Vorschlags die Ausbringung von Gülle, der vor allem Vertreter des Naturschutzes und der Biologischen Stationen skeptisch gegenüber stehen. Das Verbot der Ausbringung von Gülle ist für viele Landwirte problematisch und kann sogar ein Hinderungsgrund für die Teilnahme am Vertragsnaturschutz sein, wenn aufgrund der verringerten Güllenachweisflächen die Prämie der Grünlandextensivierung nicht mehr beansprucht werden kann (MÄHRLEIN 1990, MÄHRLEIN 1993, NOLTEN 1997). Gerade in absoluten Grünlandregionen, in denen das Flüssigmistverfahren auch aufgrund des Strohman- gels weit verbreitet ist, haben die Bewirtschafter kaum eine Möglichkeit der Nährstoffversorgung der Vertragsflächen, wenn weder Gülle noch chemisch-synthetischer Stickstoff ausgebracht werden dürfen. Die anfallende Gülle wird dann zudem auf die vertragsfreien Flächen konzentrierter ausgebracht. Auf der anderen Seite hat massive Gülleanwendung schwerwiegende Fol-

¹ Um die Artenvielfalt zu fördern, und sich somit den Qualitätszuschlag zu sichern, müsste der Landwirt normalerweise einen späteren ersten Nutzungstermin anstreben.

gen für Flora und Fauna: der direkte Kontakt von Spinnen und Insekten mit Gülle führt zu Verklebungen und Verätzungen. In der Pflanzenwelt kommt es zu einer Veränderung der Inhaltsstoffe mit negativen Folgen z. B. für Raupen (NABU 2001). Derzeit laufen an der Universität Bonn Versuche zur naturschutzgerechten Anwendung von Gülle auf Grünland, deren Ergebnisse vor einer begrenzten Erlaubnis von Gülledüngung abgewartet werden sollten.

Der den Landwirten vorgelegte Vorschlag enthielt somit das Verbot chemisch-synthetischer Stickstoffdüngung, die Begrenzung auf 50 kg org. N-Dünger und weiterhin das Verbot der Stickstoffdüngung auf Standweiden. Im Bedarfsfall sollte es möglich sein, ein beliebig verlängerbares Düngeverbot gegen zusätzlichen monetären Ausgleich vertraglich festzuschreiben. Über die Ausbringung von Gülle wurde aus genannten Gründen diskutiert, in unserem den Landwirten zur Beurteilung vorgelegten Vorschlag wurde sie jedoch als verboten vorausgesetzt.

Jede *Anwendung synthetischer Bekämpfungsmittel* bedeutet einen Eingriff in das labile Gleichgewicht der Natur und wirkt sich nachteilig auf die Qualität der abiotischen Ressourcen wie Boden, Wasser und Luft aus. Das generelle Verbot solcher Mittel sollte beibehalten werden, da vorbeugende Maßnahmen in Form von sorgfältiger Narbenpflege möglich sind. Droht jedoch der Totalverlust eines ökologisch wertvollen Bestandes, so sollten nach einstimmiger Meinung von Literatur und Experten kontrollierte Anwendungen in Absprache mit den betreuenden Institutionen möglich sein.

In der einschlägigen Fachliteratur werden häufige *Neueinsaaten und Nachsaaten* als Indiz für einen überhöhten Einsatz an Wirtschaftsdünger, unangepasste Nutzung des Standortes und Vernachlässigung mechanischer Pflegemaßnahmen gesehen. Außerdem können suboptimale Standortverhältnisse wie überregulierter Wasserhaushalt eine Nach- bzw. Neueinsaat erforderlich machen (MÄHRLEIN 1993). Schädigungen der Grünlandnarbe können jedoch auch durch extreme Witterungsbedingungen oder Wildschweine verursacht werden. In der Folge können sich störende Unkräuter wie Ampfer oder Disteln verstärkt ausbreiten. Deshalb sollte man von einem generellen Verbot absehen und die Regelungen in der Form mildern, dass Nachsaat mit konventionellen Mischungen, die hauptsächlich aus Weidegras und anderen Futtergräsern bestehen, auf Vertragsflächen verboten bleiben sollten. Es könnten aber Saatgutpools mit Samenmischungen regionaler artenreicher Flächen eingerichtet werden, die den Landwirten bei Bedarf zur Verfügung stehen. Es sollte allerdings darauf geachtet werden, dass der Bedarf an Saatgut sich in Grenzen hält, da Nachsaat nicht als Ersatz mechanischer Pflege und angepasster Nutzung etabliert werden soll. Als koordinierende Stelle kämen die Biologischen Stationen in Frage.

4.2 Prämien

Unter der Nebenbedingung, dass die bisherige Mindestprämie für alle erreichbar sein und die erreichbare Höchstprämie auch etwa der höchsten Prämie im derzeitigen Verfahren entsprechen sollte, haben wir unter Berücksichtigung von Kostengesichtspunkten und rechtlichen Vorgaben Vorschläge für die Höhe der Sockelbeiträge sowie der ergebnisorientierten Komponenten entwickelt. Dabei erfolgt die Einschätzung der ökologischen Qualität einer Fläche zu Vertragsbeginn nach einem vom Institut für Landwirtschaftliche Botanik entwickelten Verfahren, auf das hier nicht näher eingegangen werden soll.

Der Honorierungsvorschlag sieht folgendermaßen aus (vgl. Abbildung 2): Wir gehen dabei davon aus, dass jede für den Vertragsnaturschutz interessante Fläche die Qualitätsstufe eins

erreicht bzw. in relativ kurzer Zeit erreichen kann. Damit sind 300 € der Betrag, mit dem ein Landwirt rechnen kann, der nur die Grundaufgaben einhält und eine gute, aber nicht sehr gute Fläche bewirtschaftet. Die bisherige Mindestprämie liegt bei 204 € für Ausmagerungsflächen. Ein Landwirt, der auf Grund des Vorkommens von Wiesenbrütern alle genannten Auflagen einhalten muss und eine sehr gute Fläche zur Verfügung hat, kann im Extrem 550 € je Hektar erreichen. Die bisherige Höchstprämie liegt bei 511 €.

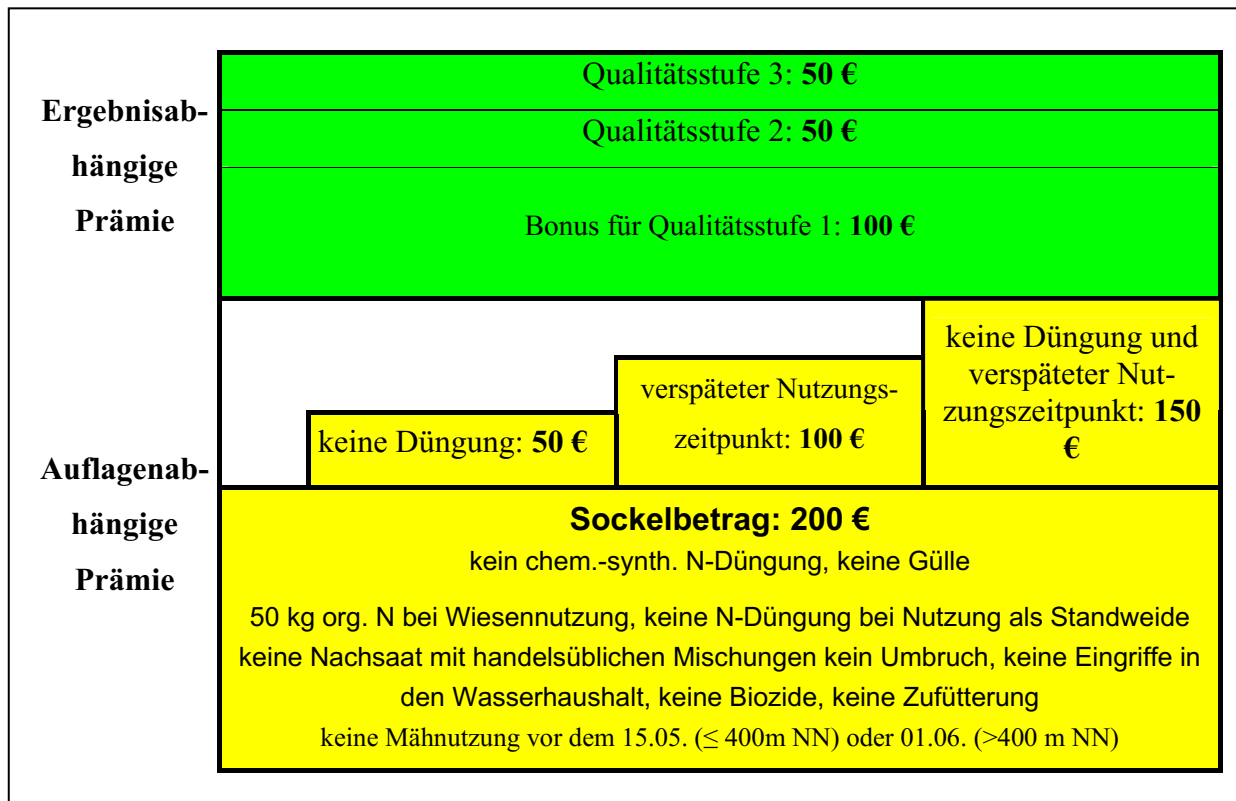


Abb. 2: ergebnisorientiertes Honorierungskonzept (Quelle: eigene Darstellung)

5 Expertenrunde

Der hier vorgestellte Vorschlag wurde in Einzelgesprächen mit einer Reihe von Experten erarbeitet. Er wurde dann im Rahmen einer Gruppendiskussion Vertretern des Ministeriums, der biologischen Stationen und der Wissenschaft vorgestellt. Insgesamt war die Gruppe den Änderungen gegenüber recht aufgeschlossen, allerdings befürchteten vor allem die Vertreter Biologischer Stationen zusätzlichen Arbeitsaufwand und eventuell auch einen Vertrauensverlust bei den Landwirten. Aus diesem Grunde wurde dafür plädiert, eine Umstellung auf eine ergebnisabhängige Honorierung behutsam vorzunehmen. Aus unserer Sicht wird diese Forderung durch die Möglichkeit, zusätzliche Auflagen festzulegen und durch den noch relativ hohen Sockelbetrag erfüllt. Der Aufwand für die Bewertung und Kontrolle der Flächen hängt allerdings von dem hierzu gewählten Verfahren ab.

6 Landwirtebefragung

In die Landwirtebefragung wurden 69 Landwirte aus unterschiedlichen Regionen Nordrhein-Westfalens einbezogen, die bereits Erfahrung mit dem Vertragsnaturschutz haben und den Betrieb vorwiegend im Haupterwerb führen. Um sich langsam an das Thema heranzutasten, wurden die Landwirte zuerst über die Prinzipien ergebnisabhängiger Entlohnung informiert und dann nach ihrer grundsätzlichen Einstellung zu diesem Konzept befragt. Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, lehnen nur 26 % der befragten Landwirte dieses Konzept bzw. jede Änderung ab. Die überwiegende Anzahl macht ihre Zustimmung verständlicherweise von der Ausgestaltung der Honorierung abhängig.

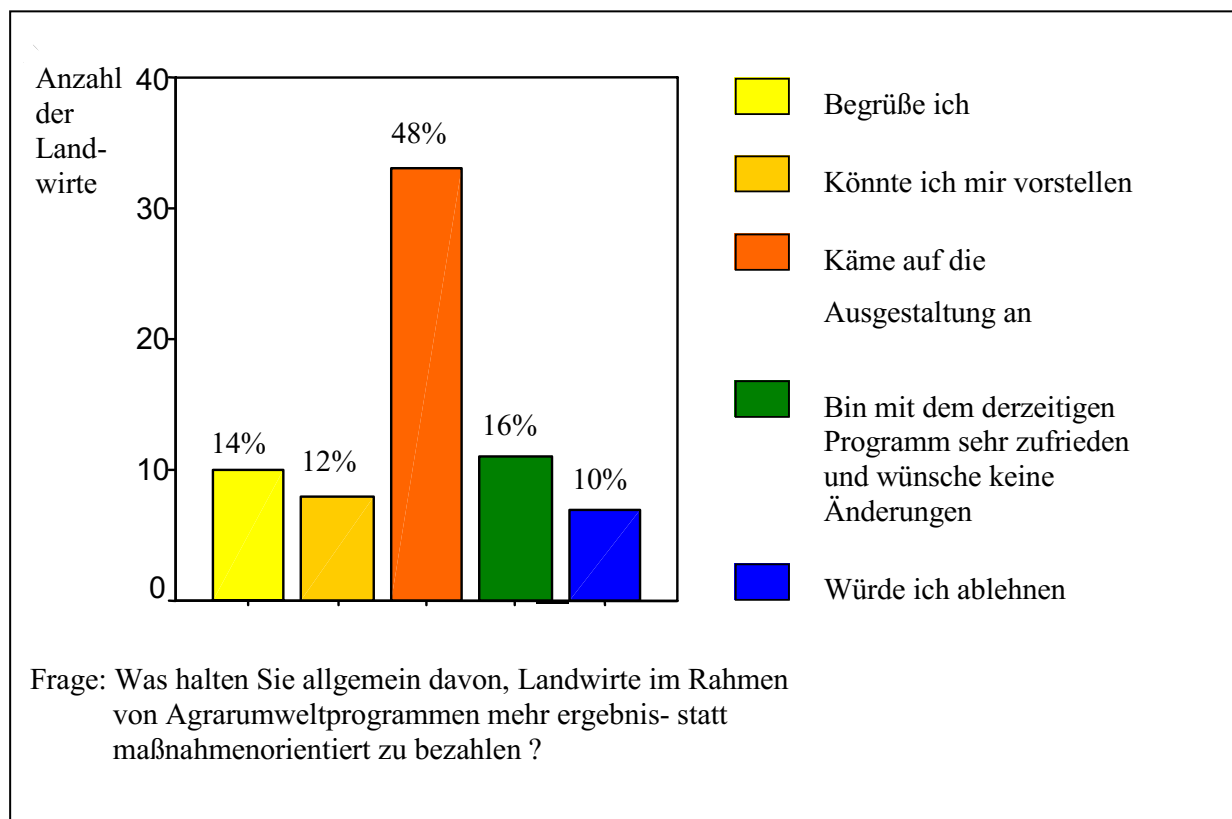


Abb. 3: grundsätzliche Einstellung zur ergebnisabhängigen Honorierung

Nachdem die Landwirte mit dem Konzept vertraut gemacht wurden, sank die Zahl der Ablehnenden weiter auf insgesamt 10, also etwa 14%. Immerhin dreißig der 69 Befragten ziehen dieses Konzept der bisherigen Regelung vor (s. Abbildung 3).

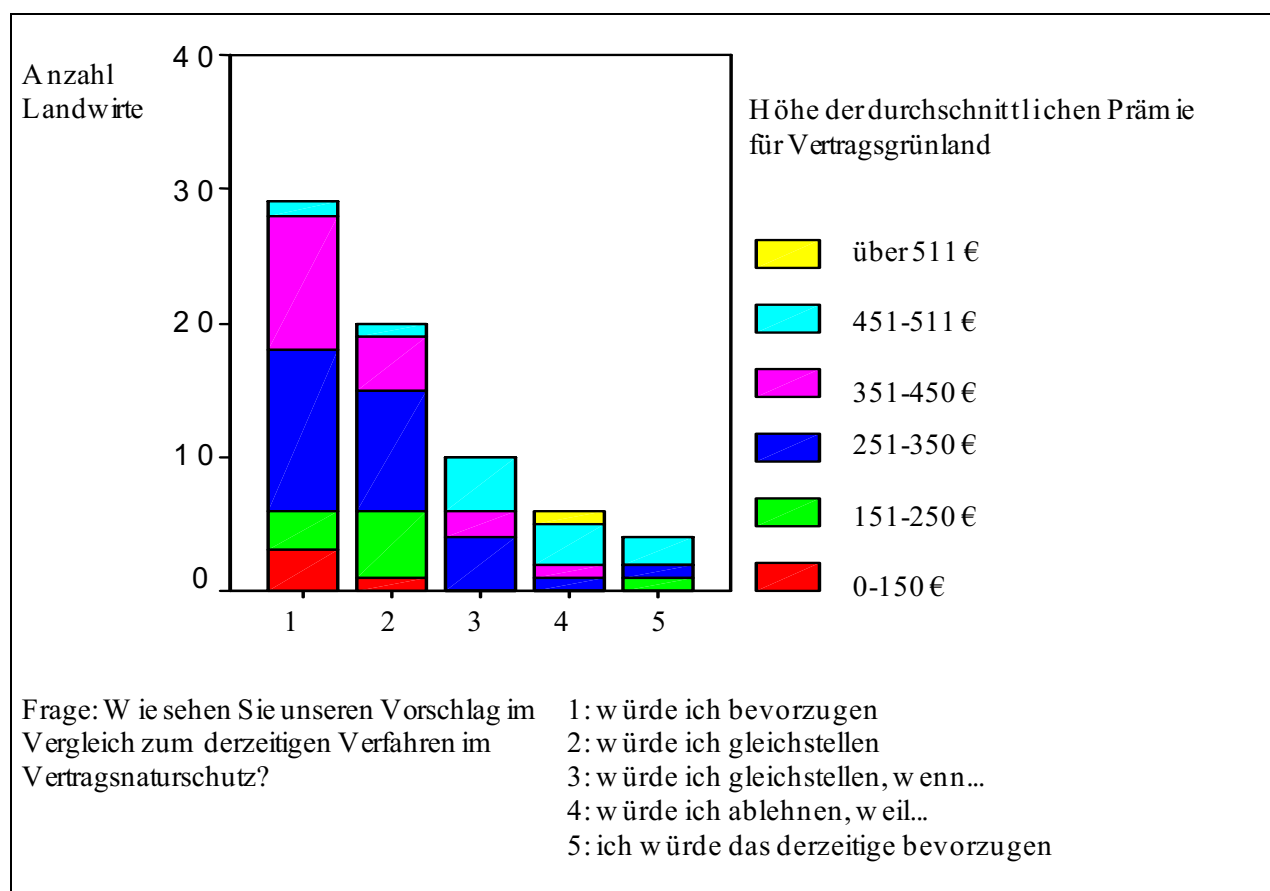


Abb. 4: Akzeptanz des vorgelegten Vorschlages (Quelle: eigene Darstellung)

Eine genauere Analyse der Daten ergab, dass abgesehen von der grundsätzlichen Einstellung zum Naturschutz und zur ergebnisabhängigen Honorierung vor allem die Höhe der bisherigen Prämie einen Einfluss auf die Akzeptanz des Verfahrens hat. Dies erklärt sich dadurch, dass Landwirte, die heute schon die höchste Prämie erhalten, sich finanziell kaum verbessern könnten. In der derzeitigen Programmausgestaltung wird die höchste Prämie dann erreicht, wenn viele Auflagen einzuhalten sind. Es handelt sich damit nicht unbedingt um die Flächen mit der höchsten Artenvielfalt. Durch eine Gestaltung der Prämien nach unserem Vorschlag käme es zu einer aus naturschutzfachlicher Sicht gewünschten Umverteilung der Zahlungen, die bei den Landwirten nicht durchgängig auf Akzeptanz stoßen kann. Zu bemerken ist auch, dass 52 der Befragten sich eine Flexibilisierung der Auflagen wünschten. Die Zugehörigkeit zu dieser Gruppe war ebenfalls ein Merkmal, das sich signifikant positiv auf die Befürwortung unseres Vorschlages auswirkte. Statistisch nicht signifikant, aber in der Tendenz sichtbar erhöhte die Ausbildung des Betriebsleiters und die Schafhaltung das Interesse an dem Vorschlag, während die Zustimmung mit steigendem Alter sank.

7 Schlussfolgerungen

Aus unserer Sicht bestätigen die Befragungsergebnisse den von uns gemachten Vorschlag. Offensichtlich können die Landwirte die verbleibenden Auflagen weitestgehend gutheißen,

auch wenn die Zulassung der Gülledüngung ein Anliegen bleibt. Auch das Prämiensystem wird grundsätzlich akzeptiert. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass der Vorschlag die ergebnisabhängige Honorierung sehr behutsam einführt. Die Prämienspanne und die zentrale Stellung der Biologischen Stationen auch für die Bewertung der Flächen, die alle fünf Jahre zu Vertragsbeginn vorgesehen ist, wird weitgehend beibehalten. In beiden Fällen wären Änderungen durchaus denkbar. So könnte es für die Landwirte interessant sein, auch Zwischenbewertungen durchführen zu lassen. Bei entsprechender Honorierung von Verbesserungen der ökologischen Qualität der Fläche ist es hierbei durchaus möglich, dass die dafür notwendige Begutachtung von den Landwirten selbst bezahlt wird. Ebenso lehnt sich die bisherige Höhe der Prämie nur an Kostengesichtspunkte an. Informationen über die Nachfrage-seite hinsichtlich der Höhe der Prämie und eventuell auch ihrer Differenzierung fehlen bisher. Auch solche Informationen sind für ein ergebnisabhängiges Konzept sicher von Bedeutung. Sie sollten allerdings nicht allein stehen bleiben, sondern den Bewertungen von Expertenseite gegenüber gestellt werden.

8 Zusammenfassung

Aufbauend auf der ökonomischen Prinzipal-Agent-Theorie wird in diesem Beitrag ein Vorschlag für die Einführung ergebnisabhängiger Komponenten in den nordrhein-westfälischen Vertragsnaturschutz gemacht. Dieser sieht eine Flexibilisierung der Grundaufgaben hinsichtlich Schnitzeitpunkt, Besatzdichte und Düngung sowie Möglichkeiten zur Nachsaat mit regionalem Saatgut vor. Für die Prämien wird ein fixer Sockelbetrag von 200 €/ha für die Einhaltung der Grundaufgaben und eine nach der ökologischen Qualität gestufte ergebnisabhängige Prämie von maximal ebenfalls 200 € vorgeschlagen. Aus faunistischen Gründen notwendige Zusatzaufgaben können noch einmal mit bis zu 150 € honoriert werden. In einer Befragung von Landwirten in Nordrhein-Westfalen wurde dieser Vorschlag weitgehend akzeptiert.

9 Abstract

Making use of the principal agent theory a proposal is derived, which can integrate result oriented payments into the payment schemes used in nature conservation contracts in North Rhine-Westphalia. This proposal suggests opening up farmers' constraints concerning first cut, stock rate and fertilizing. It also allows reseedling with local seeds. The suggested payments consist of a fixed remuneration of 200 € for compliance with the remaining constraints and a stepped bonus of another 200 € maximum for ecological quality. If additional constraints have to be imposed in order to protect birds or other animals, up to 150 € can be paid on top of this. Interviews with concerned farmers showed a wide acceptance of the proposal.

Dipl.-Ing. agr. Meike Henseleit, Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie der Universität Bonn, Nussallee 21, 53115 Bonn

Prof. Dr. Karin Holm-Müller, Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie der Universität Bonn, Nussallee 21, 53115 Bonn

Ökonomik der Grünlandnutzung bei produktionsentkoppelten Ausgleichszahlungen

Impacts of decoupled payments on the economics of grassland farming

E. Berg

1 Einführung

Die europäische Kommission hat in ihrer Halbzeitbewertung der Agenda 2000 weitreichende Reformen der gemeinsamen Agrarpolitik vorgeschlagen, die schließlich im September 2003 in der Verordnung Nr. 1782/2003 konkretisiert wurden (EU 2003). Herzstück der Reform ist die Entkopplung der gewährten Direktzahlungen von der aktuellen Produktion. Dabei sind grundsätzlich zwei Modelle vorgesehen, nämlich die sog. Betriebsprämie und die regionale Einheitsprämie. Im Dezember 2003 hat die Bundesrepublik Deutschland entschieden, das Modell der regionalen Einheitsprämie einzuführen, wobei während einer Übergangsfrist bis 2012 eine Kombination beider Optionen gelten soll.

Die beschlossene Reform hat Konsequenzen für die relative Vorzüglichkeit von Produktionsverfahren. Dies gilt für den Marktfruchtbau ebenso wie für den Futterbau auf Acker- und Grünland sowie die damit verbundenen Verfahren der Tierhaltung. Mit den Konsequenzen für die Grünlandnutzung beschäftigt sich dieser Beitrag. Dabei wird zunächst auf die Entwicklung der Rahmenbedingung für die Grünlandnutzung kurz eingegangen, woran sich eine allgemeine Erörterung der Wirkungen, die von der Entkopplung ausgehen, anschließt. Dem folgt die Darlegung des von der Bundesregierung beschlossenen Entkopplungsmodells, dessen einzelwirtschaftliche Konsequenzen schließlich anhand von Modellrechnungen für einen Milchviehbetrieb mit Bullenmast sowie einen Mutterkuhbetrieb quantifiziert werden.

2 Entwicklung der Rahmenbedingungen für die Grünlandnutzung

Die Grünlandnutzung musste sich in den letzten Jahrzehnten des öfteren an veränderte Rahmenbedingungen anpassen. Kennzeichnend für diese sind dabei zum einen die Wirtschaftlichkeit der Produktionsverfahren der Rinderhaltung, welche das Grünland nutzen sowie zum anderen die Wettbewerbsfähigkeit konkurrierender Verfahren der Futtererzeugung. Beide Bereiche wurden und werden von den Entscheidungen der Agrarpolitik maßgeblich beeinflusst. Größere Einschnitte waren in diesem Zusammenhang die Einführung der Milchmengenbegrenzung im Jahre 1984, die EU-Agrarreform von 1992, die Beschlüsse der sog. Agenda 2000 sowie schließlich die jüngsten Reformen, mit denen sich dieser Beitrag schwerpunktmäßig beschäftigen soll. Bis zur Reform der europäischen Agrarpolitik im Jahr 1992 war die Wirtschaftlichkeit der Grünlandnutzung durch agrarpolitische Beschlüsse eher positiv beeinflusst worden. Insbesondere die positive Entwicklung der Milchpreise in den 1980er Jahren machte die Grünlandnutzung lukrativ. In gleicher Richtung wirkte auch die Getreidepreisstützung, die Kraftfutter ebenso wie Ackerfutter teuer machte, was wiederum positiv auf die relative Vorzüglichkeit der Futterbereitstellung vom Grünland wirkte.

Die Reform des Jahres 1992 brachte hier eine drastische Veränderung: die starke Absenkung der Getreidepreise führte zu einer entsprechenden Verminderung der Kraftfutterkosten. Da die nunmehr gewährten flächengebundenen Ausgleichszahlungen die Erlösrückgänge im Ackerbau nicht ausgleichen konnten, war eine Verminderung der Deckungsbeiträge im Ackerbau die Folge. Damit sanken gleichzeitig auch die Nutzungskosten der Fläche, was wiederum die Wettbewerbsfähigkeit des Ackerfutterbaus im Vergleich zum Grünland erhöhte. Dieser Ef-

fekt wurde noch verstärkt durch die Tatsache, dass für den Anbau von Silomais die Getreideprämie in Anspruch genommen werden konnte (BERG 1995, 1996a, 1996b).

Mit den Beschlüssen zur Agenda 2000 wurde im wesentlichen die Reformstrategie von 1992 fortgesetzt. Es wurden allerdings neue Akzente geschaffen, wozu u.a. die Stärkung der sog. zweiten Säule der Agrarpolitik² gehört. Für den Futterbau bedeutsam ist vor allem die erhebliche Ausweitung der Tierprämien in der Rindviehhaltung, wozu auch die vorgesehene Einführung einer Milchkuhprämie gehört. Da alle diese Prämien von der Produktionsmenge – zumeist von der Tierzahl – abhängen, sind sie nicht produktionsentkoppelt. Gemäß den Regelungen im Rahmen des GATT müssten sie deshalb abgebaut werden. Um einem solchen Abbau im Zuge der anstehenden WTO-Verhandlungen vorzubeugen, wurde in der jüngsten Reform die Entkopplung der Ausgleichszahlungen von der aktuellen Produktion beschlossen. Mit Blick auf die grundsätzliche Strategie der Marktliberalisierung sowie die bevorstehenden WTO Verhandlungen ist dieser Beschluss nur konsequent. Die Frage ist indessen, wie er sich auf die Landwirtschaft und hier insbesondere die Grünlandnutzung auswirkt. Dies soll im Folgenden zunächst aus theoretischer Sicht untersucht werden.

3 Entkopplung: Hintergrund und generelle Wirkungen

Eine Entkopplung der Direktzahlungen impliziert, dass man die gewährten Ausgleichszahlungen von der aktuellen Produktion trennt. Konkret bedeutet das die Loslösung der bislang gewährten Flächenprämien vom aktuellen Anbauprogramm sowie der Tierprämien von der aktuellen Tierzahl. Man erreicht diese Trennung, in dem man die Zahlung als Betriebsprämie gewährt, deren Höhe sich nach der Produktion während eines zurückliegenden Referenzzeitraumes bemisst.

Für den einzelnen Betrieb bedeutet eine solchermaßen vorgenommene Entkopplung, dass die Ausgleichszahlungen – da sie ohne Bezug zum tatsächlichen betrieblichen Geschehen gewährt werden – in der Planung und Entscheidungsfindung keine Rolle spielen. Wenn die Zahlungen der Vergangenheit in unveränderter Höhe weiter gewährt werden, hat die Entkopplung auch keine negativen Auswirkungen auf das Einkommen. Sofern die veränderte Entscheidungssituation zu Anpassungen des Produktionsprogramms führt, kann sich dieses sogar erhöhen. Letzteres wird immer dann der Fall sein, wenn eigentlich unwirtschaftliche Produktionsverfahren nur deshalb beibehalten wurden, um in den Genuss der Ausgleichszahlungen zu kommen, oder wenn die Entkopplung zu veränderten Kostenstrukturen führt. (vgl. ISERMEYER 2003, BUSENKELL und DEITMER 2003).

Auf der Ebene des Sektors oder einzelner Märkte führt die Entkopplung einerseits dazu, dass die Verzerrungen infolge des Einflusses der produktionsabhängigen Ausgleichszahlungen auf das Angebot verschwinden werden. Die Funktionsfähigkeit der Märkte wird somit verbessert. Auf der anderen Seite vermindert sich die Grenzproduktivität der eingesetzten Produktionsfaktoren, vor allem des Bodens, was einen Rückgang des Umfangs der landwirtschaftlich genutzten Flächen zur Folge hat. Letzteres lässt sich anhand des Bodenrentenmodells von Ricardo verdeutlichen, wie in Abb. 1 geschehen.

In der Grafik ist auf der Abszisse die Bodenqualität abgetragen und zwar von links nach rechts fallend. Die obere Gerade kennzeichnet den Erlös, der mit abnehmender Bodenqualität infolge sinkender Erträge ebenfalls fällt. Auch die Kosten sinken mit abnehmender Bodenqualität aufgrund des damit verbundenen Rückgangs der Bewirtschaftungsintensität. Werden mit der Kostenfunktion die gesamten Kosten (einschließlich eines Unternehmerlohnes) erfasst, dann kennzeichnet die Differenz zwischen Erlös und Kosten die Bodenrente. Da diese

² Die „zweite Säule“ der EU-Agrarpolitik umfasst die Mittel für Agrarumweltprogramme und zur Entwicklung des ländlichen Raumes.

eine Qualitätsrente im Sinne Ricardos darstellt, sinkt sie ebenfalls mit abnehmender Bodengüte. Sie kennzeichnet den maximalen Pachtpreis, den ein Bodeneigentümer vom Bodennutzer fordern könnte. Dieser fällt am Grenzstandort auf Null. Der Grenzstandort markiert daher die Bodenqualität, bei der gerade noch eine volle Kostendeckung erreicht wird. Böden geringerer Qualität sind nicht wirtschaftlich nutzbar.

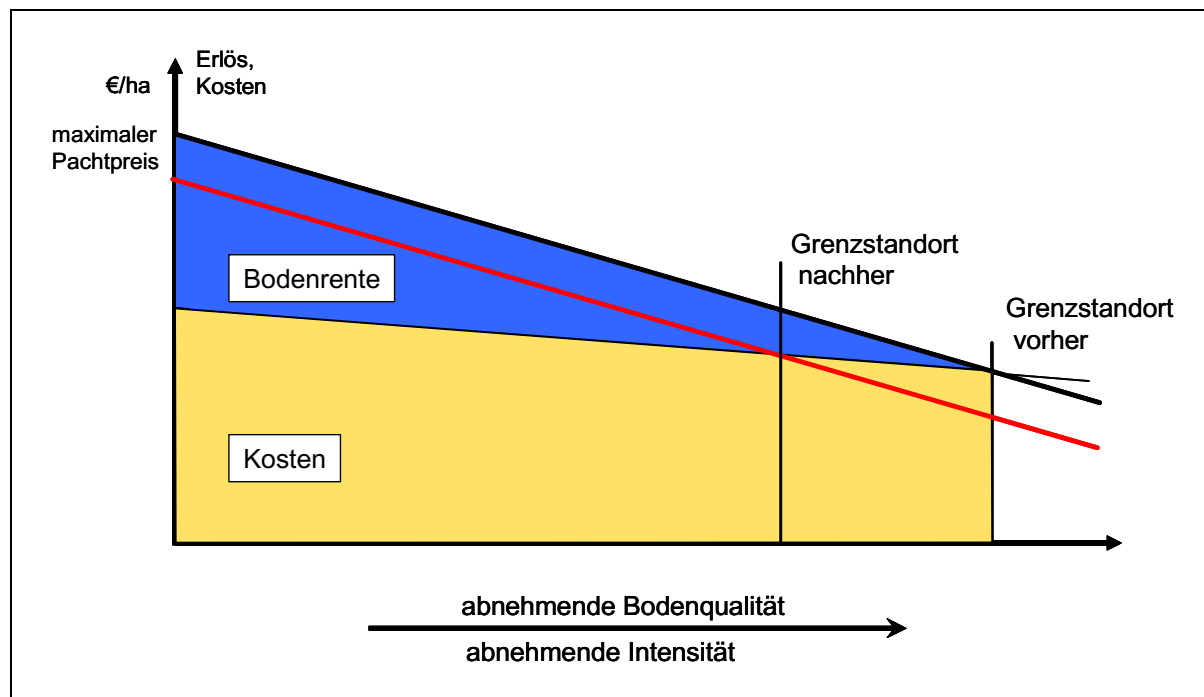


Abb. 1: Wirkung einer Entkopplung auf Bodenrente und Flächennutzung

Die produktionsabhängigen Ausgleichszahlungen sind im dargestellten Modell in den Erlösen enthalten. Eine Entkopplung führt nun dazu, dass die Direktzahlungen für Produktionsentscheidungen fortan ohne Belang sind. Sie können deshalb aus dem Modell herausgerechnet werden, was dazu führt, dass die Erlösgerade sich um den Betrag der Ausgleichszahlungen nach unten verschiebt. Die Folge ist ein Absinken der Bodenrente und damit der maximal zahlbaren Pachtpreise auf allen Standorten. Darüber hinaus verschiebt sich der Grenzstandort auf Böden höherer Qualität, womit es zwangsläufig zu einem Brachfallen von Fläche kommt. Davon werden zunächst die extensiven Grünlandstandorte im Mittelgebirge betroffen sein.

4 Das beschlossene Entkopplungsmodell und seine Konsequenzen

4.1 Das Betriebsprämienmodell als Standardmodell der Europäischen Union

Das von der EU beschlossene Entkopplungsmodell sieht als Standardverfahren eine Betriebsprämie vor, die sich aus den Direktzahlungen errechnet, welche der betreffende Landwirt in der Referenzperiode von 2000 bis 2002 erhalten hat (vgl. EU 2003). Dabei wird zunächst die betriebliche Prämiensumme entsprechend den im Durchschnitt des Referenzzeitraumes genutzten prämierten Flächen und der gehaltenen prämierten Tiere festgestellt. Im zweiten Schritt wird diese Prämiensumme durch die Anzahl der Hektare geteilt, welche die Direktzahlungen im Durchschnitt der Referenzperiode begründet haben. Diese sog. Referenzfläche umfasst alle prämierten Ackerkulturen, die Stilllegungsfläche und die Futterfläche. So errechnet sich für jeden ha der Referenzfläche ein Prämienrecht, das die zukünftigen Zahlungsansprüche begründet. Die Zahlungsansprüche je ha sind in der Aus-

gangssituation für alle Referenzflächen eines Betriebes gleich hoch, sie unterscheiden sich aber von Betrieb zu Betrieb und zwar in Abhängigkeit von der Erzeugungsregion sowie der in der Referenzperiode gehaltenen prämierten Tiere und der dafür angerechneten Futterfläche.

In den Folgejahren erhält der Landwirt Zahlungen für die Prämienrechte, soweit sein Betrieb über ausreichend Flächen verfügt, um alle Prämienrechte „aktivieren“ zu können. Wie diese Flächen genutzt werden ist dabei unerheblich; ebenso spielt es keine Rolle ob es sich um Eigentums- oder Pachtflächen handelt. Sind in einem Jahr weniger Flächen vorhanden als Prämienrechte, dann bleiben die überschüssigen Zahlungsansprüche ungenutzt.

Die Prämienrechte können frei gehandelt werden, d.h. Landwirte können Prämienrechte kaufen oder verkaufen, ohne dass ein Flächentransfer damit einhergehen muss. Bei der Zupacht bzw. Verpachtung von Flächen können die Prämienrechte in die Pachtung mit eingeschlossen werden, sie müssen es jedoch nicht.

Die freie Handelbarkeit der Prämienrechte hat entscheidenden Einfluss auf die Wirkungsweise dieses Modells. Denn in der Ausgangssituation gibt es infolge der nicht prämierten Ackerkulturen (vor allem Zuckerrüben und Speisekartoffeln) insgesamt deutlich mehr Flächen als Prämienrechte. Für einen Landwirt, auf den dieser Fall zutrifft, kann es also sinnvoll sein, Prämienrechte käuflich zu erwerben. Umgekehrt wird es Landwirte geben, die bereit sind, ihre Prämienrechte durch Verkauf zu kapitalisieren und eine andere betriebliche Entwicklungsrichtung einzuschlagen bzw. die Landwirtschaft gänzlich aufzugeben. Da die Prämienrechte in keiner Verbindung mehr zu den Flächen stehen, die sie ursprünglich begründet haben, entsteht für sie ein von der Fläche unabhängiger, separater Markt. Damit sind die Zahlungen tatsächlich „entkoppelt“, obwohl sie noch mit (irgend) einer Flächennutzung verknüpft sind. Demzufolge gelten für das EU-Betriebsprämienmodell die Zusammenhänge des zuvor dargestellten Bodenrentenmodells und damit auch dessen Wirkungen. Konkret heißt das, dass die Pachtpreise sinken, wie im Modell dargestellt, die Rentabilität der Flächennutzung generell abnimmt und der Grenzstandort sich in Richtung der besseren Böden verschiebt. Als Folge lässt sich ein beschleunigter Strukturwandel verbunden mit dem Auftreten von Brachflächen erwarten, wobei letztere zuerst auf Grünlandstandorten im Mittelgebirge anzutreffen sein werden, da dort die Bodenrenten am niedrigsten sind.

4.2 Die deutsche Variante: Kombimodell mit Übergang zur regionalen Einheitsprämie

Das Betriebsprämienmodell der EU bringt wegen der unterschiedlich hohen Zahlungsansprüche, die auf die einzelnen Prämienrechte entfallen, einen erheblichen administrativen Aufwand mit sich. Das mag u.a. der Grund dafür gewesen sein, dass die Europäische Union in Mitgliedstaaten als Alternative auch die Einführung einer regionalen Einheitsprämie freigestellt hat, bei der die Zahlungsansprüche nach regionalen Durchschnitten statt nach der betriebsindividuellen Situation festgelegt werden. Darüber hinaus ist auch eine Kombination aus Betriebs- und Regionalprämie (sog. Kombimodell) zulässig.

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich für das Modell der regionalen Einheitsprämie entschieden, wobei die Bundesländer die Regionen bilden. Um den Übergang von der bisherigen betriebsindividuellen Berechnung der Direktzahlungen zur regionalen Einheitsprämie nicht zu abrupt werden zu lassen, hat man ferner beschlossen zunächst mit einem Kombimodell zu beginnen und dieses im Zeitablauf in ein Regionalmodell zu überführen. Konkret bedeutet dies, dass sich die Zahlungen anfänglich zu einem Teil als Betriebsprämie gemäß der betrieblichen Situation im Zeitraum 2000 bis 2002 und zum anderen Teil als Bundesland spezifischer Acker- und Grünlandprämien errechnen. Der betriebsindividuelle Teil der Prämien vermindert sich dann im Zeitablauf zu Gunsten der Regionalprämien, so dass ab 2013 nur

noch eine für jedes Bundesland einheitliche Flächenprämie für Ackerland- und Grünland gezahlt wird.

Die Wirkungen des Regionalprämienmodells unterscheiden sich gravierend von denen des zuvor dargestellten Betriebsprämienmodells. Der Grund dafür ist, dass sich die regionale Einheitsprämie von Anfang an auf faktisch sämtliche landwirtschaftliche Nutzflächen bezieht und nicht nur auf die Referenzfläche gemäß den vorhergehenden Ausführungen für das Betriebsprämienmodell. Damit gibt es von Anfang an so viele Prämienrechte wie prämieneberechtigten Flächen. Da im Laufe der Zeit die landwirtschaftliche Nutzfläche wegen der außerlandwirtschaftlichen Flächenansprüche weiter abnehmen wird, kommt es zu einem Überhang an Prämienrechten, die Mangels Flächen nicht aktiviert werden können und damit wertlos sind. Ein dauerhaft funktionierender separater Markt für Prämienrechte kann daher nicht entstehen. Dieser stellt jedoch im Betriebsprämienmodell die entscheidende Voraussetzung für die „Entkopplung“ der Prämien von der aktuellen Flächennutzung dar. Da diese Voraussetzung im Regionalmodell nicht mehr gegeben ist, werden die Flächenprämien – wie schon die bisherigen Ausgleichszahlungen – in die Bodenrente mit einbezogen und damit letztlich in den Pachtpreisen kapitalisiert. Da nun auch für Grünland eine Flächenprämie gezahlt wird „verbilligt“ sich die Futtererzeugung auf dem Grünland relativ zum Ackerfutter. Allerdings nimmt auf der anderen Seite die Rentabilität der Viehhaltung wegen des Wegfalls der Tierprämien ab, so dass sich die Wirtschaftlichkeit der Grünlandnutzung dadurch nicht notwendigerweise erhöht. Dies gilt insbesondere deshalb, weil die Angleichung der zunächst niedrigeren Grünlandprämie an diejenige für Ackerland im Zeitablauf einen deutlichen Anstieg der Pachtpreise für Grünland erwarten lässt.

4.3 Modellrechnungen

4.3.1 Darstellung der Modellbetriebe und Szenarien

Nachfolgend sollen die zuvor dargelegten theoretischen Überlegungen anhand einzelbetrieblicher Modellrechnungen auf Basis der Linearen Programmierung (LP) quantifiziert werden. Dies geschieht exemplarisch für zwei Futterbaubetriebe, die sich hinsichtlich der standörtlichen Gegebenheiten sowie ihres Produktionsprogramms unterscheiden. Einige wichtige Kennwerte der Modellbetriebe sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Im ersten Fall handelt es sich um einen Milchviehbetrieb auf einem vergleichsweise guten Grünlandstandort, der neben 76 ha Dauergrünland noch über 26 ha Ackerland mittlerer Qualität verfügt. Es sind Stallplätze und Milchquote für 70 Kühe vorhanden. Der zweite Modellbetrieb ist ein reiner Grünlandbetrieb auf einem extensiven Standort, der auf 67 ha Fläche 50 Mutterkühe hält. In beiden Betrieben sind mehr als die Hälfte aller Flächen zugepachtet.

Tabelle 1: Kenndaten der Modellbetriebe in der Ausgangssituation (2002/2003)

		Milchvieh mit Bullenmast	Mutterkuhbetrieb
Faktorausstattung			
Grünland	ha	76	67
davon Pacht	ha	50	47
Ackerland		26	-
davon Pacht	ha	12	-
Stallplätze Kühe	Stck.	70	50
Milchquote	kg	483.000	
Erträge/Leistungen			
Milchleistung	kg/Kuh	6.900	-
Winterweizen	dt/ha	66	-
Silomais	GJ ME/ha	130	-
Grünlandertrag brutto	GJ NEL/ha	46	24
Pachtpreise			
Ackerland	€/ha	250	-
Grünland	€/ha	150	110

Für diese Betriebe werden vier Modellvarianten berechnet (vgl. Tabelle 2). Die erste kennzeichnet die Ist-Situation und repräsentiert die Bedingungen im Ausgangsjahr hinsichtlich der Preis-/Kostenverhältnisse sowie der gewährten Direktzahlungen (Flächen- und Tierprämien). Die zweite Modellvariante unterscheidet sich von der ersten lediglich dadurch, dass die Prämiensumme des Jahres 2003 nunmehr als produktionsunabhängige Zahlung an den Betrieb geleistet wird. Dieses Szenario ist hypothetisch und stellt als reines Entkopplungsmodell gleichsam ein Referenzszenario dar, mit dem die übrigen Modellvarianten verglichen werden. Diese wiederum repräsentieren das von der Bundesrepublik beschlossene dynamische Kombimodell („Modell D“) und beziehen sich auf die Jahre 2006 und 2013.

Tabelle 2: Szenarien für die Modellrechnungen

„Ist“2003	Entkoppelt (Referenz)	Modell D 2006	Modell D 2013
Berechnung mit derzeitigen Prämien und Preisen	Prämiensumme 2003 als produktionsunabhängige Zahlung an den Betrieb	Betriebsprämie aus: Bullenprämie, Mutterkuhprämie, Schlachtpremie Kälber, Milchprämie 3,55 ct/kg Quote, 50 % der Extensivierungsprämie Flächenprämie: 274 €/ha AF; 111 €/ha Grünland Modulation: 4 % bei 5000 € Freibetrag Milchpreis: Rückgang 7 ct/kg	Betriebsprämie: Wegfall Flächenprämie: 335 €/ha AF; 335 €/ha Grünland Modulation: 5 % bei 5000 € Freibetrag Milchpreis: wie 2006

Das Jahr 2006 kennzeichnet den Beginn der Entkopplung mit der dann gültigen Kombination aus Betriebsprämie und Flächenprämien für Acker und Grünland. Die Betriebsprämie umfasst dabei die Bullenprämie (genauer „Sonderprämie für männliche Rinder“), die Schlachtprämie für Kälber, die Milchprämie sowie die der Hälfte der Extensivierungsprämie entsprechend den Beträgen, die in der Ausgangssituation des Jahres 2003 an den jeweiligen Betrieb gezahlt wurden. Für Ackerland und Grünland wurden 274 €/ha bzw. 111 €/ha als anfängliche Flächenprämie angenommen. Dabei handelt es sich um Schätzungen, da die genauen Beträge noch nicht vorliegen. Sie dürften jedoch nur unwesentlich von den unterstellten Werten abweichen. Ferner wird die sog. Modulation berücksichtigt, womit die Kürzung der Direktzahlung um einen bestimmten Prozentsatz gemeint ist, um auf diese Weise Mittel für die Umschichtung in die zweite Säule der Agrarpolitik freizusetzen. Für das Jahr 2006 beträgt der Kürzungssatz 4 % des Betrages der Direktzahlungen der 5000 € übersteigt.

Die für das Jahr 2006 berücksichtigte Milchprämie wurde bereits im Rahmen der Agenda 2000 beschlossen und zwar als Kompensation für die Absenkung der Interventionspreise für Butter (-25 %) und Magermilchpulver (-15 %). Da gleichzeitig die Interventionsmenge für Butter zurückgefahren wird, während andererseits die Milchquote aufgestockt wird, dürfte der derzeitige Preisdruck auf dem Milchmarkt auch in Zukunft erhalten bleiben. Ein weiterer Rückgang des Milchpreises ist daher zu erwarten. In den Modellrechnungen wurde deshalb angenommen, dass die Absenkung des Interventionspreises voll auf den Erzeugerpreis durchschlägt und dieser in der Folge um 7 ct/kg sinkt. Dieser Preisrückgang wird durch die Milchprämie nur zur Hälfte kompensiert. Auch die Milchprämie ist entkoppelt, d.h. sie bezieht sich auf die historische Milchquote (vorhandene Quote am 31.03.2005). Im Rahmen der Betriebsprämie wird sie danach unabhängig von der tatsächlich produzierten Milchmenge gewährt.

Bis zum Jahr 2013 wird die Betriebsprämie vollständig abgeschmolzen und in eine einheitliche Flächenprämie für Ackerland und Grünland überführt (letzte Spalte in Tabelle 2). Deren Höhe wird für Nordrhein-Westfalen auf 335 €/ha geschätzt. Die sich daraus errechnende Direktzahlung wird gemäß den dann geltenden Regeln um 5 % aufgrund der Modulation gekürzt, wobei eine Freigrenze von 5000 € je Betrieb berücksichtigt wird. Da mit den Modellrechnungen nur der Effekt der agrarpolitischen Veränderungen quantifiziert werden soll, wurden die übrigen Größen (Erträge und Leistungen, Preise und Kosten) gegenüber dem Jahr 2006 nicht verändert.

4.3.2 Modellergebnisse

Die Ergebnisse der Modellrechnungen sind in den Tabellen 3 und 4 wiedergegeben. Der Milchviehbetrieb (Tabelle 3) hält in der Ausgangssituation 70 Milchkühe, womit die vorhandene Milchquote ausgeschöpft ist. Darüber hinaus mästet er pro Jahr 33 Bullen. Die Futtergrundlage für die Milchkühe samt Nachzucht bildet das Grünland, während die Bullenmast auf der Basis von Silomais erfolgt. Der Rest des Ackerlandes entfällt auf Getreide sowie die obligatorische Flächenstilllegung. Da der Silomais als Getreidefläche deklariert ist, erhält der Betrieb Ausgleichszahlungen für die gesamte Ackerfläche. Zusammen mit den Tierprämien (Bullenprämie und Schlachtprämie) belaufen sich die Direktzahlungen auf knapp 21.500 €. Der Gesamtdeckungsbeitrag beträgt einschließlich aller Prämien ca. 67.600 €.

Wird die gesamte Prämiensumme als entkoppelte Betriebsprämie gezahlt, so vermindert sich die Rentabilität des Ackerbaus um die Getreideprämie von 366 €/ha und die Rindermast um die Tierprämien und die anteilige Silomaisprämie. Als Folge werden keine Bullen mehr gehalten und kein Silomais mehr angebaut. Die Weiterführung Bullenmast würde zu einem Grenzverlust von 45 € je Tier führen. Als Folge der Betriebsumstellung erhöht sich der Gesamtdeckungsbeitrag (einschließlich Prämien) gegenüber der Ausgangssituation geringfügig.

Die gesunkene Rentabilität des Ackerbaus schlägt sich auch in einer drastischen Verminderung des Grenzwertes für das Ackerland nieder. Dies würde im Zeitablauf sicherlich einen Rückgang der Pachtpreise bewirken, was für den Betrieb zu einer deutlichen Kostenersparnis führen würde. Eine reine Entkopplung würde somit c.p. zu einer Einkommenserhöhung für den Betrieb führen, sofern die Summe der Direktzahlungen in unveränderter Höhe beibehalten würde.

Im beschlossenen Kombimodell („Modell D“) bleibt das optimale Produktionsprogramm dasselbe wie im zuvor beschriebenen Fall der reinen Entkopplung. Die ökonomische Situation stellt sich indessen gänzlich anders dar. Obgleich die Prämiensumme in 2006 auf gut 39.000 € ansteigt, vermindert sich das Einkommen des Betriebes im Vergleich zur Ausgangssituation um mehr als 15.000 €. Die Ursache dafür ist vor allem der Rückgang des Milchpreises, der durch die gezahlte Milchprämie nicht ausgeglichen werden kann.

Durch den Übergang vom Kombimodell auf die regionale Einheitsprämie bis 2013 kommt es für diesen Betrieb zu einer Verminderung der Direktzahlungen um ca. 5.000 €, die in vollem Umfang auf das Einkommen durchschlagen, das damit weiter sinkt. Dieser Verlust an Prämien ist darauf zurückzuführen, dass aufgrund der intensiven Viehhaltung in der Ausgangssituation der Wegfall der Tierprämien durch den Anstieg der Flächenprämie nicht kompensiert wird.

Tabelle 3: Modellergebnisse für den Milchviehbetrieb

		Ist 2003	Entkoppelt (Referenz)	Modell D	
				2006	2013
Getreide	ha	18,7	19,5	19,5	19,5
Silomais	ha	4,7	-	-	-
Grünland	ha	76,0	76,0	76,0	76,0
Milchkühe	ha	70	70	70	70
Bullen	Stck./Jahr	33	(-45)	(-45)	(-45)
Deckungsbeitrag*)	€/Jahr	67.581	68.310	52.055	47.180
Tierprämien	€/Jahr	11.978	-	-	-
Prämie Ackerland	€/Jahr	9.516	-	7.124	8.710
Prämie Grünland	€/Jahr	-	-	8.436	25.460
Betriebsprämie	€/Jahr	-	21.494	23.485	-
Prämiensumme	€/Jahr	21.494	21.494	39.045	34.170
Grenzwert Ackerland	€/Jahr	618	251	525	586
Grenzwert Grünland	€/ha	255	223	334	558

*) einschließlich Prämien

Die Veränderungen der agrarpolitischen Rahmenbedingungen treffen diesen Betrieb somit in zweifacher Hinsicht: erstens durch den Milchpreisverfall, der besonders drastische Wirkungen zeigt, und zweitens durch den Umverteilungseffekt der regionalen Einheitsprämie, der in Betrieben mit intensiver Rindviehhaltung generell zu einem Verlust an Direktzahlungen führt. Beide Effekte addieren sich zu einem kalkulierten Einkommensverlust von über 20.000 €. Dieser wird auch nicht durch sinkende Pachtpreise gemildert werden können. Denn die Modellrechnungen zeigen, dass der Grenzwert für Ackerland nur wenig abnimmt und der für Grünland aufgrund der gewährten Flächenprämie sogar kräftig steigt. Somit ist bei den Pachtpreisen für Ackerland keine große Änderung zu erwarten, während die für Grünland tendenziell ansteigen dürften. Das bedeutet auch, dass die Fläche weiterhin knapp bleibt, so dass mit Brachflächen in nennenswertem Umfang auf derartigen Standorten nicht zu rechnen ist.

Tabelle 4 enthält die Modellergebnisse für den Mutterkuhbetrieb. Dieser nutzt in der Ausgangssituation die verfügbaren 67 ha Grünland, wovon 47 ha zugepachtet sind, als Futterfläche für eine Mutterkuhherde mit 50 Kühen zuzüglich der Nachzucht. Alle männlichen Tiere werden als Weideabsetzer verkauft, ebenso die weiblichen, soweit sie nicht für die Remontierung der Herde benötigt werden. Insgesamt fallen Tierprämien im Umfang von 19.000 €/Jahr an, die sich zusammensetzen aus der Mutterkuhprämie von 200 €/Tier (für 50 Kühe und 10 Färsen), der Schlachtpremie (100 €/Tier) für 10 Altkühe sowie der Extensivierungsprämie von 60 €/Tier für insgesamt 60 Tiere. Zusammen mit den Direktzahlungen kommt der Betrieb auf einen Gesamtdeckungsbeitrag von rund 14.500 €/Jahr. Das bedeutet, dass ohne die Tierprämien der Deckungsbeitrag aus der Mutterkuhhaltung negativ wäre, zumindest soweit die Futterflächen (für 110 €/ha) zugepachtet sind. Der vergleichsweise hohe Grenzwert für das Grünland kommt allein durch die Tierprämien zustande.

Konsequenterweise führt dann auch die Entkopplung der Direktzahlungen dazu, dass nur noch die 20 ha an eigenen Flächen genutzt werden. Eine Zupacht erfolgt nicht mehr, da der Grenzwert für Grünland niedriger ist als der angesetzte Pachtpreis. Die Mutterkuhherde wird auf 15 Kühe mit der entsprechenden Nachzucht verkleinert. Wenn die Direktzahlungen in unveränderter Höhe fortbestehen, steigt der Gesamtdeckungsbeitrag des Betriebes beträchtlich an. Er würde bei der reinen Entkopplungsvariante 21.000 €/Jahr erreichen.

Bei dem für Deutschland beschlossenen Entkopplungsmodell hingegen bleiben Flächennutzung und Viehhaltung gegenüber der Ausgangssituation unverändert. Der gleitende Übergang zur regionalen Einheitsprämie beschert dem Betrieb einen Zuwachs an Direktzahlungen, der in vollem Umfang einkommenswirksam wird. Der Gesamtdeckungsbeitrag steigt infolge dessen bis zum Jahr 2013 gegenüber der Ausgangssituation deutlich an.

Tabelle 4: Modellergebnisse für den Mutterkuhbetrieb

		Ist 2003	Entkoppelt (Referenz)	Modell D	
				2006	2013
Grünland	ha	67	20	67	67
Mutterkühe	Stck.	50	15	50	50
Weideabsetzer männlich	Stck./Jahr	23	7	23	23
Weideabsetzer weiblich	Stck./Jahr	13	4	13	13
Deckungsbeitrag*)	€/Jahr	14.530	21.000	17.610	18.101
Tierprämien	€/Jahr	19.000	-	-	-
Prämie Grünland	€/Jahr	-	-	7.437	22.445
Betriebsprämie	€/Jahr	-	19.000	14.600	-
Prämiensumme	€/Jahr	19.000	19.000	22.037	22.445
Grenzwert Grünland	€/ha	293	100	122	346

*) einschließlich Prämien

Bezüglich der Direktzahlungen gehören die Betriebe mit extensiver Tierhaltung damit zu den Gewinnern des Übergangs zur regionalen Einheitsprämie. Allerdings zeigen die Modellergebnisse, dass die Direktzahlungen nach wie vor den Gesamtdeckungsbeitrag übersteigen, die Mutterkuhhaltung für sich genommen somit nicht wirtschaftlich ist. Sie wird im Modell nur realisiert, weil sie die einzige Nutzungsmöglichkeit für das Grünland darstellt. Würde eine kostengünstige Nutzungsalternative ohne Viehhaltung, z.B. das Mulchen, mit aufgenommen, dann würde diese sicherlich zum Zuge kommen. Als generelle Aussage lässt sich damit festhalten, dass auf es auf schwächeren Standorten durchaus zu einer Extensivierung bis an die Grenze dessen kommen kann, was durch die sog. *Cross Compliance* Vorschriften eben noch gestattet ist, um in den Genuss der Flächenprämie zu kommen. Diese wiederum werden zu-

mindest teilweise in den Pachtpreisen kapitalisiert, womit diese für Grünland trotz verminderter Rentabilität der Tierhaltung nicht nennenswert sinken dürften. Eine Kostenentlastung für die Betriebe ist somit von dieser Seite nicht zu erwarten, allerdings muss auch nicht mit einem starken Anwachsen der Brachflächen gerechnet werden.

5 Fazit

Als Fazit aus den theoretischen Überlegungen sowie den durchgeführten Modellrechnungen lässt sich Folgendes festhalten: Eine Entkopplung nach dem Betriebsprämienmodell, das von der EU als Standardmodell vorgesehen ist, hätte zur Folge, dass die Direktzahlungen bei der Entscheidungsfindung in den Betrieben keine Rolle mehr spielten. Die durch sie verursachten Allokationsverzerrungen – darunter auch die relative Benachteiligung der Grünlandwirtschaft durch die Reform von 2002 – würden damit beseitigt. Allerdings würde gleichzeitig die Bodenrente sinken, was ein Ausscheiden von Flächen minderer Qualität aus der Produktion nach sich ziehen würde.

Im beschlossenen Modell der regionalen Einheitsprämie tritt der letztgenannte Effekt nicht so deutlich zu Tage, da diese auf die Fläche gezahlt wird und wie eine Faktorsubvention wirkt. Die Grünlandnutzung wird dadurch grundsätzlich wirtschaftlich attraktiver. Allerdings verliert auf der anderen Seite die Rindviehhaltung an Rentabilität. Bei der Mutterkuhhaltung und der Bullenmast ist dies die Folge des Wegfalls der Tierprämien, in der Milchviehhaltung vermindert dagegen die zu erwartende Preisreduktion die Wirtschaftlichkeit. Mutterkuhhaltung und Bullenmast können unter ungünstigen Verhältnissen ihre Rentabilität vollkommen einbüßen. In diesem Fall würden die Betriebe zum Erhalt der Flächenprämie die geringst mögliche Nutzungsintensität des Grünlands anstreben. Soweit die *Cross Compliance* Vorschriften das zulassen, wird man dabei auf eine Viehhaltung gänzlich verzichten. Da die Flächenprämie teilweise in den Pachtpreisen kapitalisiert wird, dürften diese für Grünland trotz verminderter Rentabilität der Tierhaltung nicht nennenswert sinken, was nicht zuletzt für die Attraktivität von Agrarumweltprogrammen wenig förderlich ist.

Die Einkommenswirkungen der Reform fallen von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich aus. Bezüglich des Futterbaus kann man generell sagen, dass Betriebe mit eher intensiver Tierhaltung Einkommenseinbußen erleiden, während in extensiven Bewirtschaftungsformen die Flächenprämie den Wegfall der Tierprämien durchaus überkompensieren kann.

6 Literatur

BERG, E. (1995): Milchviehhaltung: Ökonomische Rahmenbedingungen. In: Vorträge der 47. Hochschultagung der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn vom 21. Februar 1995 in Bonn, Landwirtschaftsverlag, Münster, S. 69-75.

BERG, E. (1996a): Auswirkungen sinkender Milchpreise auf Betriebsstrukturen und Grünlandregionen. In: Vorträge der 48. Hochschultagung der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn vom 22. Februar 1996 in Münster, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, S. 35-46.

BERG, E. (1996b): Was wird aus dem Grünland: Schlußfolgerungen aus der Sicht der Betriebswirtschaft. In: Vorträge der 48. Hochschultagung der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn vom 22. Februar 1996 in Münster, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, S. 117-120.

BUSENKELL, J. und DEITMER, J. (2003): Lohnt sich die Rindfleischerzeugung noch? – Einzelbetriebliche Konsequenzen für die intensive Rindermast bei veränderten Marktbedingungen. Zeitschrift Mais 2003 (1), S. 20-21.

EU (2003): Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 des Rates vom 29. September 2003 mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe. Amtsblatt der Europäischen Union L 270/1, Brüssel.

ISERMEYER, F. (2003): Wirkung des Entkopplungsvorschlags der Europäischen Kommission, Arbeitsbericht 01/2003 des Instituts für Betriebswirtschaft, Agrarstruktur und ländliche Räume der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig.

Prof. Dr. Ernst Berg
Landwirtschaftliche Fakultät
Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre
Meckenheimer Allee 174
Tel.: 0228/73-2890
E-Mail: e.berg@uni-bonn.de

Teil 2

**Zukunftsorientierte Tierhaltung
Herausforderungen und Lösungsansätze**

16. Wissenschaftliche Fachtagung

19. Mai 2004

Landwirtschaftliche Fakultät
der
Universität Bonn

Entwicklung der Tierschutzvorschriften für die Landwirtschaft

Development of the Regulations of Animal Welfare for Animal Husbandry

R. Krieger

Die Tierschutz-Vorschriften für die Landwirtschaft betreffen im Wesentlichen die materiellen Bereiche Tierhaltung, Tiertransport und Eingriffe bei Tieren. Gleichzeitig müssen die korrespondierenden Vorschriften auf nationaler, supranationaler und internationaler Ebene betrachtet werden.

Für den Tierhalter in Deutschland sind das Tierschutzgesetz und die auf Grund des Tierschutzgesetzes erlassenen Rechtsverordnungen maßgeblich. Für die landwirtschaftliche Tierhaltung sind dies die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung und die Tierschutz-Transportverordnung. Die Eingriffe an Tieren werden im Tierschutzgesetz selbst geregelt.

Mit der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vom 25. Oktober 2001 werden die Halteanforderungen des §2 TierSchG näher bestimmt. Neben allgemeinen Anforderungen, die für alle genannten Tiere gelten, wurden bereits bei Erlass der Verordnung zur Vermeidung der Rechtszersplitterung und zur Rechtsvereinfachung Anforderungen an die Haltung von Kälbern als eigener Abschnitt in diese Verordnung aufgenommen. Die Regelung der allgemeinen Anforderungen an die Haltung von Tieren zu landwirtschaftlichen Zwecken dient der vollständigen Umsetzung der Richtlinie 98/58/EG des Rates vom 20. Juli 1998 über den Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere in innerstaatliches Recht. Gleichzeitig wurden die Kälberhaltungsverordnung und die Schweinehaltungsverordnung außer Kraft gesetzt.

Die Schweinehaltungsverordnung war aus Gründen der Rechtsklarheit außer Kraft gesetzt worden. Durch das Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom 6. Juli 1999 zur Hennenhaltungsverordnung war nämlich auch die Schweinehaltungsverordnung aus rechtsformalen Gründen als paralleler Fall als nichtig anzusehen.

Mit der Ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vom 28. Februar 2002 ist ein Abschnitt mit speziellen Bestimmungen für das Halten von Legehennen in die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung eingefügt worden. Damit ist die Richtlinie 1999/74/EG des Rates vom 19. Juli 1999 zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen in deutsches Recht umgesetzt worden. Die Verordnung geht über die Mindestanforderungen der EG-Richtlinie zur Haltung von Legehennen hinaus, indem eine Käfigbatteriehaltung in Deutschland nur noch übergangsweise zulässig ist.

Nachdem mit Inkrafttreten der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung am 1. November 2001 die Schweinehaltungsverordnung außer Kraft gesetzt worden ist, sollen spezielle Regelungen für das Halten von Schweinen als weiterer Abschnitt in die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung aufgenommen werden. Die Regelungen dienen auch der Umsetzung der Richtlinie des Rates 91/630/EWG vom 19. November 1991 über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen. Diese Richtlinie ist im Jahr 2001 durch zwei Richtlinien, nämlich die Richt-

linie 2001/88/EG des Rates vom 23. Oktober 2001 und die Richtlinie 2001/93/EG der Kommission vom 9. November 2001 geändert worden.

Die Änderungen der Richtlinie konzentrieren sich im Wesentlichen auf die Sauenhaltung. Allerdings sind auch die festgelegten Mindestbodenflächen für Absetzferkel, Zuchtläufer und Mastschweine fachlich nicht akzeptabel und darüber hinaus in der Praxis bereits überholt. Nach Auffassung der Bundesregierung sind die Mindestflächenmaße der Richtlinie mit dem §2 TierSchG nicht vereinbar. Bei der Ergänzung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, die im Sommer 2003 dem Bundesrat als Verordnung zugeleitet wurde, sollten deshalb nicht mehr die Mindestvorgaben des EG-Rechts übernommen, sondern größere Mindestflächen vorgeschrieben werden.

Der Bundesrat hat der Verordnung Ende 2003 mit Maßgaben zugestimmt, die die Schweinehaltung, aber auch den Abschnitt Hennenhaltung betreffen. Die Verordnung kann aus rechtlichen Gründen nicht verkündet werden. Ein neues Verordnungsverfahren ist für das Jahr 2004 geplant. Weiterhin ist geplant, auch einen Abschnitt für das Halten von Pelztieren in die Verordnung aufzunehmen.

Die Tierschutz-Transportverordnung vom 25. Februar 1997 dient der Umsetzung der Richtlinie 91/628/EWG des Rates vom 19. November 1991 über den Schutz von Tieren beim Transport. Im Jahr 2003 hat die Europäische Kommission einen Vorschlag für eine unmittelbar in den Mitgliedstaaten geltende EG-Transportverordnung vorgelegt. Diese Verordnung ist im April 2004 im Agrarministerrat gescheitert.

Der Gesetz- und Ordnungsgeber hat bei der Rechtsetzung die in verschiedenen korrespondierenden EG-Rechtsakten festgelegten Tierschutz-Vorschriften zu beachten. Hier sind insbesondere die EG-Richtlinien zur landwirtschaftlichen Tierhaltung allgemein und zur Haltung von Kälbern, Legehennen und Schweinen speziell sowie die EG-Tiertransport-Richtlinie zu nennen. Während die Richtlinien zur Tierhaltung ausdrücklich Mindestanforderungen an die Tierhaltung normieren, regelt die EG-Tiertransport-Richtlinie abschließend den Bereich des grenzüberschreitenden Transports.

Zum Bereich der landwirtschaftlichen Tierhaltung und zum Tiertransport sind darüber hinaus auch die Europäischen Übereinkommen zur landwirtschaftlichen Tierhaltung und zum Tiertransport zu beachten. Die Europäischen Übereinkommen sind völkerrechtliche Verträge, in denen sich die Vertragsparteien selbst zur Einhaltung der Vorschriften verpflichten. Sowohl die Bundesrepublik Deutschland als auch die Europäische Union sind Vertragsparteien der unterschiedlichen Europäischen Übereinkommen zum Tiertransport und zur landwirtschaftlichen Nutztierhaltung.

Dr. Rolf Krieger

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
Rochusstraße1, 53123 Bonn

Anforderungen aus Ökonomie und Ökologie an die Tierernährung

Demands on animal nutrition due to economy and ecology

E. Pfeffer

1. Kulturgeschichtliche Entwicklung

Im Laufe der Kulturgeschichte nehmen Tiere sehr unterschiedliche Funktionen wahr bei der Gewinnung von Lebensmitteln für die Menschen.

Allgemein wird das Stadium der Sammler und Jäger als Beginn der Entwicklung angesehen. In diesem Stadium entnehmen die Menschen aus dem von ihnen bewohnten Ökosystem was sie an essbarem finden, ohne Aufwand für die Regeneration der Ressourcen zu treiben. An wenigen begünstigten Standorten bilden pflanzliche Früchte die Basis für die menschliche Ernährung, überwiegend aber ernähren sich die Menschen von den Erträgen der Jagd.

Verfeinerung der Jagdtechnik kann vorübergehend zu einer Vermehrung der Beute führen, aber längerfristig wird die exzessive Jagd zu einer Gefährdung der Tierbestände; die Domestikation von Tieren wird zur zwingenden Notwendigkeit. Es entwickeln sich pastorale Systeme, in denen der Mensch einerseits diejenigen Tiere, die er zur Erzeugung von Lebensmitteln nutzen will, gegen Raubtiere, Erkrankungen und andere Gefahren schützt und andererseits das Geschehen der Reproduktion nicht mehr dem Zufall überlässt, sondern seiner Planung unterwirft. Damit sind die Anfänge für Tierhaltung und Tierzucht gegeben.

Solange verfügbares Land nicht begrenzender Faktor ist, erfüllen die Tiere vor allem die Funktion der Arbeitersparnis bei der Nutzung großer Landflächen. Natürlicher Aufwuchs stellt die Basis für die Ernährung der Tiere dar. Wo der Aufwuchs für eine kontinuierliche Beweidung eines Standortes nicht ausreichend ist, entwickeln sich nomadische Systeme, in denen die Wege und die Verweildauer an einzelnen Standorten durch Erfahrung über die Tragfähigkeit der Flächen bestimmt werden.

Welche Tierarten gehalten und welche Intensität der Nutzung angestrebt wird, richtet sich in erster Linie nach Art und Menge des zu nutzenden Futters, da die Tierarten sich zunächst in der Technik der Futteraufnahme unterscheiden. Hier sei daran erinnert, dass Hühner wegen ihres spitzen Schnabels einzelne Samenkörner, Insekten oder Würmer aufnehmen, dass Schweine mit ihrem Rüssel den Boden aufwühlen, dass Ziegen besondere Fähigkeiten zum Klettern haben. Dies sind nur drei Beispiele dafür, dass einzelne Tierarten unter bestimmten Bedingungen anderen Arten bei der Auffindung und Aufnahme von Futter deutlich überlegen sein können. In zahlreichen extensiven Systemen der Tierhaltung ist es auch heute noch üblich, dass die Auswahl der Tiere bezüglich Arten, aber auch Rassen, dem vorhandenen Futter und dem hierdurch bedingten Leistungspotenzial angepasst wird.

Haben in pastoralen Systemen Tiere die Funktion, Nährstoffe auf vergleichsweise großen Flächen zu sammeln und in für den Menschen essbare Produkte zu überführen, so kommt Ihnen nach dem Übergang zum Ackerbau die Funktion zu, Erträge auf den bearbeiteten Flächen zu steigern. Noch heute ist in weiten Regionen der Welt die Muskelarbeit wichtigste Leistung der Tiere, durch welche die Bearbeitung des Bodens möglich ist ebenso wie die Beförderung von Lasten und Gütern. Daneben machen aber auch Tiere die Rückführung entzogener Nährstoffe in den Boden möglich. Die früher übliche Bezeichnung des Grünlandes als „Mutter des Ackerlandes“ trug der Tatsache Rechnung, dass über die Exkremate ein Fluss von Nährstoffen vom Grünland hin zum Ackerland stattfand, der zur Deckung des Bedarfs der Pflanzen auf dem Acker entscheidend beitrug.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts charakterisierte Albrecht Thaer (1809, Seite 257) die Funktion der Tiere im Landwirtschaftlichen Betrieb so: „Die Tiere sind bloß wie Maschinen anzusehen, welche ... die Fütterung zu ... bei weitem größern Theil ... in Mist ... verwandeln“. Mehr als einhundert Jahre später bezeichnete Theodor Brinkmann (1922) zwar die Exkremate der Tiere nicht mehr als ihr Hauptprodukt; aber bei der Frage der Bewertung von zugekauftem Kraftfutter beschränkte er sich nicht auf die Steigerung der Erzeugung von Milch und Fleisch, sondern er wollte den Geldwert der mit Futter in den Betrieb importierten Pflanzennährstoffe berücksichtigt wissen. Es zeugt für Brinkmanns Weitsicht, dass er dies aber an die Voraussetzung knüpft, dass die Nährstoffe im Betrieb wirklich fehlen und nicht einen ohnehin bestehenden Überschuss vergrößern (Seite 109).

Mit der Weiterentwicklung der Agrarwissenschaften, insbesondere der Agrikulturchemie im weitesten Sinne, stiegen die Flächenerträge in einem Ausmaß, das vorher nicht für möglich gehalten worden wäre. War die Ernährungssituation in Mitteleuropa im 19. Jahrhundert noch geprägt durch real auftretende Hungersnöte, so wurden Vermarktungsprobleme typisch für die Agrarwirtschaft in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Aufgabe der Tiere war nicht mehr, Flächenerträge zu steigern, sondern ökonomischen Gewinn zu ermöglichen durch Veredelung von Primärprodukten, die von ihrer Natur aus auch als Lebensmittel verwendet werden könnten, aber in der erzeugten Menge nicht nachgefragt werden. Beispielhaft seien hier zwei Produkte genannt:

1. Weizen war über unzählige Generationen hin das typische „Brotgetreide“, wird aber heute mit größter Selbstverständlichkeit daneben auch als mengenmäßig wichtigster Bestandteil im Futter für Schweine und Hühner eingesetzt.
2. Magermilch, die sich hervorragend für die menschliche Ernährung eignet, ist wesentlicher Bestandteil im Futter von Mastkälbern.

Bezeichnend für die Tierhaltung in Mitteleuropa, und damit auch in Nordrhein-Westfalen, ist heute, dass nicht mehr das im Betrieb vorhandene Futter die Art der gehaltenen Tiere und die angestrebte Höhe der Leistung bestimmt. Vielmehr ist Futter zu einem handelbaren Produktionsfaktor geworden, und die entscheidende ökonomische Zielsetzung in der Tierernährung ist die Maximierung des „Überschusses über die Futterkosten“. Kosten zur Steigerung der Erträge auf Futterflächen oder für Futterzukauf sind solange ökonomisch gerechtfertigt, wie sie zu einer größeren Steigerung der Einnahmen aus dem Verkauf tierischer Produkte führen.

Neben dieser ökonomischen Zielsetzung sind aber ökologische Anforderungen zu beachten, die teils die Auswahl der im Handel zu erwerbenden Futtermittel, teils aber auch die Rationsgestaltung für die Tiere betreffen. Zum ersten Punkt ist zu sagen, dass Futtermittel im Handel

Vektoren für eine kaum überschaubare Zahl von unerwünschten Stoffen, aber auch für unerwünschte Organismen sein können. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat durch ihre Senatskommission zur Beurteilung von Stoffen in der Landwirtschaft im Jahr 2001 einen Sachstandsbericht unter dem Titel „Potenzielle Schadorganismen und Stoffe in Futtermitteln sowie in tierischen Fäkalien“ erarbeiten und veröffentlichen lassen, der eine hervorragende wissenschaftliche Übersicht zu diesem Komplex darstellt.

Zum zweiten Punkt ist darauf hinzuweisen, dass landwirtschaftliche Betriebe durch die Düngeverordnung verpflichtet sind, in regelmäßigen Abständen Vergleiche zwischen ‚Import‘ und ‚Export‘ der wichtigsten Nährstoffe anzustellen, da etwa ausgeglichene Hoftorbilanzen notwendig sind. Nicht mehr ein Nährstoffmangel, sondern vielmehr die Gefahr ständiger Nährstoffüberschüsse ist heute das bezeichnende Bild der Landwirtschaft.

2. Fett im Milchaustauscher für Kälber

In der Kälberfütterung ist es heute gängige Praxis, dass in der ersten Lebenswoche Kolostralmilch verabreicht wird, da diese nicht molkereitauglich ist. Ab der zweiten Lebenswoche ist es dann üblich, als Tränke einen industriell hergestellten Milchaustauscher (MAT) einzusetzen, der als trockenes Pulver bezogen, aber nach Auflösung in Wasser flüssig an die Kälber verabreicht wird.

In der Kälbermast soll der MAT eine möglichst hohe Energieversorgung sicher stellen, damit sehr hohe Tageszunahmen bei geringem Futteraufwand je kg Zunahme erreicht werden. Dies kann nur erreicht werden, wenn der Fettgehalt im MAT ähnlich hoch ist wie in der Vollmilch. In der Kälberaufzucht dagegen werden nicht maximale Zunahmen angestrebt, vielmehr ist die problemlose Entwöhnung von Tränke und Adaptation an feste Nahrung die entscheidende Zielsetzung. Hierfür ist es notwendig, dass sich die Mikrobiologie im Vormagen der Tiere optimal entwickelt. Entwicklung der Mikroflora und -fauna setzt aber voraus, dass die Tiere in sich an die Aufnahme genügender Mengen von festem Futter gewöhnen, was nicht erwartet werden kann, wenn die Tränke bis zur Sättigung verabreicht wird. Im Gegensatz zum MAT für Kälbermast soll der MAT für Kälberaufzucht zwar eine angemessene Versorgung der Kälber mit Aminosäuren und Vitaminen sicherstellen, zur Energieversorgung aber nur unzureichend beitragen, die Kälber also nicht sättigen. MAT wird in der Aufzucht also nur in begrenzten Mengen angeboten.

Logischerweise müsste der MAT für Aufzuchtkälber weniger Energie enthalten als MAT für Mastkälber und derartige Unterschiede im Energiegehalt lassen sich praktisch nur durch unterschiedliche Fettgehalte erreichen. Daher ist von der Sache her überraschend, welche Anforderungen in der Anlage 2 der Futtermittelverordnung an MAT des Normtyps gestellt werden, nämlich:

- Mast: 15 bis 30 % Rohfett
- Aufzucht: 13 bis 25 % Rohfett

Ein derartig weiter Bereich der Überlappung deutet darauf hin, dass hier eine sinnvolle Differenzierung gerade nicht vorgenommen wird. Darüber hinaus ist festzustellen, dass bei Verwendung fettarmer anderer Grundkomponenten MAT mit mehr als 13 % Fett nur herzustellen ist, wenn Fett in nennenswerten Mengen zugesetzt wird. Entsprechend der EG-Verordnung

Nr. 2788/1999 wird denn auch Beihilfe für MAT nur gezahlt, wenn diese mindestens 5 % milchfremde Fette enthalten. Diese ernährungsphysiologisch nicht zu begründende Regelung dient also eindeutig dem Ziel, für am Markt vorhandene Fette einen Absatz zu schaffen.

Als Folge der allgemeinen Verunsicherung über potenzielle Übertragung des Erregers von BSE wurde Ende 2000 das Verfütterungs-Verbots-Gesetz (VerfVerbG) verabschiedet, welches den Einsatz nicht nur von Tiermehl, sondern auch von tierischen Fetten (außer Milchfett) verbietet. Dies bedeutet, dass ein Hersteller von MAT pflanzliche Fette zusetzen muss, wenn er Beihilfen beziehen und damit eine konkurrenzfähiges Produkt anbieten will. Daher scheint im Sinne des Verbraucherschutzes zunächst der Ruf einer feinmaschigen Kontrolle der Herkunft von Fetten im MAT gerechtfertigt, wobei die Kosten für derartige aufwendige Kontrollen häufig nicht weiter beachtet werden.

Aus der Sicht des Tierernährers liegt es aber nahe, die Frage nach der Notwendigkeit des Fettzusatzes zu stellen. In bisher vier Versuchsdurchgängen haben wir in der Lehr- und Forschungsstation Frankenforst an je die Hälfte der Aufzuchtälber MAT verabreicht, denen in praxisüblicher Form Fett zugesetzt war oder die kein zugesetztes Fett enthielten. Bei den Tageszunahmen zeigten sich weder in der Phase der Tränkeaufnahme noch in der anschließenden viel längeren Phase der Aufzucht ohne Tränke signifikante Unterschiede. Damit ist zu folgern, dass der wegen der Beihilferegulierung zur Zeit noch ökonomisch gebotene Zwang zum Fettzusatz bei MAT ernährungsphysiologisch nicht zu begründen ist, also auch unterbleiben könnte. Dieser Schluss kann eigentlich niemanden überraschen, der sich daran erinnert, dass über Jahrzehnte Magermilch in der Aufzucht mit bestem Erfolg eingesetzt wurde.

Eine entsprechende Änderung der politischen Rahmenbedingungen könnte dem Anliegen des Verbraucherschutzes in einfacher Weise gerecht werden:

- ein durch die simple Weender Analyse festzustellender Rohfettgehalt von nicht mehr als 2 % im MAT würde beweisen, dass kein Fett zugesetzt wurde, einen Nachweis der Fettherkunft also überflüssig machen
- die vom Hersteller zu bringende Deklaration, dass kein Fett zugesetzt wurde, könnte als Werbung im Sinne der „gläsernen Produktion“ wirken, ohne dass das Produkt teurer werden müsste.

3. Leistungsgerechte Fütterung von Milchkühen

Kühe können eine angestrebte Leistungshöhe dauerhaft nur erbringen, wenn sie mit dem Futter ausreichende Mengen an Energie und Nährstoffen aufnehmen. Beim Energiebedarf ist deutlich zu unterscheiden zwischen Bedarf für Erhaltung einerseits und für Milchbildung andererseits. Für Erhaltung ist mit einem täglichen NEL-Bedarf von 0,293 MJ je Einheit der metabolischen Körpergröße ($\text{kg}^{0,75}$) zu rechnen, während darüber hinaus pro kg erzeugter Milch 3,3 MJ NEL benötigt werden. In der Tabelle 1 wird gezeigt, welche Mengen an NEL jährlich pro Kuh aufgewendet werden müssen, wenn im gleichen Zeitraum Leistungen zwischen 3.000 und 13.000 kg Milch erzielt werden sollen.

Tabelle 1. Erforderlicher NEL-Aufwand für unterschiedliche Milchleistungen bei mittleren Lebendmassen von 650 bis 700 kg je Kuh

Jährliche Milchleistung (kg je Kuh)	NEL-Verbrauch (MJ je Kuh und Jahr)		Gesamter NEL-Aufwand (MJ pro kg Milch)
	für Erhaltung und Trächtigkeit	für Milchbildung	
3 000	15 000	9 900	8,3
4 000	15 000	13 200	7,0
5 000	15 000	16 500	6,3
6 000	15 000	19 800	5,8
7 000	15 000	23 100	5,4
8 000	15 000	26 400	5,2
9 000	15 000	29 700	5,0
10 000	15 000	33 000	4,8
11 000	15 000	36 300	4,7
12 000	15 000	39 600	4,6
13 000	15 000	42 900	4,5

Mit Steigerung des Leistungspotenzials, etwa durch Züchtung und Verbesserung der Haltung, steigt natürlich der Leistungsbedarf. Da aber bei konstanter Lebendmasse auch der Erhaltungsbedarf konstant bleibt, wird der erforderliche Gesamtaufwand an NEL mit Steigerung der Leistung geringer. Allerdings sinkt der je kg Milch erforderliche Gesamtaufwand umso geringer, je höher die Leistung ist, die Steigerung der Effizienz wird also immer geringer.

Wenn nun die Kosten je MJ NEL unabhängig von den verwendeten Futtermitteln gleich wären, dann wäre die höchste Milchleistung ökonomisch auch am günstigsten. Es ist aber zu bedenken, dass das Vermögen zur Futteraufnahme nicht nur durch das Tier, sondern auch durch Eigenschaften des Futters beeinflusst wird. Mit gewissen Einschränkungen lässt sich verallgemeinern, dass bei Steigerung des Energiegehaltes in der Ration die Aufnahme an Trockenmasse ansteigt. Sofern das vorhandene Grundfutter in seiner Zusammensetzung als konstant angenommen werden muss, ist eine Steigerung des NEL-Gehaltes der Ration gewöhnlich nur über gesteigerten Einsatz von Kraftfutter möglich.

Bildet Gras den überwiegenden Anteil des Grundfutters, dann ist bei gutem Management eine Grundfutterleistung im Bereich zwischen 3000 und 4000 kg Milch pro Kuh und Jahr erreichbar. Je stärker diese Marke überschritten wird, desto höher muss der Anteil energiereicherer Komponenten in der Ration werden, was durch Ersatz von Gras durch Mais und Steigerung des Kraftfuttereinsatzes zu erreichen ist.

Ökonomisch wird damit die Kostenrelation für NEL aus Gras einerseits und aus Mais bzw. Kraftfutter andererseits zur entscheidenden Bestimmungsgröße für die Höhe der Milchleistung. Wo aus natürlichen oder politisch geschaffenen Gründen die Energie aus Kraftfutter erheblich teurer ist als aus Gras, werden Landwirte die Milchbildung aus Gras maximieren wollen (bei Verzicht auf Höchstleistungen pro Kuh). Beispiele hierfür sind die Milcherzeugung in der Schweiz oder in Neuseeland. Wenn aber umgekehrt die Energie aus Kraftfutter gar nicht teurer ist als aus Grundfutter, wie dies in hafennahen Regionen denkbar und in typi-

schen israelischen Betrieben üblich ist, dann wird der Einsatz von strukturiertem Grundfutter auf das physiologisch erforderliche Minimum begrenzt und aus ökonomischen Gründen die Höchstleistung der Kühe angestrebt.

Das „Herausdrängen“ von Gras aus den Rationen für Milchkühe kann von erheblicher Auswirkung auf die Landschaftsgestaltung sein. Wenn aus landschaftsökologischen Gründen ein hoher Anteil von Grasland an der Kulturfläche gewünscht ist, dann muss für dieses Gras eine ökonomisch vertretbare Verwertung gefunden werden. Dies ist dann allerdings als Aufgabe der Agrarpolitik und nicht der Tierernährung anzusehen.

Für eine ökologische Beurteilung ist die Hoftorbilanz verschiedener Elemente von herausragender Bedeutung. Exemplarisch soll hier der Stickstoff abgehandelt werden, der in der allgemeinen Diskussion als besonders kritisch angesehen wird.

Damit die Kuh ein gegebenes Leistungspotenzial auch ausschöpfen kann, ist die ausreichende Versorgung mit „nutzbarem Rohprotein“ (nXP) erforderlich. Diese Größe ist dann niedriger als die im Futter enthaltene Menge an Rohprotein, wenn im Vormagen durch die Mikroorganismen mehr Protein abgebaut als synthetisiert wird. In diesem Fall sprechen wir von einer positiven „Ruminalen Stickstoffbilanz“ (RNB). Vorstellbar ist aber auch eine negative RNB, wenn nämlich die Mikroorganismen unter Verwertung von endogenem Harnstoff eine Netto-Synthese von Protein im Vormagen erzielen.

Entgegen der bisher in der Beratung üblichen Empfehlung einer „ausgeglichenen bis leicht positiven RNB“ folgern wir aus Untersuchungen in Frankenforst (König et al. 2005), dass bei einer RNB von $-3\text{ g je kg Futter-Trockenmasse}$ mit Einschnitten bei der Milchleistung nicht gerechnet werden muss. Dies bedeutet aber bei konsequenter Interpretation, dass die bisher übliche „dreigeteilte Fütterung“ ihre Daseinsberechtigung verliert, wie in der Tabelle 2 für eine Herde mit einer mittleren Milchleistung von $10\,000\text{ kg je Kuh und Jahr}$ dargelegt wird.

Tabelle 2: Wirkung eines Übergangs von leicht positiver auf leicht negative RNB auf die Hoftorbilanz für Stickstoff (kg N pro Kuh und Jahr)

Angestrebte RNB	Leicht positiv	Leicht negativ
Import (kg N je Kuh und Jahr)		
500 kg Ausgleichskraftfutter mit 40 % XP	32	-
2500 kg Leistungskraftfutter mit 18 % XP	72	-
3000 kg Leistungskraftfutter mit 15 % XP	-	72
Export (kg N je Kuh und Jahr)		
10.000 kg Milch mit 3,3 % Protein	53	53
Hoftor-Bilanz (kg N je Kuh und Jahr)	+ 51	+ 19

Dabei wird unterstellt, dass zur Erzielung einer leicht positiven RNB pro Kuh jährlich 5 dt eines Ausgleichskraftfutters mit 40 % Rohprotein und 25 dt eines Leistungskraftfutters mit 18 % Rohprotein aufgewendet werden. Wird aber toleriert, dass die RNB auf bis zu minus 3 g/kg T absinken darf, so kann der Betrieb bei unveränderter Grundfuttersituation dazu übergehen, nur noch ein einziges Kraftfutter mit 15 % einzusetzen. Durch diese Maßnahme würde die vorher mit 51 kg N je Kuh bedenklich hohe Hoftorbilanz um gut 60 % gesenkt, was eine nennenswerte Reduktion des Emissionspotentials in dem Betrieb darstellen würde.

4. Fütterungsstrategien in der Schweinemast

Im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts hat sich in weiten Teilen Deutschlands aus arbeitswirtschaftlichen Gründen das Prinzip der Universalmast durchgesetzt. Dieses aus der Sicht der Tierernährung nie befürwortete Prinzip geht davon aus, dass für die Mast eines Schweins von etwa 30 kg bis zum Ende der Mast nur eine einzige Futtermischung eingesetzt wird. Der Gehalt an Rohprotein wird daran orientiert, dass der Bedarf an Aminosäuren zu Beginn der Mast gedeckt werden muss. Der im Laufe der Mast kontinuierlich steigende Energiebedarf der Schweine wird durch entsprechende Steigerung der Futterzuteilung gedeckt. Da aber der Energiebedarf erheblich stärker steigt als der Bedarf an Aminosäuren, führt dieses System zwangsläufig dazu, dass die resultierende Überversorgung mit fortschreitender Mast immer größer wird.

Solange unter unseren Bedingungen das Protein nicht nennenswert teurer war als die Stärke, erschien diese Form der Fütterung gerechtfertigt und die ökologische Konsequenz der vermeidbaren Emissionen wurde viel zu lange ignoriert. In dem Maße, in welchem die Kosten für Protein diejenigen für Stärke überstiegen, wuchs die Bereitschaft zu einer Fütterungspraxis, in der Überversorgungen mit Rohprotein begrenzt und damit Emissionspotenziale reduziert werden. Aus der Tabelle 3 ist nach zu vollziehen, dass allein der Übergang von einer einzigen auf drei Futtermischungen den Aufwand an Sojaschrot deutlich reduziert und damit die Stickstoffmenge in den von einem Mastschwein ausgeschiedenen Exkrementen um etwa 18 % senken kann.

Tabelle 3. Einflüsse des Fütterungssystems auf die Höhe der N-Ausscheidungen in der Schweinemast

Fütterungssystem	Univer- salmast	Phasenfütterung			Phasenfütterung mit freien Aminosäuren		
		30–60	60–90	90–120	30–60	60–90	90–120
Lebendmasse, kg	30–120	30–60	60–90	90–120	30–60	60–90	90–120
<i>Anteile in der Ration (%)</i>							
Getreide	71	71	78	83	77	85	91
Sojaschrot	26	26	19	14	20	12	6
L-Lysin · HCl	-	-	-	-	0,17	0,22	0,22
Rohprotein, g/kg Futter	200	200	175	157	176	150	132
Futter, kg/Schwein	260	65	80	115	65	80	115
<i>Bilanz pro Mastschwein</i>							
N-Aufnahme, kg	8,3	7,2			6,2		
N-Ansatz, kg	2,3	2,3			2,3		
N-Ausscheidung, kg	6,0	4,9			3,9		
<i>relativ</i>	<i>100</i>	<i>82</i>			<i>65</i>		

Nun ist seit langem bekannt, dass die Menge des von Schweinen benötigten Rohproteins sich ergibt aus den benötigten essentiellen Aminosäuren einerseits und den Aminogruppen für die Synthese der nicht essentiellen Aminosäuren andererseits. Da Getreideprotein sich durch sehr niedrige Gehalte an Lysin auszeichnet, hat sich das vergleichsweise lysinreiche Protein der Sojabohne seit langem als Ergänzung für Getreideprotein bewährt.

Technische bzw. biotechnische Verfahren machen aber heute die Produktion praktisch aller Aminosäuren in freier Form möglich und am Markt werden heute die Aminosäuren Lysin, Methionin, Threonin und Tryptophan zu konkurrenzfähigen Preisen angeboten. Für den Mäs-

ter bedeutet dies, dass er die gewünschte Ergänzung des Getreideproteins mindestens teilweise durch freie Aminosäuren vornehmen kann, wodurch die Notwendigkeit zur Verfütterung von proteinreichen Komponenten wie Sojaschrot erheblich gemindert wird. In der Tabelle 3 wird gezeigt, dass allein durch den gezielten Einsatz von freiem Lysin die N-Ausscheidungen nochmals in derselben Größenordnung reduziert werden können, wie dies durch den Übergang von Universalmast zu Phasenfütterung erreichbar ist. Die hierbei gleichzeitig erzielte Steigerung des Getreideanteils an dem gesamten Futteraufwand ist zur Entlastung des Getreidemarktes sicher wünschenswert. Zusammenfassend kann hier festgestellt werden, dass alle Maßnahmen zur Vermeidung von Überversorgungen sowohl ökonomisch als auch ökologisch positiv zu bewerten sind, insbesondere in Regionen mit überdurchschnittlich hoher Tierdichte.

5. Körnerleguminosen im Hühnerfutter

Hühnerhaltung wird heute weitgehend flächenunabhängig betrieben, der Anteil an industriell gefertigtem Alleinfutter am gesamten Futteraufwand ist hier besonders hoch. Für eine ökologische Bewertung von Produktionssystemen kann es von erheblicher Bedeutung sein, welcher Anteil der für das Alleinfutter verwendeten Komponenten aus dem Inland stammt bzw. welcher Anteil aus dem Ausland importiert werden muss. Aus diesem Grund besteht bemerkenswertes Interesse an der Frage, in welchem Ausmaß heimische Körnerleguminosen im Futter für Legehennen Sojaschrot ersetzen können.

Als Beitrag zu diesem Fragenkomplex wurden in Frankenforst zwei Fütterungsversuche jeweils über ein volles Jahr durchgeführt, in denen Sojaschrot schrittweise durch Ackerbohnen bzw. durch Futtererbsen ersetzt wurde (Fru Nji et al. 2005). Die wichtigsten Ergebnisse dieser Versuche werden in den Tabellen 4 und 5 zusammen gefasst.

Tabelle 4. Legeleistungen bei fortschreitendem Ersatz von Sojaschrot durch Ackerbohnen im Futter für Legehennen

<i>Anteile im Futter</i>						
Sojaschrot, g/kg	174	138	104	70	35	0
Ackerbohnen, g/kg	0	80	160	240	320	400
Weizen, g/kg	666	620	571	523	476	430
Legeleistung, % je Hennen-Tag	85,3 ^a ± 5,6	87,1 ^a ± 5,0	85,2 ^a ± 6,3	78,2 ^b ± 6,4	77,2 ^{bc} ± 6,6	74,9 ^c ± 5,6
Futter/Eimasse	2,19 ^c ± 0,08	2,19 ^c ± 0,09	2,28 ^{bc} ± 0,09	2,46 ^{ab} ± 0,20	2,56 ^a ± 0,34	2,58 ^a ± 0,16

Wenn der Anteil an Ackerbohnen über 16 % hinaus gesteigert wurde, so führte dies zu signifikanten Einbußen bei den Leistungen, nämlich einem Abfall der Legeleistung um zehn Prozent-Punkte und einer Steigerung des Futteraufwands für Eimasse um 18 %. Dies könnte in der Praxis aus ökonomischen Gründen nur dann akzeptabel sein, wenn mit steigendem Anteil der Ackerbohne die Kosten der Futtermischung entsprechend niedriger ausfallen würden. Mit einem derartigen Effekt ist aber insbesondere deshalb nicht zu rechnen, weil mit steigendem Anteil an Ackerbohnen nicht nur der Anteil Sojaschrot, sondern auch der Anteil des eingemischten Weizens gesenkt werden musste.

Tabelle 5. Legeleistungen bei fortschreitendem Ersatz von Sojaschrot durch Futtererbsen im Futter für Legehennen

<i>Anteile im Futter</i>						
Sojaschrot, g/kg	194	168	142	116	91	65
Futtererbsen, g/kg	0	100	200	300	400	500
Weizen, g/kg	629	555	479	404	328	252
Legeleistung, % je Hennen-Tag	90,3 ± 6,3	90,8 ± 7,0	90,8 ± 5,7	91,1 ± 4,7	90,0 ± 7,9	89,9 ± 6,8
Futter/Eimasse	1,93 ^b ± 0,01	1,93 ^b ± 0,03	1,94 ^{ab} ± 0,01	1,93 ^b ± 0,00	1,95 ^{ab} ± 0,01	1,99 ^a ± 0,03

Beim Einsatz von Futtererbsen zeigte sich ein etwas anderes Bild. Die Legeleistung wurde nicht signifikant beeinflusst und der relative Futteraufwand stieg nur um 3 %. Diese Ergebnisse dürfen aber nicht vom eigentlichen Problem ablenken, dass nämlich die Erbsen eher Stärkequellen als Proteinquellen im Futter sind. Selbst wenn der Anteil der Erbsen an den Mischungen auf 50 % gesteigert wurde, war der vollständige Verzicht auf Sojaschrot noch nicht möglich und der Weizenanteil musste auf nur noch 25 % abgesenkt werden.

6. Schlussfolgerungen

Aus den hier dargestellten Einzelfragen zu den Bereichen der Fütterung von Kälbern, Milchkühen, Mastschweinen und Legehennen ist ab zu leiten, dass sich die aus Ökonomie einerseits und Ökologie andererseits resultierende Anforderungen an die Tierernährung teilweise gegenseitig in erheblichem Maße begrenzen können, dass sie aber keinesfalls grundsätzlich zu konträren Schlussfolgerungen führen müssen.

Auch weiterhin wird die Quantifizierung des Nährstoffbedarfs bei Forschungen auf dem Gebiet der Tierernährung im Vordergrund stehen müssen, wenn Anforderungen aus Ökonomie und Ökologie optimal erfüllt werden sollen.

7. Literatur

Brinkmann, T. (1922) Die Oekonomie des landwirtschaftlichen Betriebes. In: Weber, M. (ed.) *Grundriß der Sozialökonomik, 3., Wirtschaft und Gesellschaft*. Verlag J.C.B. Mohr, Tübingen, Seiten 27-124

Fru Nji, F., J. Griese und E. Pfeffer (2005): Einsatz von Ackerbohnen und Futtererbsen bei Legehennen. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, Nr. ...,

König, A., J. Griese und E. Pfeffer (2005): Einfluss einer negativen RNB auf die Milchleistung. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, Nr. ...,

Thaer, A. (1809) *Grundsätze der rationellen Landwirtschaft*. Erster Band. Realschulbuchhandlung, Berlin, 380 Seiten.

Prof. Dr. Ernst Pfeffer
Institut für Tierernährung
Universität Bonn
Endenicher Allee 15, 53115 Bonn
Fax: 0228 - 73 2292
E-Mail: pfeffer@itz.uni-bonn.de

Balancierte Zuchtprogramme bei Rind und Schwein

Balanced breeding in cattle and pig

D. Tesfaye und K. Schellander

1 Einleitung

In den vergangenen Jahrzehnten sind beträchtliche Zuwächse in den Produktionsleistungen der Nutztiere erzielt worden. Neben den Verbesserungen der äußeren Produktionsbedingungen sind diese Leistungssteigerungen primär auf Züchtungserfolge zurückzuführen, die durch die gezielte Selektion der Elterngeneration die genetische Verbesserung der Nachkommen erlauben. Die meisten Produktionsmerkmale werden von mehreren Genen gesteuert und unterliegen Umwelteinflüssen; die Gene beeinflussen den Phänotyp quantitativ. Der quantitativ genetische Ansatz basiert auf populationsgenetischen Parametern wie Heritabilität, genetischen Varianzen, genetischen Korrelationen und auf der Grundannahme eines polygenetischen Modells, in dem eine Vielzahl von Genen einen kleinen (infinitesimalen) Effekt auf das Merkmal ausübt. In diesem Ansatz ist der Selektionserfolg pro Jahr abhängig von der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung, der Selektionsintensität, der phänotypischen Varianz und vom mittleren Generationsintervall. Für eine Reihe von Leistungsmerkmalen sind mit diesem Modell beträchtliche Zuchtfortschritte erzielt worden, ohne dass eine Kenntnis über die einzelnen Genwirkungen zur Verfügung stand. Trotz der Erfolge hat dieses Verfahren auch offensichtliche Nachteile: Die Selektion erfolgt auf Phänotypebene – viele der Phänotypen sind aber schlechte Prädiktoren für den Zuchtwert, sind oft nur in einem Geschlecht zu finden und sind zum Selektionszeitpunkt nicht zu beobachten. Wechselwirkungen zwischen den Genen (etwa durch Epistasie und Kopplung) können nicht klar identifiziert werden. Die ideale Situation für den quantitativ-genetischen Ansatz sind Merkmale mit hoher Heritabilität und Phänotypen, die man in allen Individuen vor dem Selektionszeitpunkt messen kann. Vor allem für funktionale Merkmale wie Krankheitsresistenz, Robustheit, Langlebigkeit und Fruchtbarkeit trifft dies nicht zu. Vor diesem Hintergrund haben sich kaum Zuchtforschritte für funktionale Merkmale eingestellt, während Produktionsmerkmale (z.B. Milchleistung, Wachstum) bedeutende genetische Verbesserungen erfuhren.

Die Anforderungen an die tierische Erzeugung mit hoher Effizienz der Produktion (Ökonomie), hoher Produktqualität und Sicherheit (Qualität), Einhaltung von Tierschutz und ethischen Standards (Verbraucherakzeptanz der Tierhaltung), Minimierung von Emissionen, Nährstoffeffizienz (Umwelt) und Erhaltung der Biodiversität und Adaptabilität (Fitness) erfordern eine Entwicklung von so genannten „balancierten Zuchtprogrammen“, in denen Zuchtziele entwickelt und definiert werden, die diesen Ansprüchen möglichst gerecht werden. Diese balancierten Zuchtprogramme setzen ein tieferes molekulares Verständnis der genetischen Fundierung der Merkmale voraus. Besonders trifft dies für Merkmale mit geringer Heritabilität, geschlechtsgebundener Vererbung und später Manifestation zu. Tab. 1 (modifiziert

nach DEKKERS und HOSPITAL 2001) gibt eine Übersicht über die mögliche Nutzung molekularer Daten in der Züchtung.

Tab. 1: Grenzen der quantitativ-genetischen Selektion und Möglichkeiten zur Integration molekularer Daten (modifiziert nach DEKKERS und HOSPITAL 2001).

Limits für quantitativ genetische Selektion	Beispiel	Vorteile der Markernutzung	Selektion	Ökonomische Vorteile der Markernutzung
Phänotyp ist ein schlechter Prädiktor des Zuchtwertes (geringe Heritabilität)	Fortpflanzung	Bessere Schätzung des Zuchtwertes an identifizierten QTL	Phänotyp und Genotyp	Abhängig von dem Aufwand der QTL-Analyse
Phänotyp ist schwierig oder aufwändig zu detektieren	Krankheitsresistenz	Marker sind leichter oder billiger zu detektieren als der Phänotyp	Genotyp	Proportional zum Verhältnis
Phänotyp ist erst nach Zuchtreife exprimiert; langes Generationsintervall	Fortpflanzung Lebensleistung	Markerinformation ist nach der Geburt verfügbar	Genotyp in Kombination mit Vorfahrensphänotyp	Schneller Zuchtfortschritt, früherer Selektionszeitpunkt
Phänotyp nur nach Schlachtung vorhanden	Fleischqualität	Markerinformation aller Selektionskandidaten vorhanden	Genotyp und Phänotyp von Verwandten	Substantielle Verbesserung des Zuchtfortschrittes erwartet
Phänotyp nur in einem Geschlecht messbar	Milchleistung	Markerinformation von beiden Geschlechtern nach der Geburt	Genotyp und Phänotyp, Genotypvorselektion für Nachkommensprüfung	Abhängig vom Aufwand
Genetisches Potential verdeckt durch epistatische Interaktionen von QTL	Viele Merkmale	Identifizierung der genetischen Wirkungsmechanismen	Genotyp und Phänotyp	unklar
Genotyp-Umwelt Interaktion	Viele Merkmale	Identifizierung genetischer Wirkungsmechanismen	Genotyp und Phänotyp	unklar

Die Abb. 1 gibt eine Übersicht über die Integration molekularer Verfahren in die züchterische Vorgangsweise zur Erzielung akzeptabler Zuchtfortschritte. Die mittlere Säule stellt das klassische Selektionsverfahren dar, in dem wie oben erwähnt, genetische Populationsparameter, Genauigkeit der Zuchtwertschätzung, Selektionsintensität, Merkmalsvariation und Generationsintervall die entscheidenden Determinanten des Zuchtfortschritts sind. Mittels reproduktionsbiotechnologischer Maßnahmen wird die Dissemination des genetischen Fortschritts innerhalb der Landespopulation beschleunigt werden. Dieses Verfahren kann durch die Integration molekularer Daten wesentlich verbessert werden.

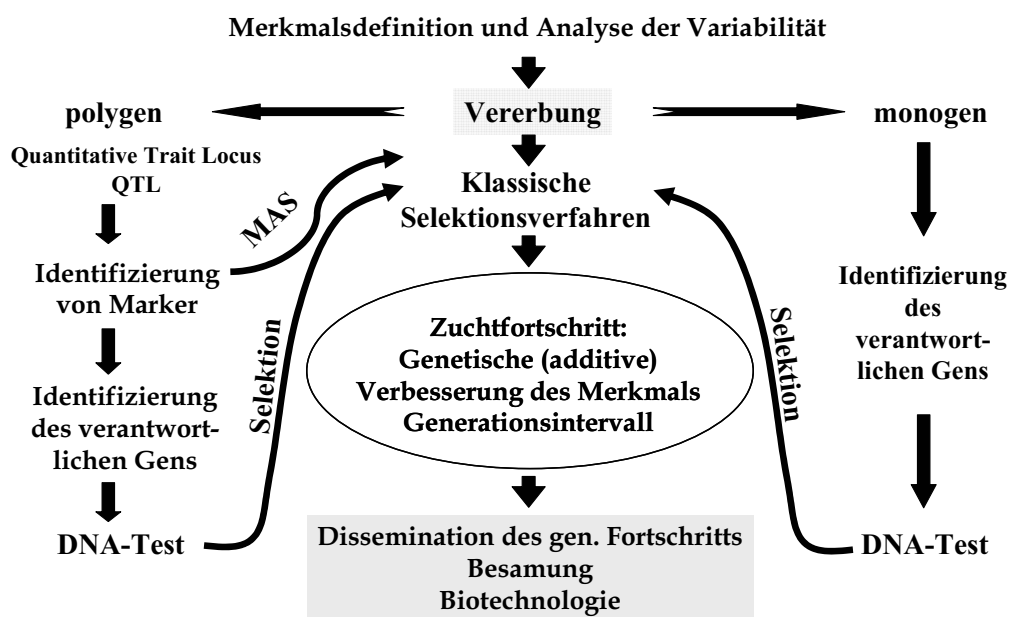


Abb.1: Integration molekularer Daten in Selektionsverfahren

2 Monogene Merkmale

Für monogene Merkmale (z.B. Erbfehler, Haarfarbe etc.) können die Gene mit ihren kausalen Mutationen identifiziert und so eine direkte Genotypselektion durchgeführt werden. Mit geeigneten genetischen Tests können auch die heterozygoten Anlageträger gefunden und die Genfrequenzen in die gewünschten Bereiche gezielt verschoben werden. Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über einige wichtige monogene Merkmale in der Tierzucht, die in jüngster Zeit aufgeklärt wurden und die in die Selektion Eingang gefunden haben. Beim Rind sind derzeit 31 und beim Schwein 10 Loci für qualitative Merkmale beschrieben, in denen die kausalen Mutationen identifiziert wurden. (OMIA-Online Mendelian Inheritance in Animals, <http://omia.angis.org.au>, 29.9.2005).

Tab. 2: Monogene Merkmale bei Rind und Schwein mit identifizierter kausaler Mutation

Species	Merkmal	Gen	Literatur
Schwein	Maligne Hyperthermie	RYR1	FUJII et al. (1991)
	Dominant weiße Hautfarbe	KIT	MARKLUND et al. (1998); JOHANSSON MOLLER et al. (1996); GIUFFRA et al. (2002)
	Hautfarbe	MC1R	KIJAS et al. (1998); KIJAS et al. (2002)
	Hypercholesterinämie	LDLR	HASLER-RAPACZ et al. (1998)
Schwein	E-coli Resistenz	FUT 1	MEIJERINK et al. (2002)
	Glykogengehalt im Skelettmuskel	PRKAG3	MILAN et al. (2000)
Rind	Muskelhypertrophie	MST	GROBET et al. (1997)
	Hautfarbe	MC1R	KLUNGLAND et al. (1995)
	Weißer Hautfarbe	KIT LG	SEITZ et al. (1999)
	Fischgeruch der Milch	FMO3	LUNDEL et al. (2003)
	Bovine Leukozytenadhäsionsdefizienz	ITGB2	SHUSTER et al. (1992)

3 Polygene Merkmale

Die molekulare Analyse polygener Merkmale kann entweder über strukturelle oder die funktionelle Genomanalyse erfolgen (Abb. 2). Voraussetzung für die Durchführung derartiger Analysen ist das Vorliegen von Genkarten, die eine möglichst dichte Abdeckung des Genoms gewährleisten. Durch die verschiedenen Konsortien zur vollständigen Sequenzierung und Kartierung des Genoms (www.ncbi.nlm.nih.gov) ist man diesem Ziel bei den wichtigsten Haustierspezies viel näher gekommen. Markerkarten mit hoher Dichte sind die Voraussetzungen für genomweite Kopplungsanalysen zwischen Markern und Leistungsmerkmalen. Unter diesen Markern (RFLPs, AFLPs und SNPs) nehmen bei den Nutztieren immer noch die Mikrosatelliten eine dominante Stellung ein. Sie sind gleichmäßig über das gesamte Genom verteilt und gelten als hochvariables Allelsystem. Durch die zunehmende Information über das Gesamtgenom werden in Zukunft die Einzelnukleotidpolymorphismen (SNPs) wahrscheinlich die dominierende Rolle als Genmarker übernehmen. Ihr Nachteil des geringeren Polymorphismus (gegenüber den Mikrosatelliten) wird wettgemacht durch bedeutend höhere Frequenz im Genom, ihre funktionelle Relevanz und die leichtere Automatisierbarkeit der Genotypisierung.

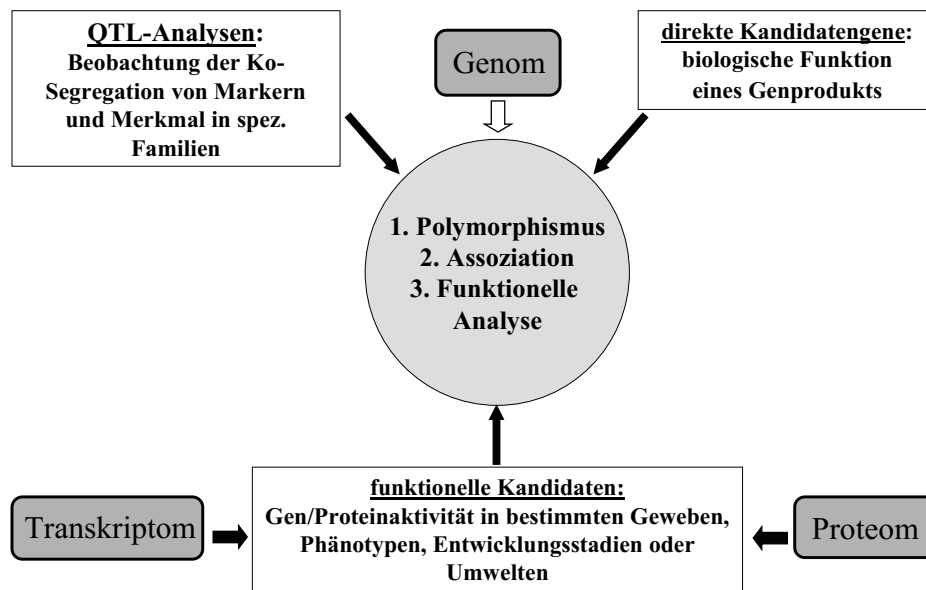


Abb. 2: Identifizierung genetischer Marker mittels struktureller und funktioneller Genomanalyse.

Für die Identifizierung merkmalsbeeinflussender Loci werden Ressourcenpopulationen verwendet, in welchen die zu analysierenden Merkmale segregieren. Die Individuen dieser Populationen werden geno- und phänotypisiert. Solche Ressourcenfamilien können experimentelle Kreuzungen phänotypisch und genotypisch divergenter Linien oder Rassen sein (z.B. Schwein), in denen die Kosegregation der Marker mit den Phänotypen in der F1- und F2-Generation verfolgt wird oder es werden bereits existierende Familienstrukturen (z.B. große Halbgeschwisterfamilien) genutzt, wie es in der Rinderzucht üblich ist. Die QTL-Kartierungsverfahren können in die „Einzelmarkeranalyse“ und in die „Intervallkartierung“ eingeteilt werden. Die Intervallkartierung kann als eine Einzel-QTL oder eine multiple QTL-Kartierung durchgeführt werden; als Schätzmethoden für die Regressionsparameter für die Intervallkartierung werden Maximum-Likelihood oder Least-Square Ansätze verwendet. In Abhängigkeit der Genotypisierungsverfahren und des Informationsgehalts der Marker werden für solche Genomscans Markerdichten zwischen 15 und 50 cM verwendet.

Die zweite Möglichkeit merkmalsbeeinflussende Gene zu identifizieren ist der Kandidatengensansatz (Abb. 2). Hier besteht die Möglichkeit, sehr nahe an die kausale Mutation heranzukommen, vorausgesetzt es gelingt die richtige Auswahl des Gens. Funktionelle Ansätze über merkmals- oder genotypassoziierte differenzielle Expression auf RNA- oder Proteinebene sind weiterführende Analysen, die physiologische Kandidatengene zu physiologisch-funktionellen-Kandidaten erweitern. Liegt dieses Kandidatengens zusätzlich im Bereich eines entsprechenden QTL, so liegt ein physiologisch-funktionell-positionelles Kandidatengens vor, welches die Wahrscheinlichkeit der Kausalität erhöht. Allerdings ist der Nachweis der Kausalität in der Regel sehr schwierig, weil zwischen eng gekoppelten Polymorphismen die Wirkung sehr schwer zu identifizieren ist.

Damit können drei Markertypen unterschieden werden: Direkte Marker (kodieren für die kausale Mutation), LD-Marker (Loci sind im populationsweiten Kopplungsungleichgewicht mit der funktionellen Mutation – sie liegen damit nahe zur funktionellen Mutation, etwa 1 bis 5 cM) und LE-Marker (sie sind im populationsweiten Kopplungsungleichgewicht mit der funktionellen Mutation in ausgezüchteten Populationen). LE-Marker können in Genomscans mit geringen Markerdichten zur Detektion von QTL mit mittleren bis großen Effekten leicht identifiziert werden. Bei Rind und Schwein liegen eine Vielzahl solcher QTL-Studien vor (<http://animalgenome.org/QTLdb/>; <http://bovineqtl.tamu.edu/>). Demnach sind direkte Marker sehr schwierig zu identifizieren, erlauben aber eine Genotypselektion, während LE-Marker einfach zu detektieren sind aber von Familie zu Familie bezüglich ihrer Kopplungsphase neu zu bestimmen sind. Der genetische Nutzen der Marker zur Verbesserung eines Merkmals ist nach DECKERS (2004) verkehrtproportional zum Zuchtfortschritt und der Nutzung konventioneller Zuchtmethoden. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Möglichkeiten und Anforderungen zur Nutzung von direkten, LE- und LD-Markern in der Selektion.

Tab. 3: Möglichkeiten und Grenzen der Implementation von Kopplungsungleichgewicht (LD-), Kopplungsungleichgewicht (LE-) und direkten Markern (D) in markerassistierter Selektion (nach DEKKERS 2004)

	Relativer Aufwand
Aufwand zur QTL-Detektion	LE<LD<<D
Markeridentifizierung	LE<LD<<D
Phänotypisierung und Datenstruktur	LE>>LD-D
Bestätigung innerhalb Linie	LE>>LD>D
Routinegenotypisierung	LE>>LD>D
Genetische Evaluierungsmodelle	LE>>LD>D
Implementationslogistik	LE>>LD>D
Genetischer Zuchtfortschritt	LE<LD<D
Marketing (Patente, Differenzierung von Zuchtprodukten)	LE<<LD<D

Im nächsten Kapitel werden beispielhaft eigene Arbeiten zur Ableitung von LD-Markern für die Entwicklung preimplantativer Embryonen als Beispiel einer funktionellen Genomanalyse dargestellt. Neben der Entwicklung neuer Marker, die die Fruchtbarkeit des Rindes beeinflussen, wird durch die funktionelle Analyse ein tieferes Verständnis früher Entwicklungsvorgängen erreicht.

4 Identifizierung von Kandidatengen zur Fruchtbarkeit beim Rind

Die Fruchtbarkeit ist ein quantitatives Merkmal mit geringer Heritabilität. Die Möglichkeiten ihrer züchterischen Verbesserung durch klassische Selektionsverfahren sind begrenzt. Balancierte Zuchtprogramme benötigen in diesem Merkmal eine verbesserte Selektion, die mit Hilfe von direkten bzw. LD- und LE-Markern durchgeführt werden kann. Zur Ableitung solcher Marker muss der komplexe Prozess „Fruchtbarkeit“ in seine Einzelkomponenten zerlegt werden. In unserer Arbeitsgruppe fokussieren wir auf das Merkmal der embryonalen Entwicklungskompetenz, da ein großer Teil der embryonalen Entwicklungsstörungen nach erfolgreicher Befruchtung der Eizelle durch preimplantative Mortalität verursacht wird. Die (stärksten)

Fruchtbarkeitsverluste liegen innerhalb der ersten drei Wochen nach der Fertilisierung, also im Zeitbereich der maternalen Erkennung der Trächtigkeit (DUNNE et al. 2000). Die genetischen Ursachen sind kaum erforscht. Es wird aber vermutet, dass eine korrekte temporospatiale Genexpression während der frühen Teilungsphasen einen wichtigen Beitrag für eine normale Fetalentwicklung darstellt (HANSEN 2002). Dazu ist erforderlich, preimplantativ bedeutende Gene zu isolieren, ihr Expressionsprofil entwicklungs- und phänotypspezifisch zu charakterisieren und die funktionelle Relevanz zu überprüfen. Dies ist dann die Grundlage der Ableitung von direkten oder LD-Markern.

4.1 Entwicklung von Oozyten und embryonenspezifischen cDNAs oder ESTs (Expressed Sequence Tags)

Oozyten und preimplantative cDNA/ESTs wurden mittels Differential Display (DDRT-PCR) (PONSUKSILI et al. 2002b), Subtraktionsbibliotheken (SSH) (ZENG and SCHULZ 2003) und serieller Analyse der Genexpression (SAGE) (BLOMBERG and ZUELKE 2004) dargestellt. Darüber hinaus wurden in der eigenen Arbeitsgruppe cDNA-Bibliotheken aus Eizellen und frühen Teilungsstadien hergestellt (PONSUKSILI et al. 2002a).

Entwicklungsstadienspezifische cDNS-Bibliotheken

Trotz des enormen Anstiegs der veröffentlichten Anzahl von ESTs gibt es relativ wenige preimplantationsspezifische bovine ESTs. Um ein besseres Verständnis der genetischen Regulation der frühen Embryonalentwicklung beim Rind zu erreichen, haben wir entwicklungs-spezifische cDNA-Bibliotheken von Oocyten, 2-, 4- und 8-Zellern sowie Morulaes und Blastozysten mit einer Komplexität von bis zu 2×10^6 unabhängigen Klonen konstruiert (PONSUKSILI et al. 2002a). Die Tabelle 4 gibt einen Überblick einer BLAST-Analyse selektierter Klone aus den preimplantativen cDNA-Bibliotheken.

Tab. 4: Charakterisierung von cDNA-Klonen aus Bibliotheken preimplantativer Entwicklungsstadien

Bibliotheken	EST Accession-Nr., Länge (bp)	DNA Homologie	Accession -Nr.	Identität (%)	Überlappung
Oozyten	BE496795(506)	Human CDC28 protein kinase1 (CKSI)	NM 001826.1	93	385/411
	BE496797(553)	Human thymosin beta-4	MI7733.1	91	358/391
	BE496798(361)	Rattus norvegicus phosphoarginine phosphatase	AB006852	92	145/156
	BE496802(602)	Human mRNA for KIAA0197 gene	D83781	89	427/478
	BE496807(188)	Novel			
8-Zeller	BE505072(380)	Human dendritic cell protein (GA57)	NM006360.1	91	270/296
	BE496797(553)	Human thymosin beta-4 mRNA	M17733.1	91	358/391
	BE505073(252)	Canis familiaris mRNA for non histone chromosomal protein HMG-17	AJ388518.1	94	206/218
	BE505074(437)	B. taurus EST	AW479551	98	306/311
	BE505076145	Neu			
Morula	BE505053(240)	Human ribosomal protein S27 (RPS27)	NM001030.1	96	207/215
	BE505055(357)	Human alpha-NAC mRNA	AF054187	95	223/234
	BE505057(324)	B. taurus CJ - B13 mRNA for ubiquinone oxidoreductase complex	X63218.1	99	320/321
	BE505064(668)	B. taurus mitochondrion	NC_001567.1	99	666/668
Blastozyste	BE505086(272)	Neu			
	BE505087(599)	Neu			
	BE505088(275)	B. taurus cpn 10	X69556	98	261/264
	BE505089(265)	Human testis mitotic checkpoint (BUB3)	AF 047473	95	243/254
	BE505064(668)	B. taurus mitochondrion	NC001567.1	100	458/458

Subtraktions-cDNA-Bibliotheken (SSH)

Mit der SSH-Technik können zwischen zwei Entwicklungsstadien differenzielle exprimierte Gene angereichert werden, wobei seltene Transkripte leichter gefunden werden können. Die Tabelle 5 zeigt Klone, die im Vergleich mit Morulaes blastozystenspezifisch exprimiert sind (PONSUKSILI et al. 2002b).

Tab. 5: Charakterisierung von cDNA-Klonen, die nach subtraktiver Hybridisierung blastozystenspezifisch exprimiert sind

EST Länge (bp)	EST Acc. Nr.	DNA-Homologie	Spezies	Accession-Nr.	Identität (Überlappung)
C25(337)	BQ640947	Cytochrome oxidase subunit I (10)	<i>B.taurus</i>	AF493542.1	99%(334/337)
C247(223)	BQ640948	Cytochrome oxidase subunit II (3)	<i>B.taurus</i>	AF384026.1	99%222/223)
C221(454)	BQ640949	Alpha subunit ATP synthase isoform mRNA(2)	<i>B.taurus</i>	M22465.1	99%(452/454)
C31(252)	BQ640951	Lectin, galactoside-binding, soluble 3 (galectin-3) (6)	<i>H. sapiens</i>	BC001120	92%(225/242)
C245(455)	BQ640952	Fibronectin mRNA (4)	<i>B.taurus</i>	K00800.1	98%(452/457)
C256(307)	BQ640953	Keratin 18 (4)	<i>H. sapiens</i>	BC020982	89%(249/279)
C27(296)	BQ640954	EST (1)	<i>S. scrofa</i>	BF704521	88%(265/301)
C109(176)	BQ640955	Gamma non-muscle actin (2)	<i>O. cuniculus</i>	X60733.1	92%(97/105)
C110(364)	BQ640956	EST(1)	<i>B.taurus</i>	AW465683	97%(321/330)
C7(721)	BQ640958	Primary structure of bovine 1.715 satellite DNA (1)	<i>B.taurus</i>	V0024.1	95%(324/656)
C149(376)	BQ640959	BAC clone RPII-814H16(1)	<i>B.taurus</i>	AC106052.4 0304.1	94%(347/367)
C145(235)	BQ64060	Adenylate cyclase stimulation G-protein alpha subunit (1)	<i>B.taurus</i>	X03404.1	100%(231/231)
C176(239)	BQ640961	Adenine nucleotide translocator 2 (1)	<i>B.taurus</i>	AB065433.1	99%(226/228)
C87(526)	BQ640962	Elongation factor 1 alpha (4)	<i>B.taurus</i>	BT238405	99%(523/527)
C8(170)	BQ640963	Calpactin I light chain (p11) (1)	<i>B.taurus</i>	M16464.1	97%(168/172)
C154(289)	BQ640964	Calpactin I heavy chain (p36) (1) Protein 4 (4)	<i>B.taurus</i>	M14056.1	98%(286/289)

mRNA Differential Display

Mit dieser Technik lassen sich unter Benutzung degenerierter Primer Expressionsprofile von Geweben darstellen. Durch den simultanen Vergleich der Profile (Abb. 3) können differentiell exprimierte ESTs isoliert und diese anschließend nach Sequenzierung mittels BLAST-Analyse identifiziert werden. Hier können im Gegensatz zur SSH eine Vielzahl von cDNAs gleichzeitig miteinander verglichen werden und stadienspezifische ESTs identifiziert werden.

Blastozyste Morula 16-Zeller 8-Zeller

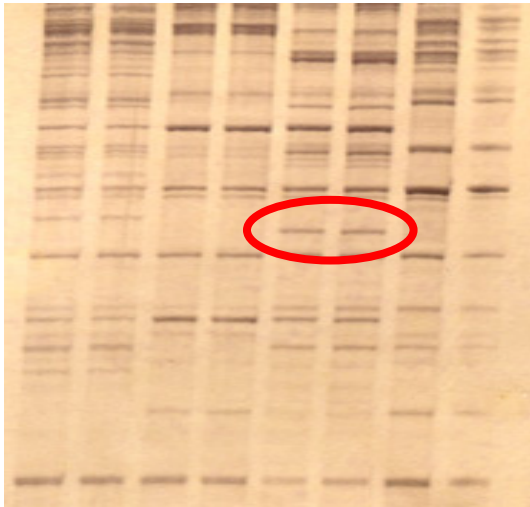


Abb.3: Differential Display; parallele Darstellung von ESTs aus Blastozysten, Morulaes, 16-Zell- und 8-Zellstadien (Polyacrylamidgel, Silberfärbung)

4.2 Expressionsprofile von Genen in der preimplantativen Entwicklung

Um die funktionelle Bedeutung der durch die o.g. Verfahren identifizierten Gene/ESTs weiter zu charakterisieren ist die Analyse der temporospatialen Expression während der frühen Entwicklung von großer Bedeutung. Mittels der quantitativen Real-Time PCR (TESFAYE et al. 2003; El-HALAWANY et al. 2004) können die Transkriptmengen einzelner Gene zwischen den Entwicklungsstadien genau gemessen werden. So wurde gezeigt, dass das Postfertilisierungsmilieu einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklungskompetenz der frühen Embryonalstadien hat (RIZOS et al. 2002). Die indentifizierten Gene werden dann zu funktionellen Kandidatengenen für den Fruchtbarkeitskomplex, wenn ihre Expression mit distinkten Embryophänotypen korreliert. Ein Beispiel dafür ist der Elongationsfaktor 1 α (EF1 α), dessen Expression in frühen Teilungsstadien im Sinne eines maternalen Transkripts nachgewiesen wurde (El-HALAWANY et al. 2004). EF1 α ist involviert in der Proteinbiosynthese, wird in unreifen Eizellen exprimiert und könnte die Proteinbiosynthese im Stadium der Eireifung beeinflussen. In unseren Untersuchungen zeigte die Expression von EF1 α bei in vitro erzeugten Embryonen schlechter Qualität einen starken Abfall im Vergleich zu in vivo und in vitro erzeugten Embryonen guter Qualität. Weitere Untersuchungen müssen klären, ob an diesem Befund alle Varianten des Gens ursächlich beteiligt sind. Abb. 4 zeigt das Expressionsprofil von EF1 α in in vivo und in vitro erzeugten Embryonen.

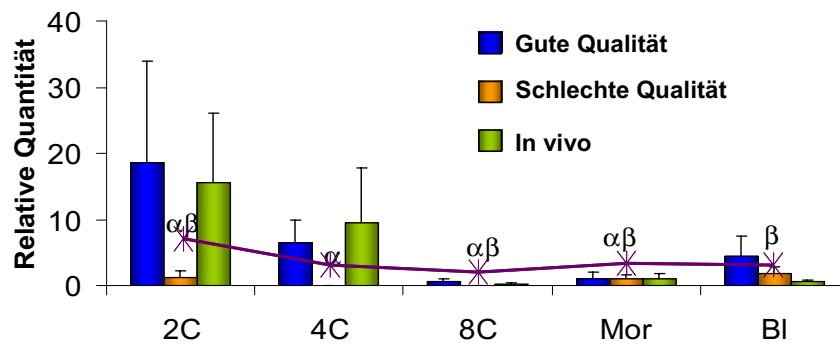


Abb. 4. Relative Expression von Elongationfaktor 1 α in Zwei-(2C), Vier-(4C) und Achtzellern (8C) sowie in Morulae (Mor) und Blastozysten (Bl) von in vitro und in vivo erzeugten Embryonen

4.3 Globale Analyse der Genexpression in preimplantativen Embryonen

Die oben angeführten Verfahren beziehen sich immer auf einzelne Gene und haben damit den Nachteil einer relativ isolierten Sicht auf die Genaktivität einer Zelle zu einem bestimmten Zeitpunkt. Mit der Entwicklung von Glasmikroarrays ist es möglich, die Expression von tausenden Genen gleichzeitig zu messen und so Expressionsmuster („patterns“) ganzer Genfamilien darzustellen. Durch geeignete Amplifikationsstrategien für die embryonale mRNA ist es möglich eine ausreichende Menge an Probenmaterial herzustellen und damit die Arrays zu hybridisieren. Die Abb. 5 zeigt schematisch das Ergebnis einer Analyse, wobei das Genaktivitätsmuster von Eizellen (grün) mit Blastozysten (rot) verglichen wurde.

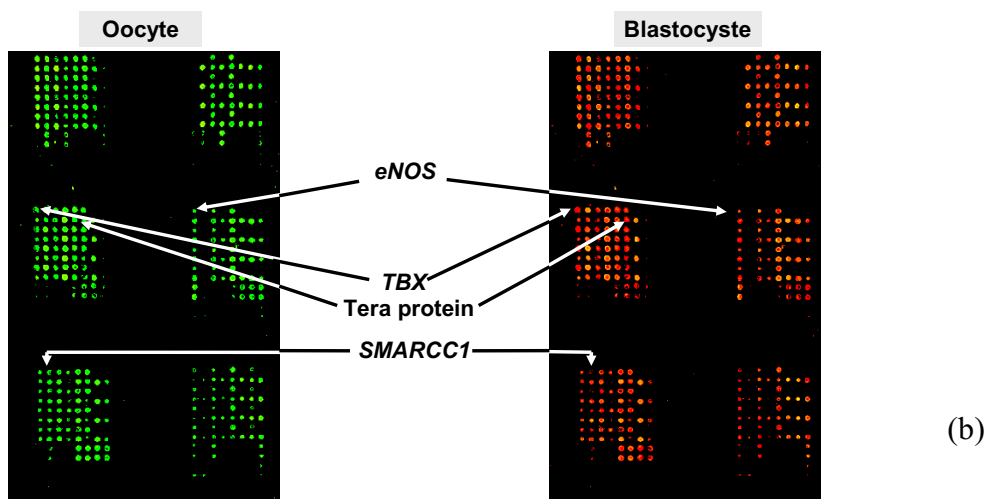


Abb. 5: Glasmikroarray mit 82 Genen; a) Hybridisierung mit markierter oozytenspezifischer RNA, b) Hybridisierung mit markierter blastozystenspezifischer RNA

Ziel dieser Analyse ist ganze Funktionskreisläufe zu identifizieren und das funktionelle Zusammenspiel einer Vielzahl von Genen hinsichtlich exogener Umweltfaktoren oder endogener DNA-Variationen zu erforschen. Damit vertiefen sich unsere Kenntnisse über die genetisch komplex regulierten funktionalen Merkmale beim Rind. Letztlich können für die verursachenden Genvarianten Gentests entwickelt werden, die eine exaktere Selektion der Zuchttiere erlauben.

5 Zusammenfassung

Die Zucht auf Produktionsmerkmale (Milch, Fleisch) hat in der Vergangenheit zu einer bedeutenden Verbesserung der Effizienz (Nährstoffnutzung) der tierischen Erzeugung geführt, die vor allem durch individuelle Leistungssteigerung gekennzeichnet war. Gleichzeitig wurden durch zunehmende Nutzung und Anwendung moderner biostatistischer Rechenverfahren und die Entwicklung leistungsfähiger Computerprogramme neben den Produktionsmerkmalen auch die funktionalen Merkmale (Fruchtbarkeit, Exterieur, Nutzungsdauer, Anfälligkeit gegenüber Mastitis, etc.) mit in die Zuchtwertschätzung und Selektion integriert. Gegenwärtig werden in der Selektion zunehmend mehr die funktionalen Merkmale berücksichtigt. Damit orientieren sich die Zuchtziele bei den Nutztieren immer mehr an den Anforderungen des Konsumenten. Diese Anforderungen stellen die Produkt- und die Prozessqualität in den Mittelpunkt der Ansprüche. Die Tierzucht erfüllt diese Ansprüche durch die Entwicklung von balancierten Zuchtprogrammen, die produktions- und funktionelle Merkmale optimal miteinander verbinden. Durch die Erforschung molekularer Wirkungsmechanismen werden die Grundlagen der Vererbung komplexer Merkmale (Fruchtbarkeit, Krankheitsresistenz, genetische Defekte) aufgeklärt. Für die verursachenden Genvarianten werden Gentests entwickelt, die eine exakte Selektion optimaler Anlageträger erlauben. Balancierte Zuchtprogramme nutzen phänotypische und genotypische Informationen um die Selektion der Merkmale zu präzisieren und damit Ökonomie, Nachhaltigkeit und Wohlbefinden der Tiere innerhalb einer Zuchtpopulation zu optimieren.

6 Summary

Breeding for production traits (i.e. milk or meat) has led in the past to a tremendous improvement of efficiency in animal production caused by an increase of individual performance capabilities. At the same time the improvement of computational power has led to the development of sophisticated selection programs based on advanced methods for estimation of animal breeding values. Functional traits have been included into the selection schemes. With the advent of molecular animal breeding our knowledge about the genetics of complex traits has been increased, especially for traits with low heritability and sex linked expression. This has triggered the attempts to efficiently combine the selection for the production and functional traits leading to balanced breeding programs, whereby functional traits will have a better chance to be sustainably improved. Balanced breeding programs use phenotypic and genotypic information to improve selection efficiency, optimized economy, sustainability and animal well being within our livestock.

7 Literatur

- BLOMBERG, L.E., ZUELKE, K.A. (2004): Serial analysis of gene expression (SAGE) during porcine embryo development. *Reprod. Fertil. Dev.* **16**, 87-92.
- DEKKERS, J.C. (2004): Commercial application of marker- and gene-assisted selection in livestock: strategies and lessons. *J. Anim. Sci.* **82**, 313-328.
- DEKKERS, J.C., HOSPITAL, F. (2002): The use of molecular genetics in the improvement of agricultural populations. *Nat. Rev. Genet.* **3**, 22-32.
- DUNNE, L.D., DISKIN, M.G., SREENAN, J.M. (2000): Embryo and foetal loss in beef heifers between day 14 of gestation and full term. *Anim. Reprod. Sci.* **58**, 39-44.
- EL-HALAWANY, N., PONSUKSILI, S., WIMMERS, K., GILLES, M., TESFAYE, D., SCHELLANDER, K. (2004): Quantitative expression analysis of blastocyst-derived gene transcripts in preimplantation developmental stages of in vitro-produced bovine embryos using real time polymerase chain reaction technology. *Reprod. Fertil. Dev.* **16**, 753-762.
- FUJII, J., OTSU, K., ZORZATO, F., DE, LEON, S., KHANNA, V.K., WEILER, J.E., O'BRIEN, P.J., MACLENNAN, D.H. (1991): Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science* **253**, 448-51.
- GIUFFRA, E., TORNSTEN, A., MARKLUND, S., BONGCAM-RUDLOFF, E., CHARDON, P., KIJAS, J.M., ANDERSON, S.I., ARCHIBALD, A.L., ANDERSSON, L. (2002): A large duplication associated with dominant white colour in pigs originated by homologous recombination between LINE elements flanking KIT. *Mamm. Genome* **13**, 569-77.
- GROBET, L., MARTIN, L.J., PONCELET, D., PIROTTIN, D., BROUWERS, B., RIQUET, J., SCHOEBERLEIN, A., DUNNER, S., MENISSIER, F., MASSABANDA, J., FRIES, R., HANSET, R., GEORGES, M. (1997): A deletion in the bovine myostatin gene causes the double-musled phenotype in cattle. *Nat. Genet.* **17**, 71-4.
- HANSEN, P.J. (2002): Embryonic mortality in cattle from the embryo's perspective. *J. Anim. Sci.* **80**, 33-44.
- HASLER-RAPACZ, J., ELLEGREN, H., FRIDOLFSSON, A.K., KIRKPATRICK, B., KIRK, S., ANDERSSON, L., RAPACZ, J. (1998): Identification of a mutation in the low density lipoprotein receptor gene associated with recessive familial hypercholesterolemia in swine. *Am. J. Med. Genet.* **76**, 379-86.
- JOHANSSON, MOLLER, M., CHAUDHARY, R., HELLMEN, E., HOYHEIM, B., CHOWDHARY, B., ANDERSSON, L. (1996): Pigs with the dominant white coat colour phenotype carry a duplication of the KIT gene encoding the mast/stem cell growth factor receptor. *Mamm. Genome* **7**, 822-30.

- KIJAS, J.M., WALES, R., TORNSTEN, A., CHARDON, P., MOLLER, M., ANDERSSON, L. (1998): Melanocortin receptor 1 (MC1R): mutations and coat colour in pigs. *Genetics* **150**, 1177-85.
- KIJAS, J.M., MOLLER, M., PLASTOW, G., ANDERSSON, L. (2001): A frameshift mutation in MC1R and high frequency of somatic reversions cause black spotting in pigs. *Genetics* **158**, 779-785.
- KLUNGLAND, H., VAGE, D.I., GOMEZ-RAYA, L., ADALSTEINSSON, S., LIEN, S. (1995): The role of melanocyte-stimulating hormone (MSH): receptor in bovine coat color determination. *Mamm. Genome* **6**, 636-9.
- LUNDEL, A., MARKLUND, S., GUSTAFSSON, V., ANDERSSON, L. (2003): A nonsense mutation in the FMO3 gene underlies fishy offflavour in cow's milk. *Genome Res.* **12**, 1885-1888.
- MEIJERINK, E., NEUENSCHWANDER, S., FRIES, R., DINTER, A., BERTSCHINGER, H.U., STRANZINGER, G., VOGELI, P. (2000): A DNA polymorphism influencing alpha(1,2): fucosyltransferase activity of the pig FUT1 enzyme determines susceptibility of small intestinal epithelium to Escherichia coli F18 adhesion. *Immunogenetics* **52**, 129-36.
- MARKLUND, S., KIJAS, J.M., RODRIGUEZ-MARTINEZ, H., RONNSTRAND, L., FUNA, K., MOLLER, M., LANGE, D., EDFORS-LILJA, I., ANDERSSON, L. (1998): Molecular basis for the dominant white phenotype in the domestic pig. *Genome Res.* **8**, 826-33.
- MILAN, D., JEON, J.T., LOOFT, C., AMARGER, V., ROBIC, A., THELANDER, M., ROGEL-GAILLARD, C., PAUL, S., IANNUCELLI, N., RASK, L., RONNE, H., LUNDSTROM, K., REINSCH, N., GELLIN, J., KALM, E., ROY, P.L., CHARDON, P., ANDERSON, L. (2000): A mutation in PPKAG3 associated with excess glycogen content in pig skeletal muscle. *Science* **288**, 1248-1251.
- PONSUKSILI, S., TESFAYE, D., EL-HALAWANY, N., SCHELLANDER, K., WIMMERS, K. (2002b): Stage specific expressed sequence tags obtained during preimplantation bovine development by differential display RT-PCR and suppression subtractive hybridisation. *Prenat. Diagn.* **22**, 1135-1142.
- PONSUKSILI, S., WIMMERS, K., ADJAYE, J., SCHELLANDER, K. (2002a): A source for expression profiling in single preimplantation bovine embryos. *Theriogenology* **57**, 1611-1624.
- PONSUKSILI, S., WIMMERS, K., ADJAYE, J., SCHELLANDER, K. (2001): Expression of homeobox-containing genes in cDNA libraries derived from cattle oocytes and preimplantation stage embryo. *Mol. Reprod. Dev.* **60**, 297-301.
- RIZOS, D., WARD, F., DUFFY, P., BOLAND, M.P., LONERGAN, P. (2002): Consequences of bovine oocyte maturation, fertilization or early embryo development in

- vitro versus in vivo: Implications for blastocyst yield and blastocyst quality. *Mol. Reprod. Dev.* **61**, 234-248.
- SEITZ, J.J., SCHMUTZ, S.M., THUE, T.D., BUCHANAN, F. C. (1999): A missense mutation in the bovine MGF gene is associated with the roan phenotype in Belgian Blue and Shorthorn cattle. *Mamm. Genome* **10**, 710-712.
- SHUSTER, D.E., KEHRLI, M.E. JR., ACKERMANN, M.R., GILBERT, R.O. (1992): Identification and prevalence of a genetic defect that causes leukocyte adhesion deficiency in Holstein cattle. *PNAS* **89**, 225-229.
- TESFAYE, D., PONSUKSILI, S., WIMMERS, K., GILLES, M., SCHELLANDER, K. (2004): A comparative expression analysis of transcripts during the post-fertilization developmental stages of bovine embryos produced in vitro or in vivo. *Reprod. Dom. Anim.* **39**, 396-404.
- TESFAYE, D., PONSUKSILI, S., WIMMERS, K., GILLES, M., SCHELLANDER, K. (2003): Identification and quantification of differentially expressed transcripts in in vitro-produced bovine preimplantation stage embryos. *Mol. Reprod. Dev.* **66**, 105-114.
- ZENG, F., SCHULTZ, R.M. (2003): Gene expression in mouse oocytes and preimplantation embryos: Use of suppression subtractive hybridization to identify oocyte and embryo specific genes. *Biol. Reprod.* **68**, 31-39.

Dawit Tesfaye und Karl Schellander
Institut für Tierwissenschaften
Abt. Tierzucht und Tierhaltung
Endenicher Allee 15
53115 Bonn
karl.schellander@itz.uni-bonn.de

Precision Livestock Farming – Datenflussmodelle für die Tierhaltung

Data-Flow-Models for Livestock Husbandry

J.-P. Ratschow

Die Landwirtschaft wird in den künftigen Jahren durch zwei Einflüsse besonders stark geprägt. Zum einen ist das der technische Fortschritt in der Informations- und Kommunikationstechnik. Die Tierhaltungsverfahren, aber auch die gesamte Landwirtschaft werden sich über die vernetzten Systeme stark verändern. Diese Entwicklungen werden zweitens durch die politischen Rahmenbedingungen einen starken Schub erfahren. Setzen doch die Ergebnisse der GATT-Verhandlungen hinsichtlich cross compliance und des geforderten FARM Audits und der Umsetzung der Maßnahmen zur Rückverfolgbarkeit der Produkte in Qualitätssicherungssystemen entscheidende Impulse. Die Elektronik hält nicht nur zur Steuerung der verschiedenen Prozesse und Arbeitsabläufe Einzug auf den landwirtschaftlichen Betrieben, sondern sie wird auch wesentlich umfassender und miteinander verknüpft genutzt werden müssen, um die „Landwirtschaft der Zukunft“ überhaupt beherrschen zu können.

Somit lassen sich drei wesentliche Einsatzbereiche der Nutzung der Elektronik für Datenflussmodelle in der Tierhaltung herausstellen:

1. Optimierung der Betriebsführung,
2. Nachweis einer nachhaltigen Produktion und
3. Rückverfolgbarkeit der Prozess- und Produktqualität.

Tierhaltung, nur ein Teil der Landwirtschaft

Das Precision Livestock Farming (PLF) ist ein Teil der „präzisen Landwirtschaft“, des Precision Agriculture (PA). Deshalb müssen Datenflussmodelle für die Tierhaltung von vornherein Datenflussmodelle der Landbewirtschaftung mit einbeziehen. Es ist ein möglichst offenes System so zu entwickeln, das von der Normung her neben wichtigen Festlegungen für die Kommunikationsstrukturen nur die Spielregeln festlegt werden, um die einzelnen Datensätze interaktiv vernetzen zu können. Für den reinen Bereich Landwirtschaft ergeben sich die Informationsströme wie in Abbildung 1 ausgewiesen.

Es liegt auf der Hand, dass die in der Landwirtschaft anfallenden Prozessdaten nicht losgelöst werden können von den vor- und nachgelagerten Bereichen. Deshalb ergeben sich darüber hinaus wesentlich weitläufigere Interaktionen hinsichtlich der Datenaustauschprogramme. Unabhängig, wie groß oder klein die jeweiligen Einzugsbereiche zum Aufbau von Datenflussmodellen gesehen werden, zunächst müssen verschiedene Voraussetzungen zur Kommunikation geschaffen sein.

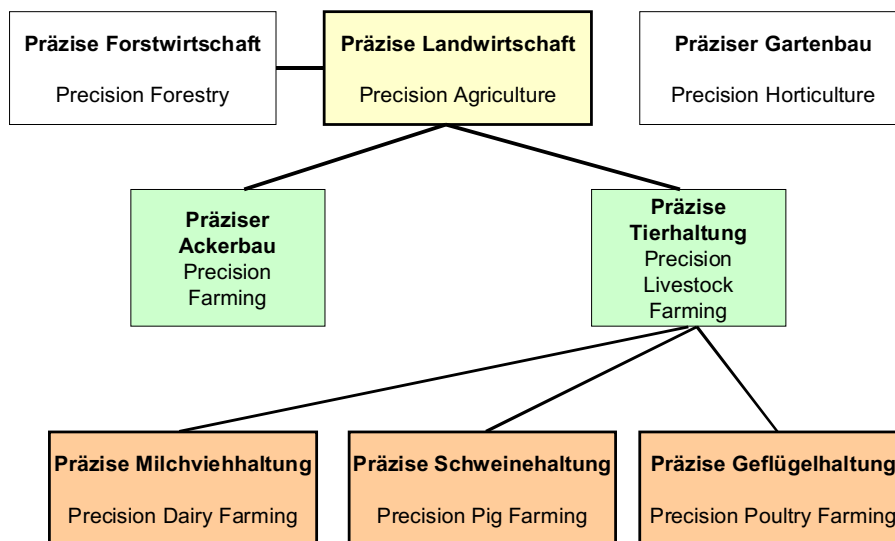


Abb. 1: Informationstechnologie im Precision Agriculture

Voraussetzungen für Datenflussmodelle

Ziel muss es sein, Daten möglichst am Ort des Entstehens nur ein Mal zu erfassen und allen angeschlossenen Rechnersystemen verwechslungsfrei zur Verfügung zu stellen. Die Datenerfassung kann z.B. über physikalisch arbeitende Sensoren zur Erfassung der Temperatur, Feuchte oder physikalisch chemischen Sensoren für NH_3 -Konzentrationen usw. aufgenommen werden (Abb. 2).



Abb. 2: Auswirkungen von Sensoren im Stall

Durch so genannte Biosensoren, die direkt am Tier z.B. für die Einzeltiererkennung positioniert sind, lassen sich tierspezifische Parameter aufnehmen (Abb. 3).

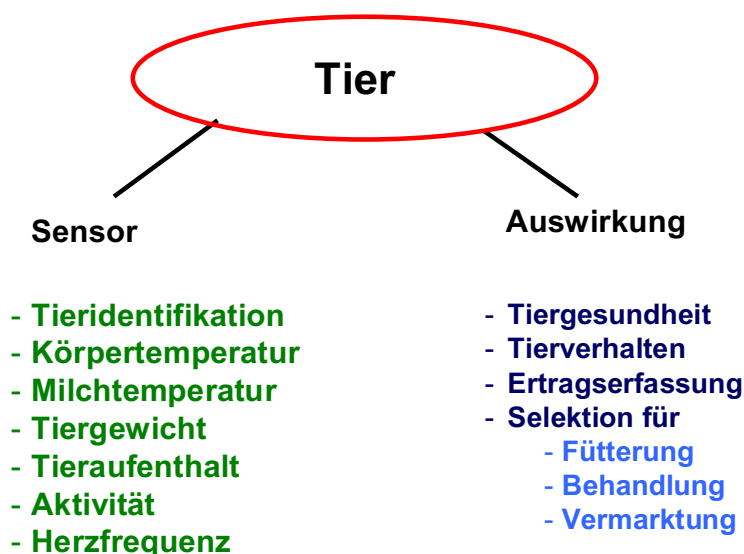


Abb. 3: Auswirkungen von Sensoren am Tier

Neben der Datenerfassung kommt der Datenüberwachung, der Datenpflege, der Steuerung und Regelung und dem Datenaustausch zur interaktiven Vernetzung der Rechnersysteme innerhalb und außerhalb der Landwirtschaft große Bedeutung zu. Als vordergründiges Ziel wird so zur Betriebsführung und zur zeitnahen Kontrolle der Tiergesundheit

- das Tierverhalten,
- die Futtermittelaufnahme,
- der Stoffwechsel und
- die Umwelteinflüsse, wie z.B. Temperatur und Feuchtigkeit

ermittelt.

Zur Betriebsoptimierung können diese Daten nicht nur für den Dateneinsatz in Prozesssteuerungen, sondern auch zum Aufbau von Regelkreisen genutzt werden, um die produktionstechnischen Abläufe effektiver und transparenter zu machen.

Sensorik, Voraussetzung für Datenerfassung im Stall und am Tier

Zur Steuerung des Stallklimas hinsichtlich Temperatur, Feuchte, Schadgasgehalte und Beleuchtung stehen verschiedene Sensoren zur Verfügung, die große Auswirkungen auf die Prozess- und Produktqualität haben. Die Auswirkungen auf die Tiergesundheit, die Prozess- und Produktqualität, die Arbeitswirtschaft, die Energieersparnis und auf die Umwelt neben der Wettbewerbsfähigkeit sind häufig beschrieben worden (Ratschow 2003).

Neben diesen rein „technischen Parametern“ stehen aber immer stärker auch Fragen zur Tiergerechtigkeit im Vordergrund (Hesse 2002). Die Messtechnik soll auch diese Daten möglichst verwechslungsfrei und reproduzierbar erfassen. Wichtige Kriterien zur Ethologie und zur Pa-

thologie sollen daher entweder direkt oder indirekt messbar durch Daten belegt werden. Mit Hilfe dieser Messungen können Entwicklungen für zukünftige, verbesserte Haltungsverfahren aufgezeigt werden. Besonders hilfreich ist es deshalb, Sensoren zu entwickeln, die diese verschiedenen Parameter hinsichtlich des Ernährungs- und Ruheverhaltens, des Erkundungs- und Sozialverhaltens spezifisch aufzeigen (Berkmans 2003). Pathologische Befunde können entweder im Stall durch die Dokumentation von Verletzungen oder durch die Auswertung von Schlachtbefunden, wie z.B. Schäden an inneren Organen wie Leber oder Lunge festgestellt werden. Über die Rückkopplung dieser Daten zum Erzeugerbetrieb mit Hilfe dieser Datenflussmodelle können dann die Auswirkungen des Tierhaltungsverfahrens und Managements auf dem Betrieb direkt erfasst und, falls notwendig, verbessert werden.

Gerade in der Sensorik hat eine Vielfalt von Entwicklungen eingesetzt, die Antworten auf unterschiedlichste Fragestellungen erwarten lassen. Einen Ausschnitt über jetzt schon verfügbare Biosensoren in der Tierhaltung gibt die Tab. 1 wieder.

Tab. 1: Beispielsammlung von Biosensoren in der Tierhaltung

	Sauen	Mastschweine	Milchvieh	Rindermast	Kälberhaltung
Einzeltier-erkennung	Ohrmarke Injektat	Ohrmarke Injektat DOT-Marke ¹⁾	Injektat , Bolus Ohrmarke Geräusch- messung ¹⁾	---	Injektat Bolus Ohrmarke
Gruppen-erkennung	Fütterungs- ventil	Fütterungs- ventil	---	---	---
Körpertem- peratur ^{1) 2)}	Ohr- sensor ³⁾	---	Ohrmarke Milchtemperatur- messung	---	über die Zunge am Sauger
Herzfrequenz ¹⁾	---	Ohrsensoren ³⁾	---	---	---
Aktivitäts- messung	---	---	Pedometer	---	---
Tiergewicht	Waage	Waage Opto-Elektro- nischer Sensor	Waage	Waage	Waage
Tieraufenthalt	---	Digitalkamera ¹⁾	Digitalkamera ¹⁾	---	---

1) versuchsweise; 2) Ohr-, Haut- und Rectaltemperatur; 3) zur Messung der Transportbelastung

Neben der Einzel- oder Gruppenerkennung steht die Messung der Körpertemperatur zur Verbesserung der Tiergesundheit oder Qualitäts bestimmender Parameter im Vordergrund. Herzfrequenzmessungen wurden bisher überwiegend in Forschungsvorhaben zum Messen von Stress an Tieren eingesetzt (Hartung 2002). Aktivitätsmessungen über Pedometer gehören in der Milchviehhaltung heute in der Praxis schon zum Standard zur Beobachtung der Brunst, aber auch zur Bestimmung der Tiergesundheit.

Tiergewichtsmessungen werden immer häufiger nicht nur zur Kontrolle des Wachstumsverlaufes oder der Tiergewichtsentwicklung von Zuchttieren genutzt, sondern ebenfalls zur Steuerung von Managementsystemen in Regelkreisen. Die Bestimmung des Tieraufenthaltes dient überwiegend der Erforschung des Tierverkehrs im Raum- und Funktionsprogramm der Ställe. Hiermit können wichtige Ergebnisse zum Wahlverhalten der Tiere zur Nutzung verschiedener

Einrichtungen und der Wahl von Ruhezeiten z.B. geschaffen werden. Mit Hilfe dieser so gewonnenen Erkenntnisse können auch neue, artgerechtere Stallhaltungssysteme entwickelt werden.

Die Sensoren im Stall oder am Tier werden zurzeit überwiegend zur Prozesssteuerung und in Einzelfällen auch zum Aufbau von Regelkreisen von interaktiv vernetzten Systemen von Fütterungs- und Lüftungsanlagen im Geflügel-, Schweine- und Rinderbereich eingesetzt. Doch zeigt sich, dass die technische Ausstattung der verschiedenen Prozesssteuerungen immer umfassender wird, so dass Regel- oder Steuerungselemente hierauf basierend aufgebaut werden können. In Abbildung 4 sind für einen Klimacomputer die Eingänge für Sensoren, die Ausgänge für die Aktoren und die Regelfunktionen dargestellt. Diese Art von Regelkreisen ist in Lüftungscomputern heute weit verbreitet.

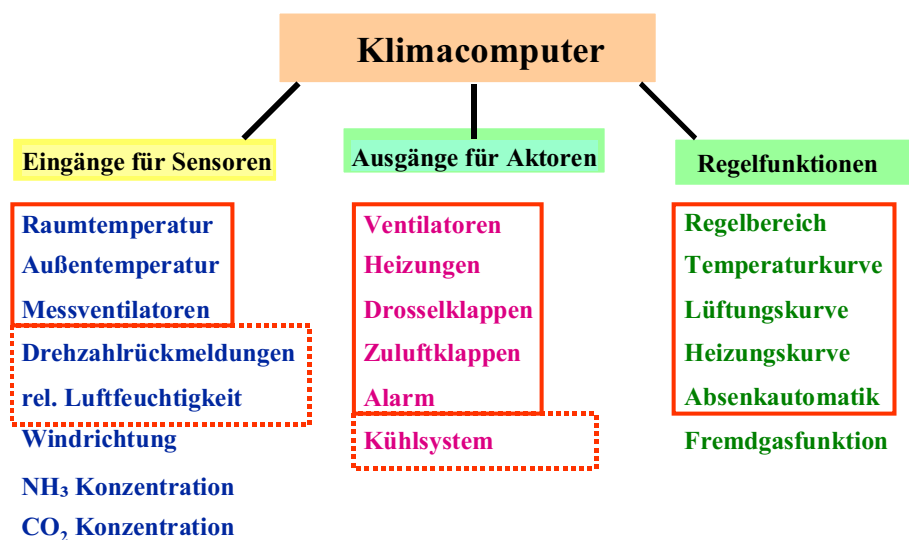


Abb. 4: Technische Ausstattung

Datenströme zur Betriebsführung

Immer häufiger wird in den Prozesssteuerungen der verschiedenen Systeme auch direkt eine Datenverwaltung vorgenommen. Beispielhaft sei dies für einen Flüssigfütterungscomputer der Schweinemast aufgezeigt (Tab. 2).

Neben den Daten vom Ein- und Verkauf werden auch die Verluste und das Bestandsbuch für die Arzneimittelanwendungen sowie die Mischprotokolle für die Futterrezepturen als Menüpunkt aufgenommen. So können dann Buchungen für die Buchführung, der Lagerbuchhaltung und die Daten für Mastauswertungsprogramme bereitgehalten werden. Neu an dieser Datenkonfiguration und Datenablage ist, dass auch für Qualitätssicherungssysteme zum Teil neue Masken zur einfachen Datenablage zur Verfügung stehen, die die Dokumentation für diesen Bereich automatisiert sicherstellt.

Tab. 2: Datenverwaltung im Programm eines Fütterungscomputers

Menüpunkt / Buchung / verwaltete Daten		Für Q+S nachrüsten
Einkauf (Einstellung pro Ventil)	Stückzahl mit Gewichtsangabe	Ohrmarkennummer Vorbesitzer und Lieferant
Abgänge (Verluste)	Stückzahl mit Gewichtsangabe	Diagnose Ohrmarkennummer Tierkörperbeseitigung (Belege)
Verkäufe	Stückzahl mit Gewichtsangabe	Ohrmarkennummer Abnehmer, Transporteur
• Arzneimittelbuch (Bestandsbuch über die Arzneimittelanwendung)	Teilweise bei einigen Computern eingeführt	Diagnose, Anwender, Medikamentenumsatz (Menge, Bucht, Anwendungszeitraum) Dosierung (Form und Anzahl) Kennzeichnung von Einzeltieren (Einzeltierbehandlung über die Spritze) Kopplung der Daten an die Tiere (beim Umstallen oder Zustallen) Wartezeit (rückläufiger Zähler, längste Wartezeit)
• Mischprotokoll	Komponentenanteile (Eindosierte Mengen nach verwendetem Rezept)	Den Verkaufsgruppen zuordnen Bei Multiphasenfütterung – (Knickpunkte aufzeichnen) Sondermischungen deklarieren (z. B. bei Ersatzkomponenten, - der Eintrag aus Meldeliste)

Diese wenigen Beispiele machen deutlich, welche Fülle von Daten allein für eine erfolgreiche Betriebsführung bereits heute zur Verfügung stehen und künftig stehen muss. Im Hof-PC müssen diese Datenflüsse dann zusammen geführt werden, um eine Datenbank zur Unterstützung des Herdenmanagements ohne zusätzliche Neueingabe der betrieblichen Stammdaten und bilanzierten Werte vornehmen zu müssen.

Dies können im Einzelnen sein:

- Führung des Bestandsregisters hinsichtlich Menge, Gewicht, Tierarzneimittelverabreichungen und das Vergleichen von Preisen,
- der Terminplaner zur Bestandesführung,
- die Dokumentation zum Arzneimittleinsatz,
- die Dokumentation zum Einhalten der Schweinehaltungshygieneverordnung.

Datenströme zur Rückverfolgbarkeit

Qualität und Sicherheit (Q + S) sind heute die wichtigen Themen, die die Nahrungsmittelkette unmittelbar betreffen. Zum einen wird die Qualität der Nahrungsmittel und zum anderen die Dokumentation der Prozessketten über die gesamte landwirtschaftliche Produktion (traceability) gefordert. Aber auch die Rückverfolgbarkeit der Produkte in den Lebensmittelerzeugungs- und Lebensmittelverteilketten ist für die Verbrauchersicherheit und das Schaffen von Verbrauchervertrauen von großer Bedeutung. Deshalb müssen auch die Arbeitsabläufe auf den Schlachthöfen oder in den Molkereien bis hin zum Ladenlokal z.B. über den Nachweis der Kühlketten vorgelegt werden.

Dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn durchgängig alle Zu- und Abgänge auch in diesem nachgelagerten Bereich der Lebensmittelerzeugung und des Lebensmittelhandels doku-

mentiert werden. Im Allgemeinen wird es hierzu ausreichen, ein Register zu führen, das die Identität der Belieferer und der Abnehmer für jedes einzelne Produkt ausweist. Hierfür sind verschiedene EU-Verordnungen, Rechtsetzungen des Bundes und der Länder geschaffen worden, die speziell hierfür Regelungen vorsehen. Diese Regelungen kommen aus den Rechtsbereichen des Tierseuchenrechts, des Tiertransportrechts aber auch des Lebensmittelrechts. Deshalb wurden in den letzten Jahren für den Erzeugungs- und Vermarktungsbereich spezifische Systeme entwickelt, die die Tier- und/oder Produktidentifikation sicherstellen sollen.

Für die Tieridentifikationssysteme wurden deshalb verschiedene Datenbanken entwickelt, in denen z.B. betriebliche und produktionstechnische Stammdaten sowie die Zu- und Abgänge an den verschiedenen Produktionsstätten gespeichert sind. Für die Tieridentifikation zur Rückverfolgbarkeit haben sich Transponder oder Injektate, über die Tiere sehr sicher an einem bestimmten Ort über eine Antenne und auch am Schlachtband erkannt werden können, nur teilweise durchgesetzt. Das „Herkunfts- und Informationssystem Tier-Datenbank für Rinder“ (HIT-Datenbank) arbeitet schon seit Jahren nahezu störungsfrei. Allerdings wurde die Chance verpasst, gechipte Ohrmarken einzusetzen, die auch eine elektronische Identifizierung der Schlachttiere durch das fehlerfreie Auslesen am Schlachtband (Schweine oder Rinder) in der Betäubungsfalle sicher stellt.

In der Schweinehaltung war eine durchgängige Rückverfolgbarkeit vom geborenen Ferkel bis zum Schlachter bisher gar nicht möglich. Deshalb wurde zum 01.01.2003 eine neue Viehverkehrsverordnung in Kraft gesetzt, die bundeseinheitlich die Viehverkehrsnummer nach Viehverkehrsverordnung den einzelnen Betrieben als Betriebsnummer zuteilt. Die einzelnen Bundesländer haben überwiegend die Tierseuchenkassen beauftragt, diese Datenbank „Schweine“ zu führen, um ‚Druck‘ aufzubauen, damit Ersatzzahlungen erst geleistet werden, wenn der Aufenthalt der Tiere auch der Tierseuchenkasse gemeldet worden ist.

Die Möglichkeit der Rückverfolgbarkeit besteht nur, wenn sichergestellt ist, dass die abgebenden Betriebe regelmäßig diese Schweine vollzählig melden. Dies gilt selbstverständlich auch für Viehhändler, denen ebenfalls eine Betriebsnummer zugeteilt wurde. Auch sie sind verpflichtet, ein Bestandsregister zu führen.

In der Geflügelhaltung wird das Mastgeflügel ebenfalls durch ein Codierungssystem gekennzeichnet. Da diese Betriebe große Einheiten „All-in“-„All-out“ fahren, ist sichergestellt, dass bei Gruppenerkennung des Einzelbetriebes auch die Herkunft der Einzeltiere sicher erkannt wird.

In der Eierzeugung wurde ein Codierungssystem aufgrund des Legehennen-Betriebs-Registrierungsgesetzes (LegRegG) vergeben. Diese Registrierungs- und Kennzeichnungspflicht besteht ab 01.01.2004 für alle Betriebe mit 350 und mehr Legehennen, aber auch für Betriebe mit weniger als 350 Legehennen, die als Abpackbetrieb registriert sind.

Das Zahlencodierungssystem ist so aufgebaut, dass nicht nur der einzelne Betrieb wieder erkannt wird, auf dem die Eier erzeugt wurden, sondern insbesondere auch die Haltungssysteme durch die Nummer vor dem Herkunftsland ermittelt werden können (Eier aus ökologischer Erzeugung = 0, Freilandhaltung = 1, Bodenhaltung = 2, Käfighaltung = 3), eine wichtige Information für den Verbraucher.

Aus den genannten Gründen werden sehr viele verschiedene Daten einerseits zur Optimierung der Betriebsabläufe, andererseits zur Rückverfolgbarkeit der Produkte hinsichtlich der Pro-

zess- und Produktqualität aufgebaut. Hierbei ist zunehmend selbstverständlich, dass die Einbindung der Ernährungswirtschaft mit umgesetzt wird.

ISO-Projekt „Network-Livestock-Farming“

Aus den hier aufgeführten Beispielen wird deutlich, wie wichtig es ist, einen ISO-BUS-Innenwirtschaft bereit zu stellen, der die Kommunikation der Prozesssteuerungen mit der Managementsoftware und externer Managementsysteme sowie der Software anderer Partner zulässt.

In Abbildung 7 sind diese Zusammenhänge der Systemvernetzung und damit eines ersten einfachen Datenflussmodells im Precision Livestock Farming wieder gegeben. Dieser zurzeit bestehende dreistufige Standard wird sich künftig in der Weise entwickeln, dass vermutlich nur noch universal- bzw. standardisierte Elektronik und elektronische Einzel-Bausteine genutzt werden. Auch für die Aufbereitung der Daten zur steuerlichen und betrieblichen Buchführung sind ebenfalls schon jetzt definierte Schnittstellen vorzusehen, ein besonders sensibles Thema.

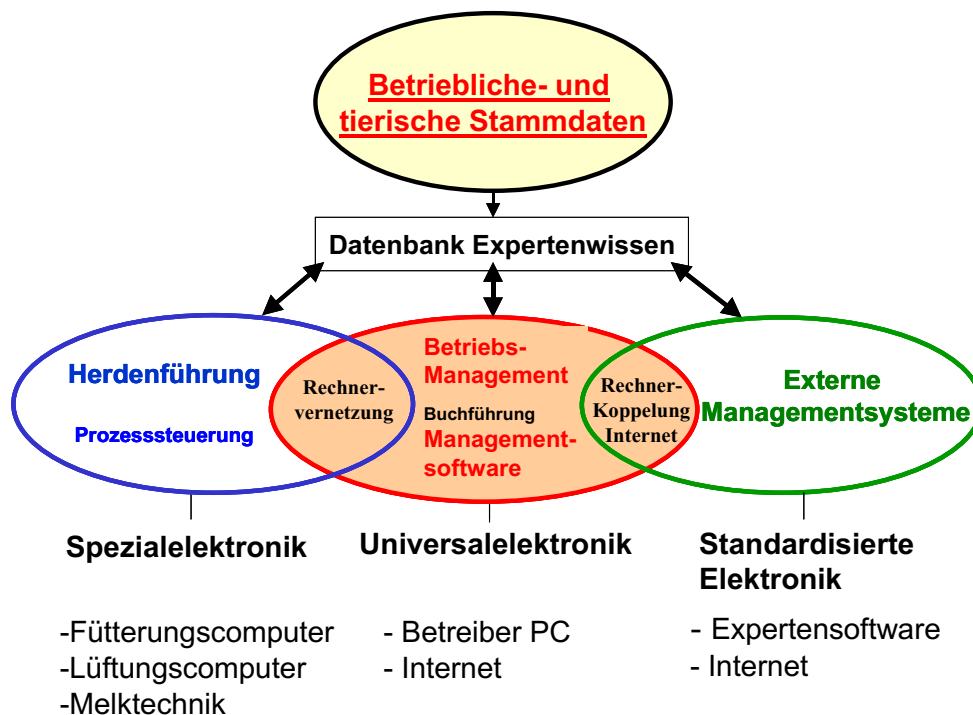


Abb. 5: Systemvernetzung im Precision Livestock Farming

Die internationale Arbeitsgruppe „Network-Livestock-Farming“ (NLF) zur Erarbeitung des BUS-Innenwirtschaft hat am 09.04.2003 im ISO SC 19 der VDMA seine Normierungsarbeit aufgenommen. Das ISO-Working-Draft 17532 ist eine technische Spezifikation, mit der die Basis für das Precision Livestock Farming über die Standardisierung gelegt werden soll. Für diese Arbeiten kann auf bestehende Regelwerke zurückgegriffen werden, wie z.B.:

1985	ADR führen Austauschprogramme ein
1996	Standard-Schnittstelle wird durch die Standard-ADID abgelöst
2001/2002	Erste Abstimmungen zum BUS-Innenwirtschaft (vorbereitende Arbeitsgruppe der BFL zum NLF)
2003	ADIS /ADED führt Datenaustausch zwischen Rechnerstellen ein.
2003	Datenlieferung aus dem Melkstand mit ADIS / ADED
April 2003	Start ISO-Projekt „Network Livestock Farming“ WD 17532

Die spezifischen Standards der Network-Livestock-Farming werden benötigt, um komplexe Abläufe organisieren zu können. Es sollen die vorhandenen Techniken im Netz durch sinnvolle Standardisierungen genutzt werden, um diese so optimal zu koppeln, dass ein komponentenbasiertes modulares System entsteht. Die Arbeitsteilung und die Vernetzung helfen, den Produktionsprozess in der Tierhaltung zu optimieren und die Einrichtungs-, Wartungs- und Herstellungskosten zu senken. Hierzu ist es notwendig,

- eine Vereinheitlichung von Datenformaten,
- eine Hierarchienordnung innerhalb der Vernetzung,
- einen freien Zugang zur Datenbank der einzelnen Prozesssteuerungen,
- eine Vermeidung von Doppelerfassungen der Einzeldaten und / oder Sätze und
- die Gleichheit zwischen Prozesssteuerung und Managementsoftware für die Innen- und Außenwirtschaft

zu erreichen.

Nur so kann die ‚Sprachlosigkeit‘ der Rechnersysteme überwunden werden.

Ist das Datenflussmodell modular aufgebaut, so ergibt sich systembedingt eine hohe Flexibilität durch die Möglichkeit eines einfachen Austausches veralteter Daten und des Zusammenwirkens verschiedener Rechnersysteme verschiedener Hersteller nicht nur für das PLF, sondern für das PA.

Zur Umsetzung dieser komplexen, anspruchsvollen Normierungsarbeit muss zunächst die physikalischen Schicht (Physical Layer) definiert werden. Hierbei geht es um ein Konzept zur physikalischen Auslegung der Vernetzung unter Berücksichtigung der landwirtschaftlichen und ernährungswirtschaftlichen Besonderheiten, ob stationär, mobil und /oder drahtlos z.B. die Temperatur, die Feuchtigkeit usw. übertragen werden sollen und welche Kosten diese Systeme verursachen. Im Einzelnen geht es hierbei um die Festlegung der Anforderungen an Stecker, Leitungen und Frequenzen. Hier will man sich dem Standard Ethernet angliedern.

Die Kommunikationsschicht wird als Konzept zur notwendigen Kommunikations- und Konfigurationssoftware ADIS /ADED und XML/ADET nutzen. Hierbei werden die Leistungsfähigkeit, die Übertragbarkeit und die Lizenzbedingungen geprüft, um zu vertretbaren Kosten die zuvor beschriebenen Zielvorstellungen realisieren zu können. Im Einzelnen geht es hierbei um die Entitäten (Zuordnungen) und die notwendigen Items (Worte) für die Zugriffsregelung und die Datenverwaltung, sowie schließlich die Datenpflege und Datenverwaltung.

Als Basis dient hierzu

- das Protokoll ADIS ISO 11787 und
- das Data Dictionary ISO 11788 mit ca. 400 Entitäten und 3.500 Items,

das über das Internet abrufbar und bearbeitbar ist. Darüber hinaus ist die Tiererkennung ISO 11784 bereits standardisiert.

Die neue ISO-Norm „Livestock-Network-Farming“ wird unter dem Working Draft WD 17532 verfügbar sein.

Begleitend zur Arbeit auf ISO-Ebene wurden von der Bauförderung Landwirtschaft (BFL) verschiedene Arbeitsgruppen zur Unterstützung des Working Draft 17532 für die Bereiche Rind, Schwein und Geflügel eingerichtet.

Aufgrund der zeitlichen Vorgaben in den Regularien zur Bearbeitung von ISO-Normen steht eine Arbeitszeit von 36 Monaten zur Verfügung. Deshalb wird diese Norm im Frühjahr 2006 zur Verfügung stehen. Diese Arbeiten sind für verschiedene Anwendungsfälle schon relativ weit fortgeschritten.

Um erste Anwendungen prüfen zu können, muss gleichzeitig zur Normung der Kommunikationsstruktur ein breites, international abgestimmtes Wörterbuch (Data Dictionary) für die verschiedenen Tierarten entwickelt werden. Ziel dieses Teils der Norm ist es, *nicht* das Data Dictionary Rind, Schwein oder Geflügel zu entwickeln. Ziel soll es vielmehr sein, nur die Grundlagen hinsichtlich der Codierung in dem binären System festzulegen. Diese Vorgehensweise hat den großen Vorteil, dass die Data Dictionaries ständig entsprechend den verschiedenen Entwicklungen der Tierhaltungsverfahren fortgeschrieben werden können, ohne die Norm ändern zu müssen.

Besonders wichtig war es festzulegen, dass in der zu schaffenden Norm die vorhandenen Prozessrechnungsebenen der Anbieter für Tierhaltungseinrichtungen nicht berührt werden. Diese wichtige Grundsatzentscheidung war notwendig, um die technischen Entwicklungen nicht zu beeinträchtigen. Deshalb wird das „Network-Livestock-Farming“ als übergeordneter BUS definiert, der alle zu vernetzenden Systeme, auch die der Außenwirtschaft und der vor- und nachgelagerten Bereiche, verbinden soll.

Nach dem vorgestellten Datenflussmodell für Management- und Informationssysteme in der Landwirtschaft werden zentrale Datenbanken als Koordinierungsstelle mit bilateralen Schnittstellen kaum noch von Bedeutung sein, da diese zentralen Datenbanken nur Arbeit schaffen und den Fortschritt verhindern. Ein herstellerübergreifendes BUS-System für Daten- und Steuerungsparameter wird deshalb vermutlich ohne ein zentrales Datenbanksystem arbeiten.

Datenflussmodelle im Precision Agriculture

Die tierische Erzeugung ist nur ein Teilbereich der gesamten landwirtschaftlichen Produktion und der Prozessketten in den vor- und nachgelagerten Bereichen. Deshalb ist es wichtig, Möglichkeiten des Datenaustausches auch mit der Pflanzenproduktion und der Managementsoftware vorzusehen, gleichgültig ob sie im Internet genutzt wird oder über den Büro-PC zur Verfügung steht. Diese Systemvernetzung macht es notwendig, auch diese Daten miteinander interaktiv korrespondieren lassen zu können. In Abbildung 6 ist ein derartiges System dargestellt.

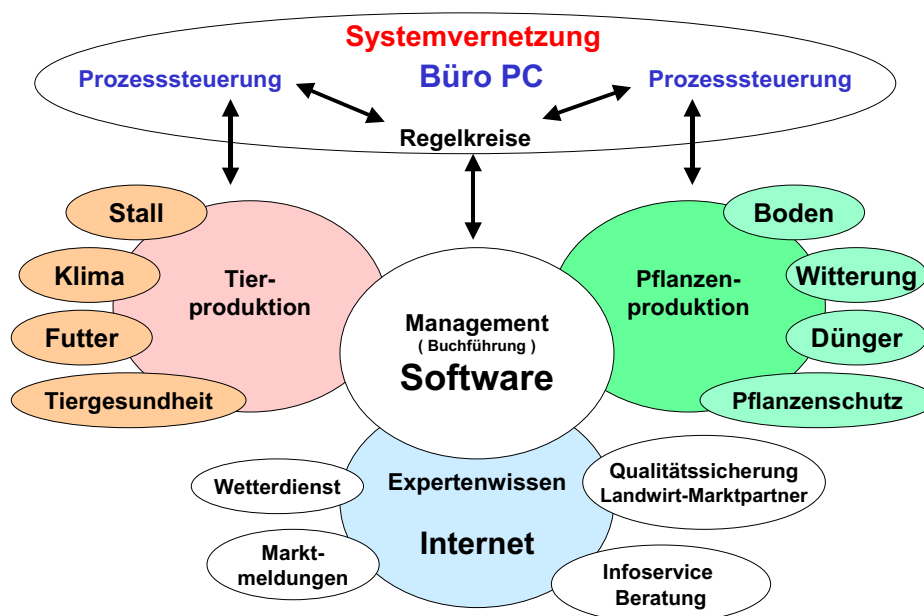


Abb. 6: Systemvernetzung im Precision Agriculture

Nach diesem Datenflussmodell werden die vor- und nachgelagerten Bereiche über das Internet mit dem landwirtschaftlichen Betrieb und den dort vorhandenen Rechnersystemen gekoppelt. Um die Möglichkeiten dieser Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Partnern auszuloten, hat die BFL einen Beirat „ISO-Agrar-Net“ gegründet, der den Auftrag hat, die verschiedenen landwirtschaftlichen Organisationen aus dem Forschungsbereich, den Verbänden, den Softwarehäusern und aus der Beratung zu bündeln.

So könnte es gelingen, eine Koordinierung herbeizuführen, die die Einzelvorhaben zum PLF und PA auf der Basis gleicher Kommunikationsstrukturen umsetzt. So könnte Deutschland für die internationale Entwicklung von ISO-Standards einen wichtigen Beitrag leisten. Die Beschäftigung mit der Anwendung der EDV auf landwirtschaftlichen Betrieben muss für die Betriebsleiter „Chefsache“ werden. Nur so lassen sich die Herausforderungen über die marktwirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen künftig meistern, aber insbesondere auch der Betriebserfolg sichern.

Erste Datenflussmodelle werden in der Landbewirtschaftung schon in Plug-Tests bei der DLG auf Praxisreife geprüft. Für die tierische Erzeugung können kurzfristig Kommunikationssysteme für verschiedene Teilbereiche im Schweine- und Rinderbereich, die von der Normierung her schon als gesichert gelten, ebenfalls auf Funktionsfähigkeit geprüft werden.

Zusammenfassung

Für die verwechslungsfreie Datenerhebung, die Datenüberwachung, die Datenpflege und den Datenaustausch zur interaktiven Vernetzung von Rechnersystemen in- und außerhalb der Landwirtschaft muss eine gemeinsame Sprache gefunden werden. Nur so lassen sich die Datenströme zur Betriebsführung und zur Rückverfolgbarkeit der Produkte problemlos miteinander verknüpfen. Deshalb kommt dem ISO-Projekt „Network-Livestock-Farming WD 17532“ sehr große Bedeutung zu.

Neben diesen Grundvoraussetzungen muss eine Hierarchienordnung innerhalb der Vernetzung geschaffen werden, um Doppelerfassungen von Einzeldaten und / oder -sätzen sicher zu vermeiden. Die schon heute verfügbaren ISO-Standards für die Tiererkennung, das Protokoll in ADIS-Format, das Data Dictionary, bieten eine gute Voraussetzung, um innerhalb des Zeitraumes bis 2005 diese wichtigen Arbeiten abzuschließen. Begleitend müssen spezifische Data Dictionaries für die Bereiche Rind, Schwein und Geflügel entwickelt werden, um über dieses international breit abgestimmte Wörterbuch die Anwendungen störungsfrei miteinander kommunizieren lassen zu können.

Nur mit Hilfe der elektronisch unterstützten Landwirtschaft können die Veränderungen im Agrarsektor für die Landwirte und die Verbraucher zufrieden stellend gemeistert werden.

Literaturliste kann beim Autor angefragt werden.

Dr. Jens-Peter Ratschow
Im Drostebusch 13 c
48155 Münster

Stresserkennung und Stressvermeidung bei Nutztieren

Identification and prevention of stress in animal husbandry

H. Sauerwein

Stress ist ein Begriff, der besonders in der Nutztierhaltung diskutiert wird. Gerade aus Sicht des Verbrauchers wird oftmals impliziert, dass mit der Haltung von Tieren zur Nutzung ihrer Leistungen Belastungen verbunden sind, die gravierende Einschränkungen des Wohlbefindens bedeuten. Dabei wird der Begriff Stress wenig präzise gebraucht und zwischen den verschiedenen Arten von Stress nur selten differenziert. Um aber Stress zu erkennen und in seiner Wirkung auf das Tier bewerten zu können, muss zunächst zwischen einzelnen, das Tier belastenden Faktoren, so genannten Stressoren und den daraufhin im Tier ablaufenden physiologischen Veränderungen unterschieden werden. Stressoren können nur teilweise objektiv erfasst werden, so ist beispielsweise Hitze oder Kälte als Stressor über die entsprechenden physikalischen Größen wie die Temperatur aber auch die Luftfeuchtigkeit oder die Luftbewegung exakt zu beschreiben. Deutlich schwieriger sind aber Stressoren zu beurteilen, die sich aus der Situation, in der sich das Tier gerade befindet, ergeben. Hier muss spezifisch die jeweilige Situation, z.B. Fixierung, Transport oder soziale Einordnung erfasst werden, um zu Wertungen kommen zu können. Von Bedeutung ist dabei auch die Dauer, über die ein Stressor einwirkt (akut, chronisch, chronisch intermittierend).

Wir gehen in der Regel davon aus, dass die im Tier ablaufende Stressreaktion negativ zu bewerten ist und vergessen dabei, dass die Stressreaktion eine lebenswichtige Anpassungsreaktion darstellt. Von tatsächlich Gesundheit und Wohlbefinden des Tieres beeinträchtigenden Stressoren ist aber nur dann auszugehen, wenn die entsprechenden Anpassungsreaktionen dauerhaft nur auf Kosten der übrigen Körperfunktionen geleistet werden können.

In Abbildung 1 sind die physiologischen Grundlagen der Stressreaktion schematisiert gezeigt.

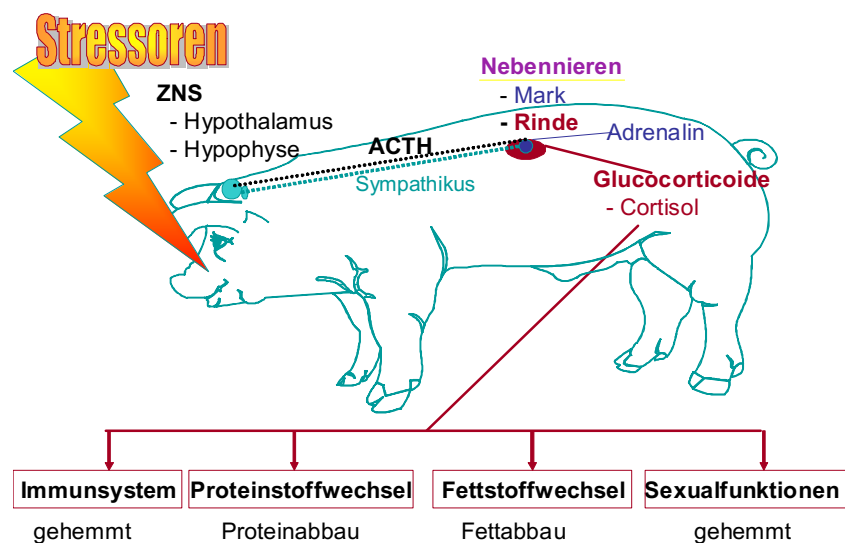


Abb. 1: Physiologische Grundlagen der Stressreaktion (schematische Darstellung)

Die Wahrnehmung einzelner Stressoren geschieht stets über das Zentralnervensystem: Informationen über die jeweiligen Umweltbedingungen erreichen beispielsweise über das Auge, das Gehör, den Geruchssinn das Gehirn, werden dort „verrechnet“ und, falls die einzelnen Informationen als belastend bewertet wurden, kommt nachfolgend sowohl auf hormonalem Wege als auch über die Bahnen des vegetativen Nervensystems die Stressreaktion in Gang. Basierend auf dieser initialen Bewertung ist auch zu erklären, weshalb beispielsweise durch Gewöhnung bzw. durch Lernen die Folgereaktionen auf gegebene Stressoren sehr unterschiedlich sein können. Ein Tier, das den Umgang mit Menschen gewohnt ist und dabei keine schlechten Erfahrungen gemacht hat, wird das Anfassen, das „handling“, sicherlich anders erleben, als ein Tier, das z.B. ganzjährig im Herdenverband auf der Weide lebt und keinen näheren Kontakt mit Menschen hatte. Entscheidend für die nachfolgenden Reaktionen sind also zunächst die Fähigkeit zur Wahrnehmung selbst sowie die individuellen Faktoren, die dem Bereich „Erfahrung“ zuzuordnen sind.

Wenn im einzelnen Tier die eingehenden Informationen tatsächlich als Stressor bewertet werden, werden im Sinne der Stressreaktion zunächst die Nebennieren aktiviert. Die Nebennieren sind unterteilt in das Nebennierenmark und die -rinde. Aus dem Mark wird unter vorwiegend sympathischer Stimulation primär Adrenalin freigesetzt, das sehr schnell und überwiegend nur kurzfristig wirkt. Die unter adrenerger Stimulation zu beobachtenden Veränderungen im Organismus stehen unter dem Primat der schnellen Bereitstellung von Energie für Flucht- oder Kampfreaktionen (sog. Fight or Flight-Syndrom). Von größerer Bedeutung in Hinblick auf die Leistungsfähigkeit und Gesundheit des Tieres sind aber die aus der Nebennierenrinde ausgeschütteten Glucocorticoide mit Cortisol als dem hauptsächlichsten Vertreter. Die Nebennierenrinde wird durch ACTH (adrenocorticotropes Hormon), das aus der Hypophyse ausgeschüttet wird, zur Sekretion der Glucocorticoide stimuliert. Cortisol ist in Situationen von chronischem Stress besonders wichtig, weil eine längerfristig erhöhte Cortisolsekretion nachgewiesenermaßen mit negativen Effekten auf die körpereigene Abwehr, auf die Wachstumsleistung und gegebenenfalls auch auf die Fortpflanzung einhergeht (s. Übersichten bei MÖRBERG, 2000; VON BORELL, 2001; PADGETT und GLASER, 2003).

Aufgrund dieser Zusammenhänge bildet die Messung von Cortisol in der Stressforschung ein wichtiges Instrument, um Belastungen als solche erkennen zu können und um verschiedene Stressoren vergleichen zu können. Um damit aber tatsächlich aussagefähige Daten zu erhalten, müssen physiologische Gegebenheiten berücksichtigt werden: die Cortisolsekretion ist nicht auf die eigentliche Stressreaktion beschränkt, sondern läuft auch im gesunden, nicht-gestressten Organismus ständig. Beim Menschen ist bekannt, dass die messbaren Cortisol-Blutspiegel einer ausgeprägten Tagesrhythmik folgen (WISSER und BREUER, 1981); dies scheint beispielsweise auch bei Rind und Schwein weitgehend analog der Fall zu sein (THUN, et al, 1981; ANDERSSON et al., 2000). In Abbildung 2 sind beispielhaft 48-Stunden-Cortisolprofile bei sechs Kühen gezeigt (LEFCOURT et al., 1993). Die in den in 15-minütigen Abständen gewonnenen Blutproben gemessenen Werte schwanken im gezeigten Beispiel um bis das zwanzigfache. Die hier untersuchten Tiere sind als nicht-gestresst einzustufen, sie waren intensives Handling gewöhnt, Beunruhigung oder Schmerzreize durch die Blutentnahme konnten über Dauerkatheter mit automatisierter Probenziehung umgangen werden. Die beobachteten Schwankungen sind damit als physiologische circadiane Rhythmik in der Sekretion zu bewerten. Angesichts solcher Profile wird deutlich, dass aus einzelnen Blutproben keine sichere Aussage über die Stresslage eines Tieres getroffen werden kann.

Die Blutprobenziehung selbst stellt in der Regel einen Stressor dar, der die Interpretation der gemessenen Cortisolwerte erschwert. Für die Untersuchung von anderen, z.B. von potentiell durch die Haltung bedingten Stressoren, muss sichergestellt sein, dass durch die Gewinnung der Proben die Messungen nicht dadurch verfälscht werden; zudem ist nochmals auf die Problematik der circadianen Rhythmik zu verweisen. In Konsequenz ist anhand von Cortisolmessungen in Blut nur dann eine Aussage über die Stresssituation von Tieren zu treffen, wenn tatsächlich über mehrere Stunden in hoher Frequenz stressfrei, d.h. in der Regel über geeignete Venenkatheter, an die die Tiere gewöhnt sind, Blutproben entnommen werden können und die gemessenen Profile adäquat (z.B. über geeignete Pulsanalyseprogramme, Übersicht bei GUO, 2004) ausgewertet werden.

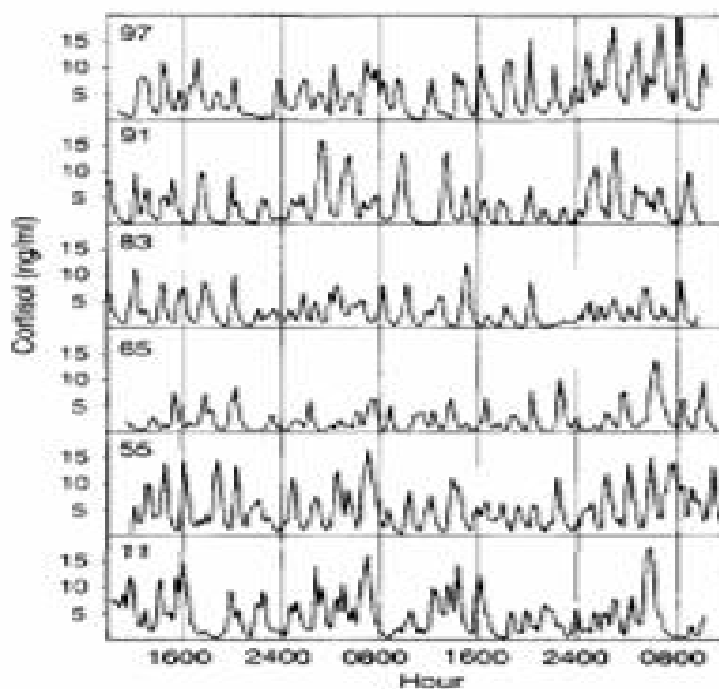
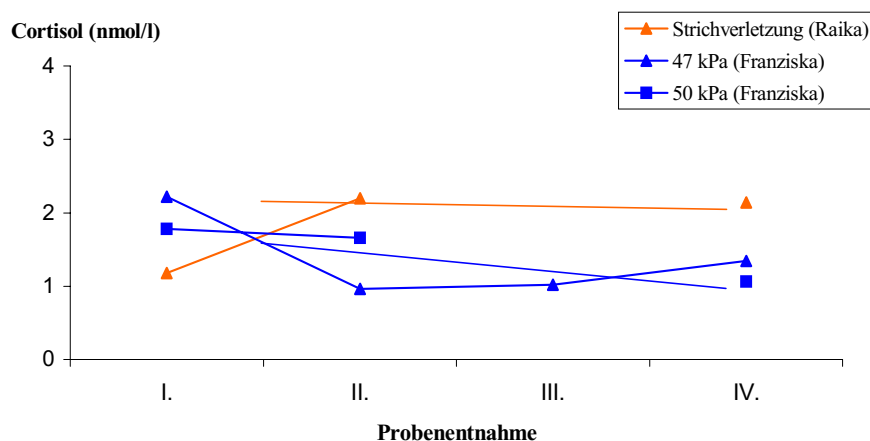


Abb. 2: Cortisolblutkonzentrationen bei sechs einzelnen Kühen über 48 Stunden (aus: LEFCOURT et al., 1993)

Mit Entwicklung von Blutentnahmesystemen, die auch ohne direkten Kontakt zwischen dem Tier und dem Experimentator arbeiten (Probenziehung aus einem Nebenraum oder so genannten „Rucksacksysteme“, z.B. DracPac, AgResearch, Hamilton, New Zealand), können heute selbst bei freilaufenden Tieren entsprechende Daten erhoben werden (u.a. LEFCOURT et al., 1993; INGRAM et al., 1999). Dennoch bleibt bei solchen Untersuchungen stets die Notwendigkeit der Blutprobenziehung und das damit verbundene Handling als kritischer Aspekt bestehen. Interessante Alternativen hierzu ergeben sich aus der Tatsache, dass Cortisol nicht nur in Blut, sondern auch in anderen Körperflüssigkeiten messbar ist. Relevant ist hier vor allem Speichel, möglicherweise auch Milch und Urin. Cortisolmessungen in Speichel haben den Vorteil, dass hier zwar auch eine Tagesrhythmik der Konzentrationen vorliegt, die Werte aber insgesamt deutlich weniger schwanken. Aus Versuchen, in denen die Cortisolsekretion experimentell stimuliert wurde (ACTH-Injektionen), ist bekannt, dass die erhöhten Werte im Speichel im Vergleich zu Blut mit einer Verzögerung von rund fünf Minuten erscheinen. Insgesamt liegen die Cortisolkonzentrationen im Speichel in einem gegenüber Blut etwa 10-fach

geringeren Konzentrationsbereich, wodurch die Anforderungen an die Sensitivität der zu verwendenden Analysemethoden entsprechend steigen (s. Übersichtsarbeit KIRSCHBAUM und HELLHAMMER, 1989).

Wir haben auf dem Lehr- und Forschungsbetrieb „Frankenforst“ in einer Pilotstudie zum Einfluss des Melkens, bzw. verschiedener Einstellungen des Melksystems bei Kühen Cortisolmessungen in Speichel durchgeführt. Herrn Prof. C. Kirschbaum, Düsseldorf, sei an dieser Stelle für die in seinem Haus durchgeführten Cortisolmessungen gedankt. In Abbildung 3 ist exemplarisch der Konzentrationsverlauf bei zwei einzelnen Tieren vor bzw. während des Melkens gezeigt: Die Kuh „Franziska“ zeigt bei Applikation eines sachgerechten Melkvakuums von 47 kPa in ihrem Cortisolspiegelverlauf einen steten Abfall der Werte. Dies entspricht der anhand anderer Parameter bereits beschriebenen „Entspannung“ und Lockerung des Sympathikus-Tonus, die mit der Milchejektion einhergeht (LEFCOURT, 1982). Bei Applikation eines erhöhten Melkvakuums (50 kPa), das bereits als gewebebelastend gilt, zeigt „Franziska“ zwar auch anfangs sinkende Speichelcortisolwerte; es folgt aber ein Anstieg, der möglicherweise die Belastung durch das erhöhte Melkvakuum widerspiegelt. Die weiter gezeigte Kuh „Reika“ wies zum Zeitpunkt der Untersuchungen eine Verletzung an einer Zitze auf. Ihre Speichelcortisolwerte liegen vor Ansetzen des Melkzeugs zwar auf gegenüber „Franziska“ noch geringerem Niveau, es folgt aber ein deutlicher Anstieg während des Melkens, der auch am Ende noch fortbesteht. Hier bewirkte offenbar der Schmerzreiz an der Zitze eine gesteigerte Cortisolausschüttung, die im Speichel ‚sichtbar‘ wurde. Zwar sind diese Daten aufgrund der geringen Tierzahlen noch als vorläufig einzustufen, dennoch zeigen sie exemplarisch die grundsätzliche Eignung solcher Untersuchungen zur Prüfung von möglicherweise belastenden Aspekten in der Haltungsumwelt.



I.: etwa 5 Minuten vor dem Anhängen des Melkzeuges
 II.: etwa 5 Minuten nach dem Anhängen des Melkzeuges
 III.: etwa 5 Minuten nach II.
 IIII.: etwa 5 Minuten nach III.

Abb. 3: Cortisol-Speichelkonzentrationen bei Milchkühen: exemplarische Daten in Zusammenhang mit dem Melken (Diplomarbeit IPBH: U. Schopfer, 2002)

Für weniger subtile Veränderungen als hier mit Melken angesprochen, ist die Aussagefähigkeit von Cortisolmessungen in Speichel bereits vielfach belegt. So werden beispielsweise beim Transport von Schweinen erwartungsgemäß erhöhte Cortisolkonzentrationen gefunden (u.a. FELL et al., 1986; DE JONG et al., 2000; GYMNICH et al., 2002).

Nachdem aber auch die Entnahme von Speichelproben nur bei Tieren, die nahen Kontakt mit dem Menschen gewohnt sind, stressfrei möglich sein dürfte, sind auch bei diesem Ansatz Limitationen gegeben. Über Messungen in Urin, dessen Gewinnung aber ggf. nicht einfach zu handhaben ist, gibt es bereits einige Arbeiten, u.a. sind Zusammenhänge der Urinwerte mit dem Haltungssystem bei Sauen belegt (POL et al., 2002); beim Pferd wurden Cortisolmessungen in Urin bislang primär zur Diagnose von Nebennierenfunktionsstörungen eingesetzt (VAN DER KOLK et al., 1994). Über Cortisol-Messungen in Milch existieren bei Milch liefernden Tieren noch wenig Daten. WENZEL et al. (2003) berichten höhere Cortisol-Milch-Konzentrationen bei Kühen, die mit einem automatischen Melksystem (AMS) gemolken werden, als bei solchen, bei denen der Milchentzug im Melkstand erfolgt. Dennoch ist nicht generell von höheren Stressbelastungen bei AMS auszugehen: analoge Studien, bei denen aber nicht in Milch gemessen wurde, sondern in Blut, oder bei denen andere Stressparameter erhoben wurden, belegen nach entsprechender Eingewöhnung, dass beide Systeme (AMS und Melkstand) als gleichwertig betrachtet werden können (HOPSTER et al., 2002; WEISS et al., 2004).

Die Aktivität der Nebennierenrinde kann auch anhand von Messungen in Kot erfasst werden, damit ist hinsichtlich stressfreier und einfacher Gewinnung sicherlich ein Optimum geboten. In Kot wird nicht Cortisol selbst, sondern seine Metaboliten, die 11,17-Dioxoandrostane, erfasst. Entsprechend geeignete Testverfahren wurden u.a. an der Veterinärmedizinischen Universität in Wien entwickelt (MÖSTL et al., 1991). Das Verfahren findet bereits in der Wildtierbiologie breite Anwendung, Untersuchungen im Nutztierbereich belegen zwar die prinzipielle Eignung akute Belastungen zu erfassen, dennoch scheint dieses Vorgehen für subtile Veränderungen weniger sensitiv zu sein (WEISS et al., 2004) und damit als weniger geeignet.

Bei adäquater Berücksichtigung der physiologischen Gegebenheiten bleiben Cortisolmessungen aber ausschließlich auf experimentelle Ansätze in grundlagenorientierten Fragestellungen begrenzt. Selbst bei nicht-invasiver Probennahme (Milch, Urin, Kot) ergibt sich ein analytischer Aufwand; für angewandte Fragestellungen sind daher einfacher zu erhebende Parameter zu bevorzugen. Hier bieten sich Verhaltensbeobachtungen und/oder einzelne physiologische Parameter (Herzfrequenz, Blutdruck) an. Die Herzfrequenzmessung, die heute anhand von aus der Sportmedizin bekannten Datenaufnehmern auch telemetrisch realisiert werden kann, ist hier besonders geeignet. Abb. 4 zeigt beispielhaft die Herzfrequenz bei zwei Kühen während des Melkens.

Der beim gesunden Tier zu beobachtende allmähliche Abfall der Herzfrequenz während des Melkens, der auch der o.g. Tonuslockerung entspricht, ist bei dem gleichen Tier, nachdem es eine Strichverletzung erlitten hat und offenbar durch das Ansetzen des Melkzeuges Schmerzreize erfährt, nicht zu sehen: hier bleiben die Werte hoch.

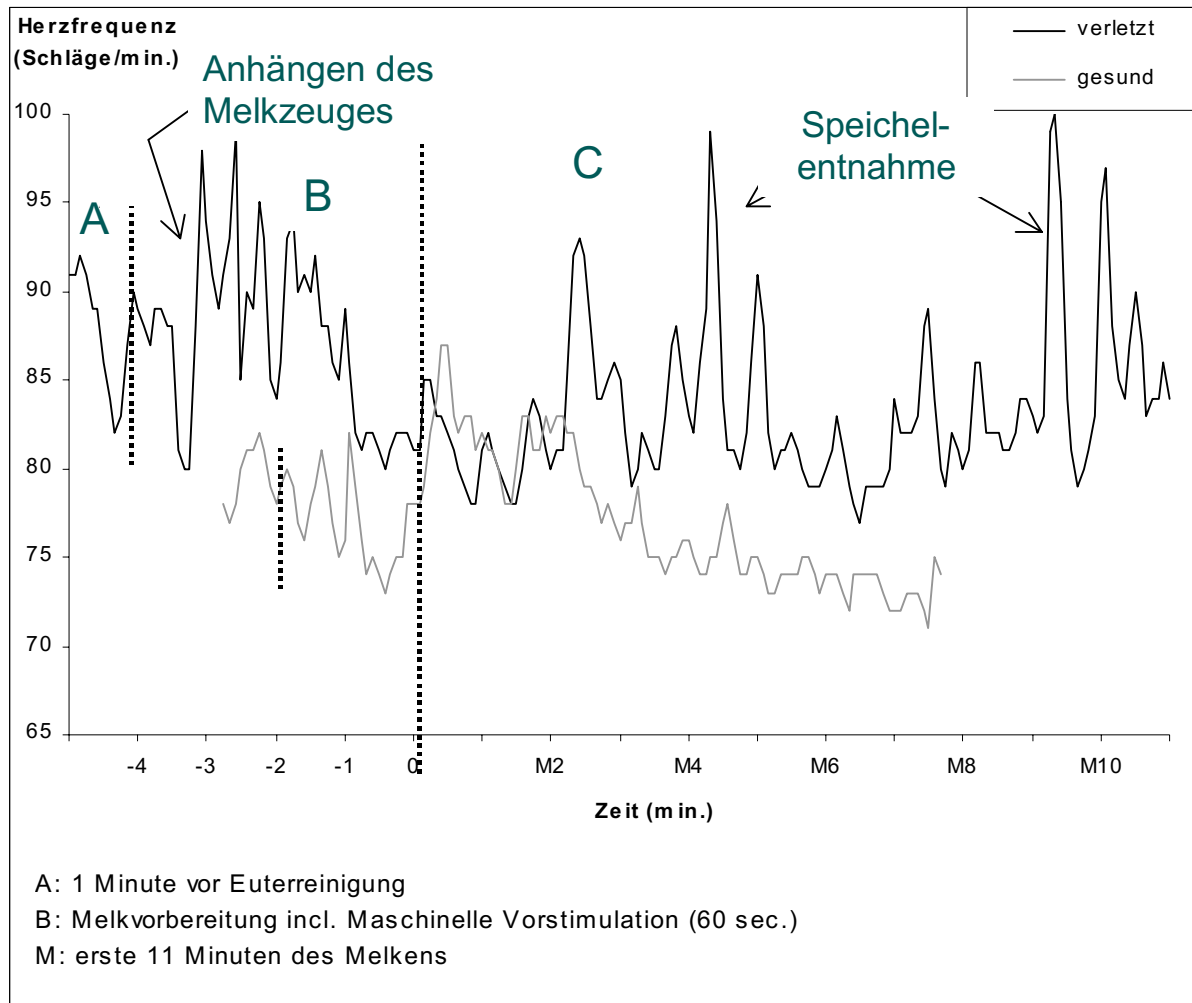


Abb. 4: Verlauf der Herzfrequenz bei einer Kuh vor und während des Melkens; Beispiel: Kuh „Reika“ gesund und nach Strichverletzung (IPBH: Diplomarbeit U. Schopfer, 2002)

Auch Verhaltensbeobachtungen, besonders von Vermeidungs- oder Abwehrverhalten bieten wertvolle Ergänzungen von Untersuchungen zur Stressbelastung und können auch zur Feststellung derartiger Belastungen in der Praxis eingesetzt werden. Um am Beispiel des Melkens zu bleiben, wären hier Abwehrbewegungen wie Treten oder Schlagen nach dem Melkzeug zu nennen. Derartiges Verhalten muss, um Aussagen treffen zu können, kontinuierlich über definierte Zeiträume quantifiziert werden, etwa die Anzahl von Trittbewegungen während der Melkung. Bei sorgfältigen Erhebungen ließen sich hier auch gute Übereinstimmungen mit anderen Stressparametern zeigen (RUSHEN et al., 1999; VAN REENEN et al., 2002; WENZEL et al., 2003). In der Schweinehaltung werden derartige quantitative Verhaltensbeobachtungen beispielsweise auch zur Diagnose von Räudebefall diskutiert: der so genannte Kratz-Index, d.h. die Anzahl von Kratzbewegungen, die innerhalb einer definierten Zeitspanne beobachtet werden, soll zur Feststellung der Befallsintensität dienen (CARGILL et al., 1996). Bei der Aufzeichnung von Verhaltensaüßerungen kann die direkte Tierbeobachtung auch zunehmend durch verschiedene Techniken realisiert werden, zu nennen sind hier vor allem Videoüberwa-

chung sowie neuerdings auch Systeme, die Lautäußerungen aufnehmen und auswerten (MANTEUFFEL und SCHÖN, *im Druck*).

Zusammenfassend können somit im Tier ablaufende Stressreaktionen durchaus erfasst und auch hinsichtlich der Höhe und Dauer der einzelnen Auslenkungen quantifiziert werden. Die Stresserkennung ist somit nicht das Problem, das in diesem Zusammenhang auftritt. Ungleich schwieriger ist aber die Frage nach der Bewertung der einzelnen Reaktionen und somit die Frage, ob bzw. inwieweit Stress vermieden werden sollte. Bereits eingangs wurde auf den biologischen Sinn der Stressreaktion als überlebensnotwendiger Anpassungsreaktion hingewiesen. Die völlige Abwesenheit von Stress, d.h. von Stressoren, die Anpassungsreaktionen erforderlich machen, ist per se nicht möglich und für keinen Organismus erstrebenswert.

Wir wissen heute, dass das Fehlen von entsprechenden Stressoren, die in diesem Zusammenhang besser als Stimuli zu bezeichnen wären, auch Stressreaktionen nach sich zieht, die als negativ zu bewerten sind. Vom Menschen ist dies in Zusammenhang mit Langeweile, monotonem Tagesablauf bzw. Unterforderung bereits länger bekannt (SUTHERLAND, 2000). Bei Nutztieren gibt es bislang keine entsprechenden Studien, jedoch weisen auch hier Verhaltensbeobachtungen deutlich darauf hin, dass eine reizarme Umwelt, z.B. in der Schweinehaltung, zu Verhaltensstörungen wie etwa Stereotypien führen kann, die als gravierende Beeinträchtigung des Wohlbefindens zu werten sind (u.a. SAMBRAUS et al., 1984; LAWRENCE und TERLOUW, 1993). In der Diskussion um Stress bei landwirtschaftlichen Nutztieren ist also zu differenzieren ob die einzelnen Stressoren als positive Stimuli zu beurteilen sind, die den Organismus günstig beeinflussen, oder ob daraus tatsächlich Belastungen entstehen, die tatsächlich auf Kosten von Leistung und Gesundheit gehen.

Diese bewertende Einteilung findet ihren Niederschlag in der Klassifizierung der möglichen Stressreaktionen in einerseits den sog. Eustress (griechisch: ευ= gut) und andererseits den sog. Distress, den „krankmachenden Stress (griechisch: δψσ = ungünstig, schlecht, störend). Im Übergang dazwischen liegen die Reaktionen, die den Körper zwar belasten, die aber zumindest kurzfristig im Sinne homöostatischer Regulation wieder ausgeglichen werden können (sog. „belastbarer Status“). In Abbildung 5 ist diese differenzierte Betrachtung bzw. Einteilung von Stress mit ihren Auswirkungen auf Wohlbefinden und Gesundheit schematisiert gezeigt. Damit muss primär der Distress in Hinblick auf die Tierhaltung als diejenige Art von Stress betrachtet werden, die zu vermeiden ist.

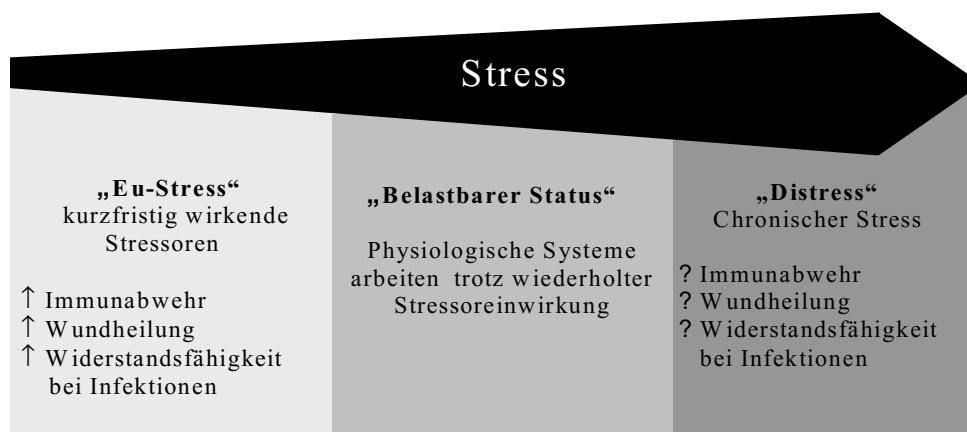


Abb. 5: Schematische Darstellung des Spektrums von Stress (nach DHABHAR und MCEWAN, 1997)

Um das Spektrum möglicher Stressarten noch weiter abzurunden sei abschließend noch angesprochen, dass der Terminus Stress zunehmend auch für andere Belastungen gebraucht wird, die nicht zwangsläufig in funktionalem Zusammenhang mit der eingangs beschriebenen, auf nervösen und hormonalen Signalen beruhenden Stressreaktion stehen. Zu nennen sind hier v.a. die drei folgenden Begriffe:

- immunologischer Stress
- oxidativer Stress
- metabolischer Stress

Immunologischer Stress: Dass Tiere, die unter unhygienischen Bedingungen gehalten werden, langsamer wachsen und weniger Futter aufnehmen als solche, die in unter guten Hygienebedingungen leben, ist vielfach dokumentiert (u.a. ROURA et al., 1992; WILLIAMS et al., 1997). Die Leistungsminderung wird auf die vermehrte Produktion von Zytokinen, das sind von immunologisch aktiven Zellen sezernierte Faktoren zur Steuerung der immunologischen Zellkooperation, z.B. Interleukine oder Tumor-Nekrose-Faktor- α , zurückgeführt (u.a. KLASING und JOHNSTONE, 1991). Die Situation einer ständigen Immunstimulation, ob sie nun auf infektiösen oder nicht-infektiösen Ursachen beruht, wird von einigen Autoren dann als „Immunologischer Stress“ bezeichnet. Dieser Begriff wird aber durchaus kontrovers diskutiert, weil viele Widersprüche bestehen und die tatsächlich zugrunde liegenden Mechanismen nicht hinreichend geklärt sind. Es fehlt bislang eine klare Einordnung bzw. Zielvorstellung zu den Auswirkungen einer Immunstimulation: einerseits werden so genannte Immunstimulatoren oder -modulatoren beworben, weil damit die Tiere gesünder würden und höhere Leistungen bringen; andererseits wird aber die Haltung unter möglichst keimfreien Bedingungen propagiert. Hier sind noch differenzierende Untersuchungen nötig, die neben der Leistung der Tiere auch die Reaktionsfähigkeit ihres Immunsystems unter verschiedenen Bedingungen berücksichtigen.

Oxidativer Stress: in jedem Organismus entstehen Oxidationsprodukte, die schädliche Wirkungen auf einzelne Strukturen, z.B. auf Zellmembranen oder die DNA, haben können. Ein gesunder Organismus befindet sich in einem Gleichgewicht zwischen pro-oxidativen Reaktionen einerseits und anti-oxidativen Prozessen andererseits. Wenn die Kapazität der körpereigenen antioxidativ wirksamen Substanzen und der aus der Nahrung stammenden Antioxidantien (z.B. Vitamin C und -E) überschritten wird, und die pro-oxidativen Belastungen nicht mehr hinreichend kompensiert werden können, spricht man von oxidativem Stress. Aus der Humanmedizin sind Zusammenhänge mit einer Vielzahl verschiedener Krankheiten dokumentiert; auch in der Nutztierhaltung ist oxidativer Stress ein Kriterium, das sowohl zur Tiergesundheit als auch zur Qualität tierischer Produkte, etwa der Fleischqualität von Geflügel (u.a. JO und AHN, 1998), in Beziehung steht. Bei Ferkeln konnten wir während des Absetzens erhöhte pro-oxidative Belastungen feststellen, die in direktem Zusammenhang mit den Blutwerten von Haptoglobin, einem Entzündungsmarker, stehen (SCHMITZ, 2004). Messungen zur antioxidativen Kapazität und/oder zu pro-oxidativen Belastungen können wertvolle Informationen zum Gesundheitszustand von Tieren liefern, sie sind aber angesichts der vielen beteiligten Komponenten, der Notwendigkeit eines entsprechenden Methodenspektrums, sowie der im Veterinärbereich noch großenteils nicht charakterisierten Zusammenhänge mit verschiedenen Erkrankungen bislang nur unter Versuchsbedingungen sinnvoll einzusetzen.

Metabolischer Stress: Dieser Begriff taucht in Zusammenhang mit der Milchviehhaltung seit etwa Mitte der Siebziger Jahre immer häufiger auf. Gemeint sind hier vor allem die Stoffwechsel-Imbalancen, die meist zu Beginn der Laktation auftreten und sich durch das in dieser Zeitphase vermehrte Auftreten von Stoffwechselerkrankungen (z.B. Ketose, Fettlebersyndrom), aber auch von anderen Gesundheitsstörungen (Nachgeburtsverhaltung, Mastitis) manifestieren können. Darüber hinaus sind diese Belastungen auch in Zusammenhang mit reduzierter Fruchtbarkeit zu sehen. Hinweise auf Zusammenhänge mit dem o.g. oxidativen Stress existieren aus Beobachtungen wonach mit Einsatz von antioxidativen Supplementen im Futter in Feldversuchen die Häufigkeiten von Nachgeburtsverhaltungen gesenkt werden konnte (MILLER et al., 1993).

Bedarfsgerechte und leistungsangepasste Fütterung sowie eine entsprechende Vorbereitungsfütterung bilden die Voraussetzungen um diese Probleme einzugrenzen. Angesichts stetig steigender Milchleistungen muss aber die Frage nach Leistungsgrenzen gestellt werden; hier besteht dringender Forschungsbedarf.

Insgesamt stellt sich somit der Begriff STRESS als sehr facettenreich dar. Die Erkennung von Stress ist je nach Anspruch und Fragestellung anhand der verschiedenen vorgestellten Parameter möglich, dies gilt auch für die letztgenannten Stressarten (immunologischer, oxidativer und metabolischer Stress). Weitaus schwieriger bleibt die Bewertung in Hinblick auf Wohlbefinden und Gesundheit der Tiere, wobei hier differenziert vorgegangen werden muss und die alleinige Minimierung von Stress jeglicher Art nicht das Ziel sein darf.

Literatur

- ANDERSSON, H., LILLPERS, K., RYDHMER, L. und FORSBERG, M. (2000): Influence of light environment and photoperiod on plasma melatonin and cortisol profiles in young domestic boars, comparing two commercial melatonin assays. *Domest Anim. Endocrinol.* **19**(4), 261-74.
- CARGILL, C., DAVIES, P., CARMICHAEL, I., HOOKE, F. und MOORE, M. (1996): Treatment of sarcoptic mite infestation and mite hypersensitivity in pigs with injectable doramectin. *Vet Rec.* **138**(19), 468-71.
- DE JONG, I.C., PRELLE, IT., VAN DE BURGWAL, J.A., LAMBOOIJ, E., KORTE, S.M, BLOKHUIS, H.J. und KOOLHAAS, JM. (2000): Effects of environmental enrichment on behavioral responses to novelty, learning, and memory, and the circadian rhythm in cortisol in growing pigs. *Physiol Behav.* **68**(4), 571-8.
- DHABHAR, F.S. und MCEWEN, B.S. (1997): Acute stress enhances while chronic stress suppresses cell-mediated immunity in vivo: a potential role for leukocyte trafficking. *Brain Behav Immun.* **11**(4), 286-306.
- FELL, L.R., WELLS, R. und SHUTT, D.A. (1986): Stress in calves castrated surgically or by the application of rubber rings. *Aust Vet J.* **63**(1), 16-8.
- GUO, W. (2004): Functional data analysis in longitudinal settings using smoothing splines. *Stat Methods Med Res.* **13**(1), 49-62.
- GYMNICH, S., PETERSEN, B., BIDLINGMAIER, M., SCHELLANDER, K. und K. WIMMERS (2002): Auswirkungen eines dreistündigen Transportes auf das Akute Phase Protein Haptoglobin. *Tierärztliche Umschau* **12**, 673- 675.

- HOPSTER, H., BRUCKMAIER, R.M., VAN DER WERF, J.T., KORTE, S.M., MACUHOVA, J., KORTE-BOUWS, G. und VAN REENEN, C.G. (2002): Stress responses during milking; comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows. *J Dairy Sci.* **85**(12), 3206-16.
- INGRAM, JR., CROCKFORD, JN. und MATTHEWS, LR. (1999): Ultradian, circadian and seasonal rhythms in cortisol secretion and adrenal responsiveness to ACTH and yarding in unrestrained red deer (*Cervus elaphus*) stags. *J Endocrinol.* **162**(2), 289-300.
- KIRSCHBAUM, C. und HELLHAMMER DH. (1989): Salivary cortisol in psychobiological research: an overview. *Neuropsychobiology* **22**(3), 150-69.
- LAWRENCE, A.B. und TERLOUW, E.M. (1993): A review of behavioral factors involved in the development and continued performance of stereotypic behaviors in pigs. *J Anim Sci.* **71**(10), 2815-25.
- LEFCOURT, A. (1982): Effect of teat stimulation on sympathetic tone in bovine mammary gland. *J Dairy Sci.* **65**(12), 2317-22.
- LEFCOURT, A.M., BITMAN, J., KAHL, S. und WOOD, D.L. (1993): Circadian and ultradian rhythms of peripheral cortisol concentrations in lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* **76**(9), 2607-12.
- MANTEUFFEL, G. und SCHÖN, P.C. (2004): Measing pig Welfare by Automatic Monitoring of Stress Calls. *Bornimer Agrartechnische Berichte* (in press).
- MOBERG, G.P. (2000): Biological response to stress: implications for animal welfare. In: *The biology of animal stress*. Pp. 1 – 22. Moberg G.P. und Mench J.A. (Hrsg.), CABI Publishing, Wallingford, UK.
- MOSTL, E., MESSMANN, S., BAGU, E., ROBIA, C. und PALME, R. (1999): Measurement of glucocorticoid metabolite concentrations in faeces of domestic livestock. *Zentralbl Veterinarmed A.* **46**(10), 621-31.
- PADGETT, D.A. und GLASER, R. (2003): How stress influences the immune response. *Trends Immunol.* **24**(8), 444-8. Review.
- PHILIPSSON, J. und LINDHÉ, B. (2003): Experiences of including reproduction and health traits in Scandinavian dairy cattle breeding programmes. *Livest Prod Sci.* **83**(2-3), 99-112.
- POL, F., COURBOULAY, V., COTTE, J.P., MARTRENCHAR, A., HAY, M. und MORMEDE, P. (2002): Urinary cortisol as an additional tool to assess the welfare of pregnant sows kept in two types of housing. *Vet Res.* **33**(1), 13-22.
- RUSHEN, J., DE PASSILLE, A.M. und MUNKSGAARD, L. (1999): Fear of people by cows and effects on milk yield, behavior, and heart rate at milking. *J Dairy Sci.* **82**(4):720-7.
- SAMBRAUS, H.H., KIRCHNER, M. und, GRAF, B. (1984): Behavioral disorders in intensively kept fattening bulls. *Dtsch Tierarztl Wochenschr.* **91**(2), 56-60.
- SUTHERLAND, V.J. (2000): Understimulation/Boredom. *Encyclopedia of Stress*, Volume **3**, 634 – 636. G. Fink (Ed.), Academic Press, San Diego, USA.

- THUN, R., EGGENBERGER, E., ZEROBIN, K., LUSCHER, T. und VETTER, W. (1981): Twenty-four-hour secretory pattern of cortisol in the bull: evidence of episodic secretion and circadian rhythm. *Endocrinology*. **109**(6), 2208-12.
- VAN DER KOLK, J.H., KALSBECK, H.C., WENSING, T. und BREUKINK, H.J. (1994): Urinary concentration of corticoids in normal horses and horses with hyperadrenocorticism. *Res Vet Sci*. **56**(1):126-8
- VAN REENEN, C.G., VAN DER WERF, J.T., BRUCKMAIER, R.M., HOPSTER, H., ENGEL, B., NOORDHUIZEN, J.P. und BLOKHUIS, H.J. (2002): Individual differences in behavioral and physiological responsiveness of primiparous dairy cows to machine milking. *J Dairy Sci*. **85**(10), 2551-61.
- VON BORELL, E.H. (2001): The biology of stress and its application to livestock housing and transportation assessment. *J. Anim. Sci.* **79** (E. Suppl.), E260-E267.
- WEISS, D., HELMREICH, S., MOSTL, E., DZIDIC, A. und BRUCKMAIER, R.M. (2004): Coping capacity of dairy cows during the change from conventional to automatic milking. *J Anim Sci*. **82**(2), 563-70.
- WENZEL, C., SCHÖNREITER-FISCHER, S. und UNSHELM, J. (2003): Studies on step-kick behavior and stress of cows during milking in an automatic milking system. *Livest Prod Sci*. **83**, 237-246.
- WISSER, H. und BREUER, H. (1981): Circadian changes of clinical chemical and endocrinological parameters. *J Clin Chem Clin Biochem*. **19**(6), 323-37.

Prof. Dr. agr. Dr. agr. habil. Helga Sauerwein
Institut für Physiologie, Biochemie und Hygiene der Tiere
Universität Bonn
Katzenburgweg 7-9, 53115 Bonn

Zur Berücksichtigung der Tiergerechtigkeit in der Schweinehaltung

Factors to be considered in the humane keeping of pigs

St. Hoy

Als tiergerecht gelten Haltungsbedingungen, die den spezifischen Anforderungen der Tiere Rechnung tragen, die die körperlichen Funktionen nicht beeinträchtigen, die Anpassungsfähigkeit der Tiere nicht überfordern und essentielle Verhaltensmuster der Tiere nicht einschränken oder verändern, dass dadurch Schmerzen, Leiden und Schäden entstehen (VON BORELL und SCHÄFFER 2002). Da Schmerzen und Leiden von Tieren mit naturwissenschaftlichen Methoden nicht unmittelbar quantifiziert werden können, müssen Indikatoren aus den Bereichen Gesundheit, Verhalten, Physiologie, Leistung und Kondition für eine indirekte Bewertung herangezogen werden. Solche Kriterien für die Beurteilung der Tiergerechtigkeit sind:

- eine niedrige, unvermeidbare Mortalität (z.B. Ferkelverluste),
- eine geringe, unvermeidbare Morbidität (z.B. Häufigkeit und Schwere von Technopathien),
- physiologische Kenngrößen im Normbereich (z.B. Herz-, Atemfrequenz),
- Verhaltensparameter (z.B. Ergebnisse von Wahlversuchen, keine Verhaltensstörungen, normatives Verhalten) und
- Leistungsdaten (z.B. Fruchtbarkeit, Zuwachs, Futteraufwand).

Die Kombination von Verhaltensmerkmalen mit Verlust-, Gesundheits- und Leistungsdaten entspricht dem von TSCHANZ (1986) entwickelten Bedarfsdeckungs- und Schadensvermeidungskonzept und stellt eine praktikable Methode zur Überprüfung der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen dar (DIMIGEN 2004). Nach diesem Konzept soll jedes Tier in der Lage sein, sich so zu verhalten, dass es Stoffe, Reize und Strukturen seiner Umgebung nutzen kann (Bedarfsdeckung) oder – falls diese schädlich sind – sich ihnen fernhalten kann (Schadensvermeidung). Die Diskussion um die Tiergerechtigkeit der Haltung wird oft sehr emotional geführt. Im Folgenden werden an Beispielen zu Schadensvermeidung und Bedarfsdeckung die Anforderungen an die Tiergerechtigkeit der Schweinehaltung auf wissenschaftlicher Grundlage erläutert.

Tiergerechte Schweinehaltung unter dem Aspekt der Schadensvermeidung

Nach § 2 Tierschutzgesetz vom 25. Mai 1998 (BGBl. 1, S. 1105) darf die Möglichkeit des Tieres zu artgemäßer Bewegung nicht so eingeschränkt werden, dass ihm Schmerzen oder vermeidbare Leiden oder Schäden zugefügt werden. Schäden am Tier (Schwein) können durch die Ausrüstung des Stalles bzw. der Bucht im Zusammenhang mit Managementfehlern (z.B. fehlerhafte Ausführung von Haltungstechnik, falsche Tierbehandlung) und durch eine ungenügende Qualität des Fußbodens entstehen.

Die Anforderungen an einen tiergerechten Stallfußboden sind wie folgt zu definieren. Der Boden muss:

- eine genügend große, wärmegeämmte und trockene Liegefläche anbieten,
- trittsicher und rutschfest sein,
- bei perforierten Flächen eine Ableitung von Kot und Urin ermöglichen,
- mechanischen und chemischen Beanspruchungen (z.B. Futtersäuren) standhalten,
- sich leicht reinigen und desinfizieren lassen,
- materialkonstant, verbissfest sowie preiswert sein und
- eine lange Nutzungsdauer haben.

Insbesondere bei Betonboden entstehen bei Saugferkeln ab dem zweiten Lebenstag Schürfwunden (sekundäre Effloreszenzen), die an Häufigkeit und Schweregrad bis zum 7. Lebenstag zunehmen, ehe sie allmählich abheilen. Prädisponierend wirken die Qualität des Fußbodens (durch ständige Reinigung und Desinfektion rau gewordener Betonboden) und die strampelnden Bewegungen der Ferkel am Gesäuge der Sau – vor allem bei Agalaktie. In eigenen Untersuchungen an 1528 Ferkeln in vier Betrieben mit unterschiedlichem Fußboden in der Abferkelbucht wurde nachgewiesen, dass der signifikant höchste Anteil an Saugferkeln mit hochgradigen Schürfwunden (36 %) bei kompaktem Betonboden mit Einstreu auftrat. Die geringste Quote (11,5 %) war in Buchten mit Kunststoffrosten festzustellen. Einstreu konnte die Entstehung der Wunden nicht verhindern, da sie entweder mit thermophysikalischer Begründung durch die Sau (Wärmeabgabe über Konduktion an den Fußboden) oder durch die Ferkel – wiederum durch das Strampeln am Gesäuge – weg geschoben wurde (Abb. 1).

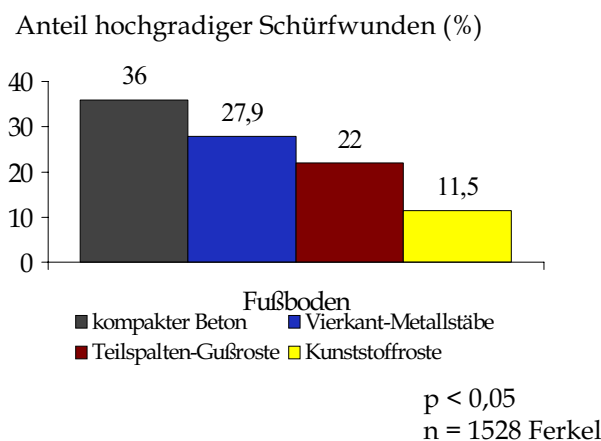


Abb. 1: Häufigkeit hochgradiger Schürfwunden bei Ferkeln auf verschiedenen Fußböden in Abferkelbuchten

Hochgradige Schürfwunden führten trotz Abheilung bis zum Ende der dritten Lebenswoche zu einer statistisch gesicherten Verminderung der Absetzmasse um 1,5 kg im Vergleich zu den nicht betroffenen Wurfgeschwistern. An 1224 Ferkeln eines Betriebes ließ sich ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen dem Schweregrad der Schürfwunden und der Häufigkeit von Behandlungen wegen Gelenkentzündung aufzeigen (HOY et al. 1999). Während Saugferkel ohne Effloreszenzen zu 7,9 % wegen einer Arthritis antibiotisch versorgt werden mussten, betrug dieser Anteil bei den Vergleichstieren mit mittel- bis hochgradigen Schürfwunden 40,2 % bzw. 42,1 %. Die Hautabschürfungen sind Eintrittspforten für Streptokokken.

Mit einer Sanierung rau gewordener Betonböden lässt sich die Häufigkeit mittel- und hochgradig ausgeprägter Schürfwunden reduzieren. Es stehen verschiedene Verfahren der Fußbodenbehandlung (z.B. Spezialmörtel, Epoxid-Beschichtung) zur Verfügung, die zu den gleichen Effekten bei der Schadensvermeidung führen, wohl aber Unterschiede in der Durchführung und in den Kosten aufweisen. In eigenen Untersuchungen an 368 Ferkeln vor bzw. nach der Fußbodensanierung konnte die Quote mittelgradig und stark ausgebildeter Schürfwunden von 21 % auf 5,7 % am 14. Lebenstag vermindert werden (HOY 2003) (Abb. 2).

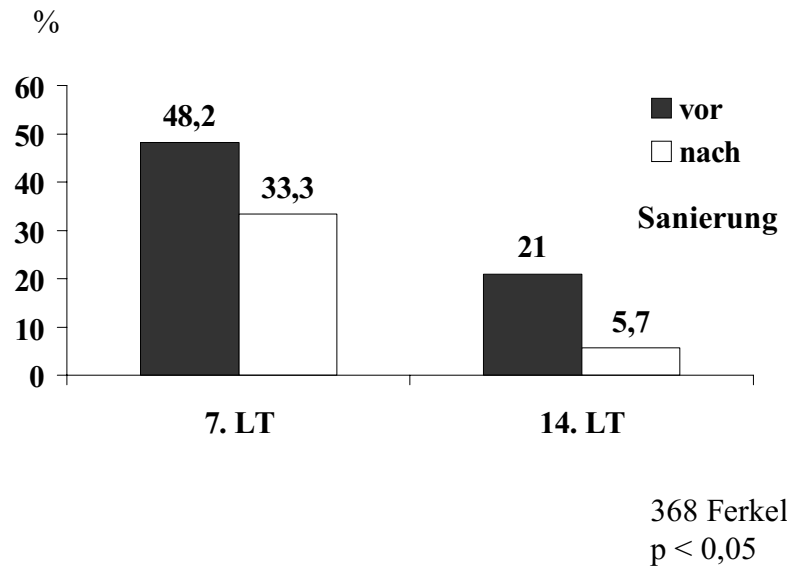


Abb. 2: Häufigkeit mittel- und hochgradiger Schürfwunden vor und nach der Fußbodensanierung

Nach der EU-Richtlinie 2001/88/EU ist die Haltung von Zuchtsauen auf perforierten Betonböden zulässig, wenn die Schlitzweite 20 mm nicht übersteigt und die Auftrittsweite der Balken mindestens 80 mm beträgt. Daneben müssen jedoch solche Faktoren, wie Gruppengröße, Fütterungssystem und eben auch Qualität des drainierten Bodens (Entgraten der Kanten vor Erstbenutzung, Qualität der Verlegung u.a.) berücksichtigt werden. Unsere Untersuchungen an 1434 Zuchtsauen ergaben, dass mit zunehmender Gruppengröße (16 vs. 32 Sauen) und einem breiteren Schlitz (17 vs. 19 mm) die Abgänge von Sauen aus der Gruppenbucht wegen Fundamentproblemen von 1,6 % auf 6,1 % statistisch gesichert zunahm (ZIRON und HOY 2003) (Abb. 3).

Schäden können auftreten bei der Haltung von Schweinen auf Tiefstreu oder Einstreu, wenn eine ungenügende Parasitenbehandlung durchgeführt wird. So führte die Aufstallung von Mastschweinen auf einem als tiergerecht betrachteten Tiefstreusystem auf der Basis von Holzhackschnitzeln zu einer massiven Verwurmung der Tiere (bis 85 % pathologisch veränderte Lebern durch Spulwurmbefall) und zum Auftreten von Lymphknotenveränderungen (bis 30 %) durch Infektion mit atypischen Mykobakterien (HOY und STEHMANN 1994). Auch bei Untersuchungen in einem eingestreuten Außenklimastall konnten ähnlich hohe Quoten parasitär bedingter Leberveränderungen (über 80 %) bei Schlachtung nachgewiesen werden, obwohl die Tiere bei Einstallung entwurmt worden waren (LEONHARD und HOY 1999).

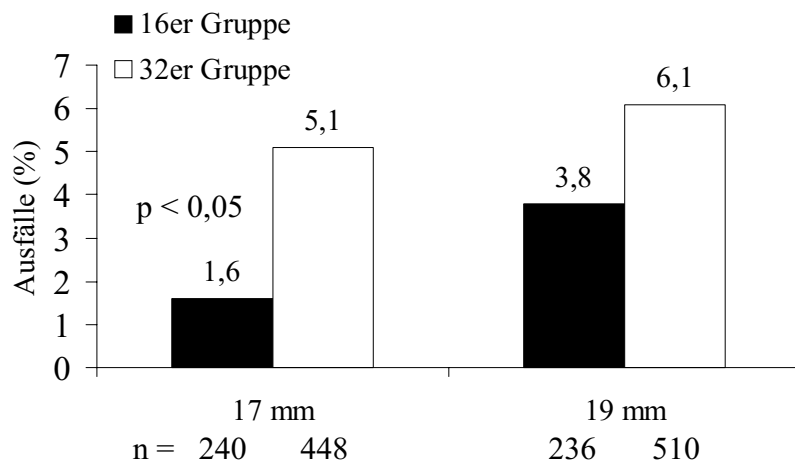


Abb. 3: Auf Grund von Fundamentproblemen aus dem Wartestall bei Gruppenhaltung ausgestallte Sauen

Die Gruppenhaltung von Sauen ist ein tiergerechtes Haltungssystem, sofern die Gruppenbildung und die Fütterungstechnik Schäden von den Tieren fernhalten helfen. Bei der Gruppenbildung treten zum Teil heftige Rangordnungskämpfe auf, die nicht zu verhindern sind, aber in ihren Auswirkungen auf die Sauen, insbesondere auf die Fruchtbarkeitsleistung (verringerte Wurfgröße, Umrauscher), entschärft werden können. So sollte das Gruppieren von Sauen bei nicht tragenden Sauen unmittelbar nach dem Absetzen stattfinden, wobei folgende Gegebenheiten zu berücksichtigen sind:

- Zwei Tage Gruppierungsphase genügen, um die Rangordnung auszubilden.
- Es sollten etwa 3 m² Fläche pro Sau angeboten werden.
- Das Gruppieren sollte – wenn möglich – in größeren Gruppen erfolgen (die Sauen haben relativ mehr Platz und können sich in der großen Gruppe besser „verstecken“).
- Die Anwesenheit eines Ebers in der Gruppe und die Anwendung eines langen Lichttages können eventuell zur Entschärfung der Rangordnungskämpfe beitragen.

Nach der Gruppenbildung werden die Sauen im Besamungszentrum in Einzelständen besamt und EU-Richtlinien-konform ab 29. Trächtigkeitstag erneut zur Gruppe zusammengestellt und bis eine Woche vor dem voraussichtlichen Abferkeltermin im Wartestall in Gruppenhaltung belassen (BAUER und HOY 2002).

Tiergerechte Schweinehaltung unter dem Aspekt der Bedarfsdeckung

Die Anforderungen an die Schweinehaltung aus der Sicht des Verhaltens bzw. der Bedarfsdeckung sind durch folgende Punkte zu charakterisieren:

- Gruppenhaltung – wo immer möglich (Kompromisse müssen unter dem Aspekt der Ferkelverluste derzeit noch in der Abferkelbuch und mit arbeitswirtschaftlicher Begründung im Besamungsstall eingegangen werden),
- Trennung von Kot- und Liegeplatz,
- Angebot von Beschäftigung,

- Durchführung von zwei Fütterungszeiten pro Tag oder von ad libitum-Fütterung (Sattfütterung möglichst aber nicht bei tragenden Sauen) und
- Gewährleistung unterschiedlicher Klimazonen in der Abferkelbucht.

Die Möglichkeit der Bedarfsdeckung lässt sich in vielen Fällen durch Wahlversuche erschließen. So suchen Saugferkel zum Liegen ein warmes, weiches und verformbares Nest auf (z.B. Warmwasserbett, Gelkissen, Gummiunterlage) und liegen bis zu 70 % in 24 Stunden darauf (HOY und ZIRON 1998)(Abb. 4).

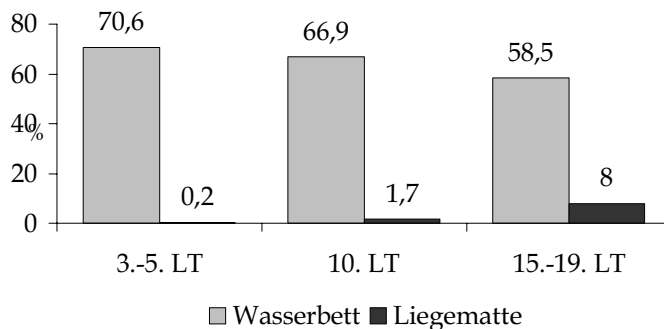


Abb. 4: Wahlmöglichkeit zwischen Wasserbett und Liegematte, bezogen auf 24 Stunden; 4 Wiederholungen (Ziron 2000). Prozentualer Anteil gleichzeitig liegender Ferkel in einer Wahlversuchsbucht.

Auch beim Vergleich von Wasserbett zur Strohmattmatratze ergab sich kein wesentlich anderes Bild. Die Ferkel wählten nicht das Stroh zum Liegen, sondern das weiche, warme und verformbare Wasserbett: zu 60 % (bezogen wiederum auf 24 Stunden) befanden sich mehr als 50 % der Ferkel des Wurfs liegend auf dem Wasserbett. Zu keinem Zeitpunkt lag mehr als die Hälfte der Ferkelwürfe auf der Strohmattmatratze. Dafür gibt es folgende Gründe:

1. Die verwendete Strohmenge von etwa 100 Gramm pro Bucht und Tag wurde schnell zusammengedrückt, so dass ein weiches Liegen kaum möglich war. Eine größere Strohmenge bedeutet jedoch erheblichen arbeitswirtschaftlichen Mehraufwand.
2. Ab der vierten Lebenswoche verteilten die Ferkel das frische Stroh sehr schnell über die gesamte Buchtenfläche – zum Spielen war das Material offensichtlich interessant, nicht jedoch zum Liegen.
3. Stroh kann durchaus stachelig und „kratzig“ sein, so dass es im unmittelbaren Wahlversuch mit dem Wasserbett offensichtlich für die Ferkel zum Liegen nicht attraktiv ist (ZIRON 2000).

Dagegen wählen Mastschweine mit thermophysikalischer Begründung bei zunehmendem Alter immer stärker einen betonierten Boden zum Liegen als einen als tierfreundlich angesehenen Kunststoffboden. In eigenen Untersuchungen lagen Mastschweine im Mittel zu 55,9 % auf Betonspaltenboden und zu 12,2 % auf Kunststoffrosten (mehr als 50 % der Tiere) (Abb. 5). Bei Stalltemperaturwerten von 20 bis 22 °C und einem hohen Zunahmestadium (>750 g Masttagszunahme) erzeugen Mastschweine kalorogene Energie, die über Konduktion an den gut Wärme ableitenden Betonfußboden abgegeben wird (HOY und SCHWARZ 2002).

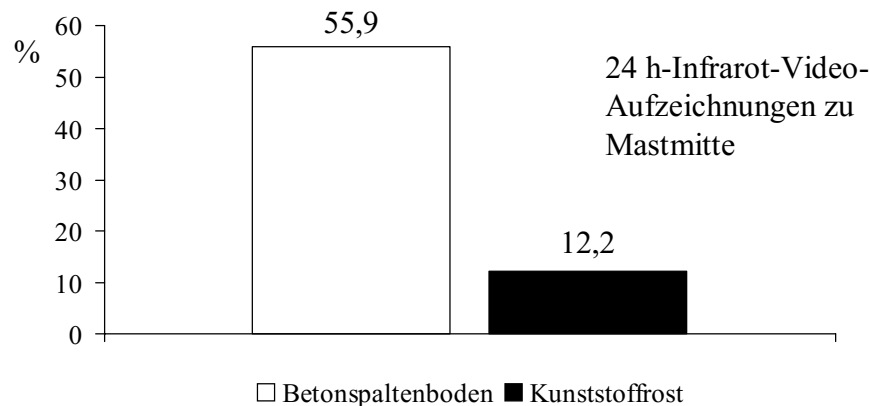


Abb. 5: Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in dem mehr als die Hälfte der Tiergruppe gleichzeitig auf perforiertem Betonboden bzw. Kunststoffrost in einer Wahlversuchsbucht lag

Das Anbieten verschiedener Materialien (Stroh, Spielzeuge) dient der Deckung des Bedarfes an Exploration. Allerdings darf von den gemäß EU-Richtlinie 2001/88/EG anzuwendenden Beschäftigungsmaterialien (Stroh, Heu, Holz, Sägemehl, Pilzkomposte) keine gesundheitsschädigende Wirkung ausgehen.

Bei Stroh (mögliche Mykotoxin-Belastung, Parasitenbefall, Schweinepest-Virus), Sägemehl (atypische Mycobakterien) und Pilzkomposten (hygienische Charakterisierung?) sind mögliche Schäden am Tier nicht auszuschließen. Das Vorhandensein von Stroh ist allein noch kein Garant für eine ausgeprägte Beschäftigung damit. So ergaben Untersuchungen an 78 Besamungsebern in drei Besamungsstationen (kontinuierliche Verhaltensaufzeichnungen über 3 x 24 Stunden) zum einen erhebliche individuelle Unterschiede im prozentualen Anteil der Beschäftigung mit Stroh in 24 Stunden: zwischen 1,5 % und 18,6 % bei den einzelnen Ebern. Zum anderen traten signifikante Unterschiede in der mittleren prozentualen Häufigkeit der Beschäftigung mit Stroh zwischen den Besamungsstationen auf: zwischen 7,7 % und 10,1 % in 24 Stunden (ROHRMANN und HOY 2004) (Abb. 6). Es konnte nachgewiesen werden, dass Zeitgeber, wie Füttern, Tränken und Einstreuen, als Faktoren wirken, die die Beschäftigung mit Stroh stimulieren und zu erheblichen Differenzen zwischen den Betrieben führen. Je häufiger die Tiere durch Fütterungs-, Tränk- und Einstreuzeiten veranlasst werden aufzustehen, um so höher ist der prozentuale Anteil der Beschäftigung mit Stroh.

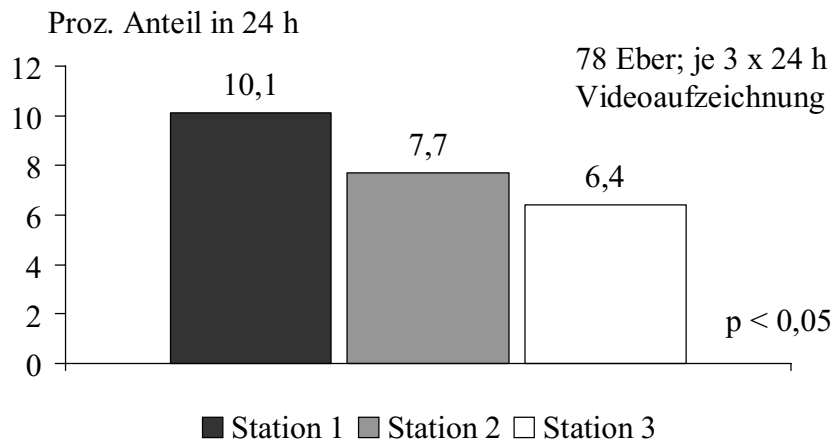


Abb. 6: Einfluss der Station auf die Beschäftigung mit Stroh bei Besamungsebern

Mit einfachen Spielgeräten (Pendelbalken, Kettenkreuz, Hebebalken) kann auch bei einstreuloser Haltung von Ferkeln, Mastschweinen und Sauen ein Beschäftigungsangebot sichergestellt werden (ELKMANN et al. 2003).

Konflikte zwischen Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung

Konflikte zwischen Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung sind dann vorprogrammiert, wenn z.B. die Tiergerechtigkeit der gemeinsamen Haltung von Sauen und Ferkeln in der Abferkelbucht beurteilt wird.

Immer wieder wird die Forderung erhoben, den Ferkelschutzstand in der Abferkelbucht zu verbieten und der Sau die freie Bewegung innerhalb der Bucht zu ermöglichen. Als Begründung wird darauf verwiesen, dass die Sau durch die fixierte Haltung daran gehindert wird, ihr arttypisches Nestbauverhalten auszuleben. Sauen sind nämlich bestrebt, vor der Geburt eine Nestmulde anzulegen, in die hinein die Ferkel geboren werden. Aus der Sicht des Tierverhaltens muss die Aufstallung der hochtragenden Sauen – insbesondere wenn sie aus der bewegungsreichen Gruppenhaltung kommen – in Ferkelschutzständen demzufolge durchaus kritisch gesehen werden. Seit vielen Jahren gibt es daher Bestrebungen, Alternativen zur fixierten Haltung zu entwickeln. In der Schweiz ging man den Weg über große Buchtenflächen (bis 7,5 m²), Einstreu und unterschiedliche Strukturen in der Bucht (z.B. getrennter Kot- und Liegebereich), wobei über verschiedene Label-Programme der erhebliche Mehraufwand honoriert wird.

Die wesentlich teureren Buchten (ein Quadratmeter Stallgrundfläche muss mit etwa 300 Euro Baukosten veranschlagt werden – die FAT-Buchten sind mindestens 3 Quadratmeter größer als moderne Abferkelbuchten) und der deutlich höhere Arbeitsaufwand pro Sau und Jahr (Einstreuver- und -entsorgung, höherer Zeitaufwand bei allen tierpflegerischen Maßnahmen an Sau und Ferkeln) machen die Systeme unter den Rahmenbedingungen der konventionellen Schweinehaltung in der EU unwirtschaftlich. Sie können nur in einem geschützten Markt (wie in der Schweiz) oder dann existieren, wenn der Verbraucher bereit ist, den Mehraufwand zu bezahlen (z.B. Bio-Produktion). Daher gab es in Deutschland Entwicklungen, den Sauen zumindest eine Minimalbewegung auf relativ kleiner Grundfläche zu ermöglichen (Vario-Fit, Ulrich 2000). An verschiedenen „neutralen“ Forschungseinrichtungen, wie Haus Düsse oder der Landesanstalt für Schweinezucht Forchheim, wurden an z.T. großen Tierzahlen und über

mehrere Jahre hinweg Untersuchungen zu diesen Abferkelbuchten durchgeführt. Die Ergebnisse sind ernüchternd – zeigen sie doch, dass bei allen geprüften Bewegungsbuchten die Ferkelverluste mindestens 3 Prozent höher als bei Aufstallung der Sau im Ferkelschutzstand waren (Tabellen 1 und 2). Auf Haus Düsse wurden 857 Würfe ausgewertet.

Tab. 1: Abferkelbuchten im Vergleich (Haus Düsse 1993-1997; HOPPENBROCK 2000, pers. Mitteilung)

	Ferkelschutzstand	Vario-Fit	Ulrich 2000
Zahl der Würfe	563	149	145
leb. geb. Ferkel/Wurf	11,5	11,5	11,6
Verluste (%)	14,4	17,6	17,7
Erdrückungsverluste (%)	4,8	9,2	6,5
Verluste durch Trittverletzungen (%)	0,03	1,8	0,7

Tab. 2: Abferkelbuchten im Vergleich (LSZ Forchheim)

	Ferkelschutzstand	Vario-Fit
Zahl der Würfe	24	24
insgesamt geborene Ferkel	256	247
leb. geb. Ferkel/Wurf	10,4	10,1
Verluste (%)	11,6	20,7
Erdrückungsverluste (%)	0,8	9,1
Verendungen (%)	10,8	11,6

Die Ferkelverluste lagen in den Vario-Fit-Buchten um 3,2 % und in den Buchten Ulrich 2000 um 3,3 % höher als im Ferkelschutzstand – bei einer gleichen Zahl lebend geborener Ferkel je Wurf. Die Erdrückungsverluste waren vor allem in der Vario-Fit-Bucht nahezu doppelt so hoch wie bei fixierter Haltung der Sau. Die Untersuchungen in der LSZ Forchheim waren nicht so umfangreich, bezogen jedoch auch über 500 Ferkel ein. Dort lagen die Ferkelverluste bei indiskutablen 20,7 % für die Vario-Fit-Buchten, während im Ferkelschutzstand 11,6 % Verluste erzielt wurden.

Bei etwa 55 Mio. lebend geborener Ferkel in Deutschland pro Jahr würde ein Anstieg der Ferkelverluste um 3 Prozent die Zahl von 1,65 Mio. mehr erdrückter und verendeter Ferkel jährlich bedeuten. Wenn also die Forderung käme, die Sauen in Bewegungsbuchten zu halten, würde der Tod von Millionen Ferkeln billigend in Kauf genommen, nur damit die Sauen sich umdrehen können. Dies wäre ein eklatanter Verstoß gegen das Tierschutzgesetz!

Um nicht falsch verstanden zu werden: selbstverständlich muss weiter geforscht werden, um Lösungen zu finden, die eine artgemäße und tiergerechte Haltung von Sauen und Ferkeln gewährleisten und zugleich praxistauglich sind. Solange eine derartige Aufstallungsform noch nicht gefunden ist, muss der Kompromiss „Ferkelschutzstand“ in der Abferkelbucht bestehen bleiben.

Schlussfolgerungen

- Tiergerecht sind Haltungsbedingungen dann, wenn sie die spezifischen Anforderungen der Tiere berücksichtigen (im Sinne von Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung).
- Da Schmerzen und Leiden von Tieren mit naturwissenschaftlichen Methoden nicht unmittelbar quantifiziert werden können, müssen Indikatoren aus den Bereichen Gesundheit, Verhalten, Physiologie für eine indirekte Bewertung herangezogen werden.
- Die Kombination von Verhaltensmerkmalen mit Verlust-, Gesundheits- und Leistungsdaten entspricht dem Konzept der Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung und stellt eine praktikable Methode zur Überprüfung der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen dar.
- Solange Haltungsformen vorhanden sind, die nicht alle Aspekte der Tiergerechtigkeit berücksichtigen und zugleich wirtschaftlich vertretbar sind, müssen Kompromisse eingegangen werden.

Zusammenfassung

Kriterien für die Beurteilung der Tiergerechtigkeit in der Schweinehaltung sind:

- eine niedrige, unvermeidbare Mortalität (z.B. Ferkelverluste),
- eine geringe, unvermeidbare Morbidität (z.B. Häufigkeit und Schwere von Technopathien),
- physiologische Kenngrößen (z.B. Herz- und Atemfrequenz)
- Verhaltensparameter (z.B. Ergebnisse von Wahlversuchen, keine Verhaltensstörungen) und
- Leistungsparameter (z.B. Fruchtbarkeit, Zuwachs, Futteraufwand).

Im Beitrag werden Beispiele gegeben, wie unterschiedliche Haltungsfaktoren (z.B. Fußbodenqualität, Gruppenbildung bei Sauen, Qualität des Liegebereiches, Beschäftigungsmaterial) beachtet werden müssen, um Schäden zu vermeiden und den Bedarf der Tiere zu decken.

Abstract

Criteria for the assessment of humane keeping of pigs are

- a low, unavoidable mortality (e.g. piglet losses),
- a low, unavoidable morbidity (e.g. frequency and severity of technopathies),
- physiological parameters (e.g. heart and respiration rate),
- behavioural patterns (e.g. results of choice tests, no behavioural disturbances) and
- performance (e.g. fertility, daily gain, feed efficiency).

Examples are given how different factors of housing (e.g. floor quality, mixing of sows, quality of laying area, materials for occupation) have to be considered to prevent lesions and to meet the needs of pigs.

Literatur

- BAUER, J. und HOY, ST. (2002): Zur Häufigkeit von Rangordnungskämpfen beim ersten und wiederholten Zusammentreffen von Sauen zur Gruppenbildung. Proc. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 418, 181-187.
- VON BORELL, E. und SCHÄFFER, D. (2002): Tiergerechtheit von Haltungsverfahren für Schweine. <http://www.mszt.de/schw-tag/2002/Borell2002.pdf>.
- DIMIGEN, J.: Zur Eignung von Leistungsdaten, Krankheiten und Körperschäden für die Beurteilung der Tiergerechtheit einer Haltungsform. Tierschutz in der Versuchstierhaltung. <http://www.gv-solas.de/auss/hal-p1.html>.
- ELKMANN, A., ZIRON, M. und HOY, ST. (2003): Womit spielen Schweine am liebsten? top-agrar 2, S12-S15.
- HOY, ST. (2002): Untersuchungen zum Einfluss verschiedener Haltungsfaktoren auf die Häufigkeit von Puerperalerkrankungen bei Sauen. Der praktische Tierarzt **83** (11), 990-996.
- HOY, ST. (2003): Schürfwunden: Kleine Ursache, große Wirkung. dlz agrarmagazin **54** (5), 120-124.
- HOY, ST. und SCHWARZ, P. (2002): Bemessung der Stallgrundfläche. In: Praxisgerechte Mast Schweinehaltung. BFL-Spezial, Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup, 51-55.
- HOY, ST. und STEHMANN, R. (1994): Hygienische Aspekte der Tiefstreuhaltung von Mast Schweinen mit mikrobiell-enzymatischer Einstreubehandlung. Der praktische Tierarzt **75** (6), 495-504.
- HOY, ST. und ZIRON, M. (1998): Water bed qualities appeal to newborns. PIG PROGRESS **14** (9), 35-37.
- HOY, ST., ZIRON, M. und IBEN, B. (1999): Entstehung und Auswirkungen von sekundären Effloreszenzen bei Ferkeln sowie Möglichkeiten ihrer Verhinderung. Der praktische Tierarzt **80** (8), 698-708.
- LEONHARD, P. und HOY, ST. (1999): Ein Mastplatz für weniger als 400 DM. dlz agrarmagazin **50** (5), 108-112.
- ROHRMANN, ST. und HOY, ST. (2004): Ethologische Untersuchungen zur Beschäftigung von Ebern in Besamungsstationen mit Stroh. Arch. Tierz. **47** (im Druck).
- TSCHANZ, B. (1986): Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung – ein ethologisches Konzept. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung KTBL-Schrift 319, 9-17.
- ZIRON, M. (2000): Haltungsbiologische Untersuchungen zu einer tiergemäßen Gestaltung des Liegebereiches für Saugferkel unter Berücksichtigung von Verhalten, Lebendmasseentwicklung, Morbidität, Mortalität, Mikroklima und Energieverbrauch. Diss. Uni Gießen 2000.
- ZIRON, M. und HOY, ST. (2003): Einfluss der ad libitum bzw. rationierten Fütterung von Sauen über mehrere Trächtigkeiten hinweg auf die Leistungen. 1. Mitteilung: Körpermasseentwicklung, Dynamik der Rückenspeckdicke und Abgänge. Züchtungskunde **75** (1), 31-41.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Steffen Hoy

Justus-Liebig-Universität Gießen

Institut für Tierzucht und Haustiergenetik

Bismarckstraße 16, 35390 Gießen

Tel.: 0641/99 37622

Fax: 0641/99 37639

Email: Steffen.Hoy@agrار.uni-giessen.de

Wertschöpfungskette Fleisch – Internationale Entwicklungen und Herausforderungen für den Standort Deutschland¹

The meat value chain – international developments and challenges for Germany

M. Hartmann und S. Schornberg

1 Einleitung

Für die deutschen Nutztierhalter sowie für die an der Verarbeitung und Vermarktung von Fleisch und Fleischerzeugnissen beteiligten Unternehmen gibt es bezüglich ihrer Wettbewerbsfähigkeit vermehrt Anlässe zur Diskussion. Hintergrund sind die wachsenden und zum Teil entgegen gesetzten ökonomischen, ökologischen und ethischen Anforderungen, denen sich die Unternehmer ausgesetzt sehen. Veränderte gesellschaftliche Normen beziehen sich nicht nur auf die Sicherheit und Qualität der Produkte, sondern betreffen zunehmend auch die Produktionsprozesse. Die veränderten Ansprüche seitens der Konsumenten haben bereits Anpassungen der politischen sowie eine Verschärfung der rechtlichen Rahmenbedingungen für diesen Wirtschaftszweig induziert, in der Regel mit der Konsequenz eines erheblichen Anpassungsbedarfs sowie steigender Produktionskosten für die Unternehmen. Diese Entwicklungen verlaufen parallel zu einer weiteren Liberalisierung der Märkte mit der Folge, dass gleichzeitig der Preis- und Konkurrenzdruck für die deutschen Produzenten ansteigt.

Vor dem Hintergrund dieses Spannungsfeldes stellt sich die Frage nach der Zukunft des Standorts Deutschlands in Hinblick auf die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft.² Ziel des Beitrags ist es, Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die es der deutschen Land- und Ernährungswirtschaft ermöglichen, sich in dem entwickelnden gesellschaftlichen, ökonomischen und politischen Umfeld zu behaupten.

Der vorliegende Beitrag ist wie folgt gegliedert: Abschnitt 2 ist der Darstellung der Situation und der wesentlichen Entwicklungshemmnisse der Wertschöpfungsketten Schweine-, Rind- und Geflügelfleisch in Deutschland gewidmet. Im dritten Abschnitt werden internationale Trends in der Fleischwirtschaft vorgestellt. Inhalt des abschließenden Teils ist die Analyse aktueller Herausforderungen für den Fleischsektor, wobei Schlussfolgerungen für die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Produktion von Fleisch und Fleischerzeugnissen abgeleitet werden.

¹ In Teilen ist der vorliegende Beitrag dem Artikel „Tierproduktion im ökonomischen, ökologischen und ethischen Spannungsfeld“ von M. Hartmann und M. Müller (HARTMANN und MÜLLER 2003) angelehnt.

² Im Rahmen dieses Beitrags finden nur die drei in Deutschland wichtigsten Nutztierarten – Schweine, Geflügel und Rinder – Berücksichtigung.

2 Wertschöpfungskette Fleisch in Deutschland

Die Wertschöpfungsketten der Fleischwirtschaft weisen in Abhängigkeit von der Nutztierart spezifische Charakteristika und Probleme auf. Die Kettenglieder Landwirtschaft, Schlachtung und Zerlegung sowie Fleischverarbeitung sind immer enger miteinander verbunden. Deshalb beeinflusst das Wettbewerbspotenzial der einzelnen Stufen in zunehmendem Maße die Leistungsfähigkeit der gesamten Wertschöpfungskette.

2.1 Wertschöpfungskette Schweinefleisch

Die Schweinehaltung in Deutschland ist geprägt von gravierenden Strukturdefiziten. Zwar weist die Entwicklung der Bestandsgrößenklassen in den letzten Dekaden eine deutliche Verlagerung hin zu größeren Beständen auf (vgl. BMVELa 2002). Damit erreicht sie jedoch nicht annähernd die Größenordnung wichtiger Konkurrenten auf dem Weltmarkt. So wurden im Jahr 2001 in Deutschland lediglich 40 % der Schweine in Beständen von über 1000 Tieren gehalten, während dieser Anteil in Dänemark und den Niederlanden bereits bei 75-80 % liegt. In den USA sind ca. 87 % aller Schweine in Beständen mit mehr als 1000 Tieren zu finden (vgl. Abbildung 1).

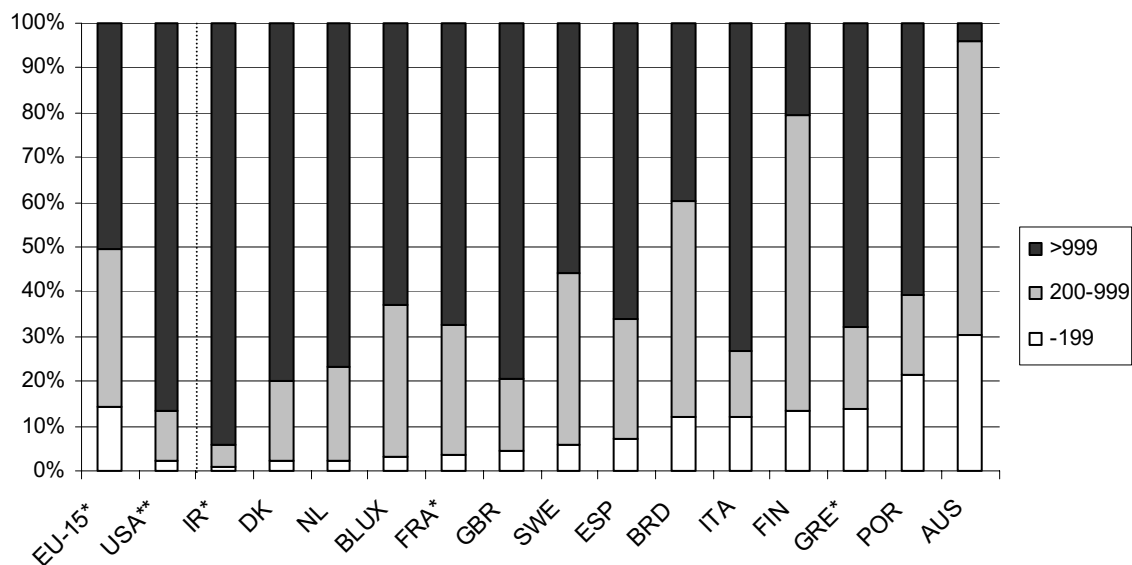


Abbildung 1: Die Struktur der Schweinehaltung im internationalen Vergleich 2001 - Aufteilung in Bestandsgrößenklassen

*Zahlen von 1999, **Zahlen von 2002

Anm.: Die Bestandsgrößen wurden zum Teil zusammengefasst und aufgrund der Vergleichbarkeit von EU- und US-Tierbeständen so gewählt

Quelle: Quelle: ZMP-Bilanz Vieh und Fleisch 2003; US Census of Agriculture 2002, Im Internet unter <http://www.nass.usda.gov/census/>, zuletzt am 23.06.2004

Vergleichsweise günstigere Produktionsstrukturen sind in Deutschland in den Zentren der Schweinehaltung, insbesondere in der Weser-Ems-Region und in einigen westfälischen Landkreisen anzutreffen. In diesen Agglomerationsräumen finden sich neben bedeutenden Beständen auf der Primärstufe auch große Schlacht- und Verarbeitungsbetriebe, wobei die Unternehmen auf diesen beiden Stufen der Wertschöpfungskette in der Regel eng miteinander kooperieren. Schwierigkeiten entstehen in diesen regionalen Zentren auf Ebene der Landwirt-

schaft jedoch zunehmend bei der Verwertung der anfallenden tierischen Exkremente. Hinzu kommen Raumnutzungskonflikte und zum Teil große Akzeptanzprobleme bei der Bevölkerung vor Ort, was der Erweiterung und Neueinrichtung von Betriebsanlagen in diesen Regionen deutliche Grenzen setzt. Entsprechend ist in den letzten Jahren die Auslagerung von Produktionszweigen zu erkennen. So findet beispielsweise ein großer Teil der Ferkelproduktion im Süden Deutschlands statt (AMELUNG et al. 2002, S. 57).

Daraus resultiert jedoch das Problem eines unausgewogenen Verhältnisses zwischen Sauen- und Mastschweinehaltung. Das Ferkeldefizit in einigen Hochburgen der Schweinemast macht lange Transportzeiten und -wege für Ferkel notwendig und stellt darüber hinaus ein hohes Seuchenrisiko dar (WINDHORST 2002, S. 86f.). Zudem stellt HAXSEN (2003, S.13) fest, dass „... der Umfang der Lieferungen aus Überschussregionen in Defizitregionen innerhalb Deutschlands ...“ abgenommen hat „... zugunsten steigender Importe aus den Niederlanden und Dänemark.“ (HAXSEN 2003, S. 13). Damit kann die fehlende Abstimmung von Ferkelerzeugung und Mast zur Abwanderung von Wertschöpfung ins Ausland führen.

Die vorherrschenden geringen Bestandsgrößen in großen Teilen Deutschlands führen zu deutlich höheren Produktions- bzw. Stückkosten.³ Diese werden zusätzlich noch durch das Einschalten von Viehhändlern verstärkt (Windhorst, 2002, S. 86f.).

Auch der deutsche Schlachthofsektor für Schweine ist durch eine im internationalen Vergleich kleinbetriebliche Struktur gekennzeichnet⁴, obwohl bereits in den vergangenen Jahren eine erhebliche Reduzierung in der Anzahl der Schweineschlachtunternehmen zu beobachten war (vgl. Abbildung 2). So verringerte sich die Anzahl der meldepflichtigen Schweineschlachtunternehmen von 1993 bis 2002 um 40 % auf 205.⁵

³ Bondt et al. (2000, S. 12) ermitteln für Deutschland, Frankreich, Dänemark, die Niederlande und Spanien die Produktionskosten für Schweinefleisch in geschlossenen Schweinebetrieben für die Jahre 1998 und 2003 (Prognose). Sie kommen zu dem Ergebnis, dass in Deutschland sowohl die mittel- als auch die langfristigen Produktionskosten mit Abstand am höchsten sind. So liegen die langfristigen Produktionskosten 1998 (2003) zwischen 19% (15%) und 31% (31%) über den entsprechenden Kosten der europäischen Wettbewerber.

⁴ An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass die Darstellung der Strukturentwicklung im Schlachthofsektor und der Fleischverarbeitung gewisse Probleme aufwirft. So gibt es unterschiedliche Erhebungen mit voneinander abweichenden Abgrenzungskriterien. Darüber hinaus wurden teilweise die Abgrenzungskriterien verändert. Die folgende Analyse basiert auf die im Rahmen der 4.ViehFIGDV erfassten meldepflichtigen Schlachtunternehmen. Diese repräsentierten Ende der 90er Jahre jeweils etwa 70% der gesamten Rinder- bzw. Schweineschlachtungen (vgl. auch BONGAERTS 2000, S. 5ff. und S. 16).

⁵ Dies gilt ohne Veränderung der Meldegrenzen im betrachteten Zeitraum.

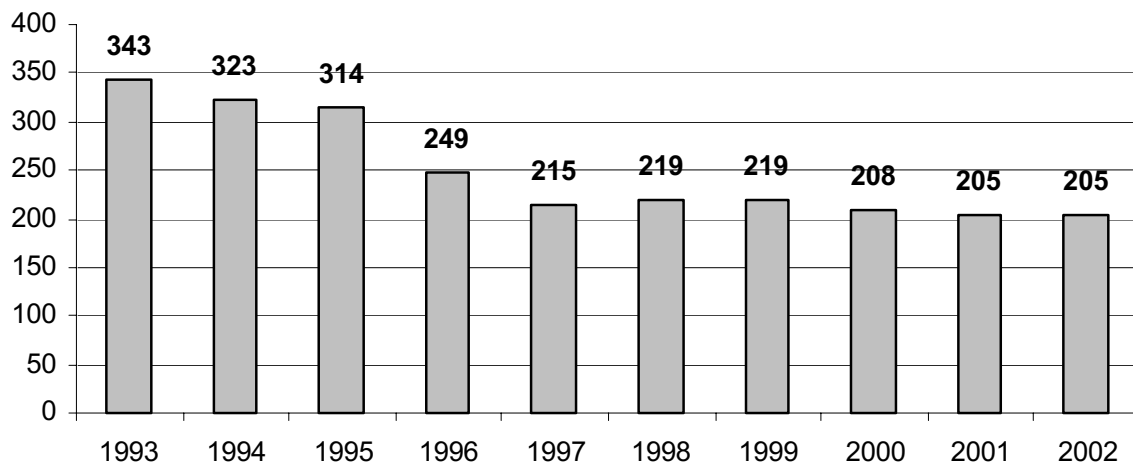


Abbildung 2: Entwicklung der Anzahl meldepflichtiger Schweineschlachtunternehmen nach der 4. ViehFIGDV*

*Erfasst werden nur Schweineschlachthöfe mit mindestens 75 wöchentlichen Schlachtungen.

Quelle: Eigene Abbildung in Anlehnung an Weindlmaier, H. (2002): Perspektiven der Verarbeitung von Lebensmitteln tierischer Herkunft. In: Schriftenreihe der H. Wilhelm Schaumann Stiftung: Perspektiven für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft in Europa, S. 156.

Trotz dieser Schrumpfung ist die durchschnittliche Schlachtkapazität im internationalen Vergleich als gering zu betrachten. Während in Dänemark im Jahr 2002 eine Million Schweine pro Schlachthof geschlachtet wurden und in den USA die entsprechende Zahl sogar vier Millionen betrug, kamen die deutschen Schlachthöfe lediglich auf eine Anzahl von knapp 140 Tausend. Wären die Schlachtkosten je Schwein betriebsgrößenunabhängig, ergäbe sich hieraus kein Problem. Tatsächlich verzeichnen aber Schlachthöfe beachtliche Skaleneffekte, d.h. mit steigender Produktionskapazität sinken die durchschnittlichen totalen Kosten erheblich. Nach Bongaerts (2000, S. 25) verringern sich die Schlachtkosten pro Schwein um fast 57 % von 21,5 Euro in Betrieben mit einer Schlachtkapazität von 35 Tausend Schweine/Jahr auf 9,3 Euro in Betrieben mit einer Schlachtkapazität von 700 Tausend Schweinen/Jahr.

In Deutschland weisen die meisten Schweineschlachtstätten Größen auf, die die Ausnutzung der oben beschriebenen positiven Skaleneffekte nicht gestatten. Die Situation wird durch die geringe Kapazitätsauslastung der Produktionseinheiten noch verschärft, die im Durchschnitt aller gemeldeten Schweineschlachtunternehmen nur etwa 60 % beträgt und insbesondere in den kleineren Unternehmen noch weit niedriger liegt (BONGAERTS 2001, S. 18ff.). Der sich hieraus ergebende Kostennachteil scheint noch weit bedeutender als der auf die Betriebsgröße zurückzuführende.

Ebenso wie die Primärproduktion und der Schlachthofsektor ist auch die deutsche Fleischwarenindustrie durch eine primär klein- und mittelständige Struktur gekennzeichnet. Gemäß den Angaben des Statistischen Bundesamtes waren im Jahr 2000 969 Unternehmen mit insgesamt

1084 Betrieben in diesem Bereich tätig.⁶ Auf die 3 (10) größten Unternehmen der Branche entfielen im Jahr 1999 lediglich ein Marktanteil von 7 % (19 %) (BMVELa 2002, S. 265, 284, 290). 1999 hatten nur 43 Unternehmen einen Jahresumsatz von mehr als 50 Millionen Euro.

Die in großen Teilen Deutschlands vorliegenden Strukturen in der Wertschöpfungskette Schweinefleisch erschweren die Einführung geschlossener Produktionssysteme mit Herkunfts- und Qualitätssicherung von der Tierzucht bis zur Ladentheke. Mit der Einführung des QS-Siegels wurde ein erster Schritt in Richtung eines stufenübergreifenden Qualitätsmanagementsystems gegangen.

2.2 Wertschöpfungskette Rindfleisch

Die Rinderhaltung in Deutschland ist ebenfalls durch Strukturdefizite gekennzeichnet. Bei deutlich wachsenden Bestandsgrößen bewegt sich Deutschland mit 67 Tieren pro Halter im Jahr 2001 im EU-Vergleich im mittleren Bereich, wobei der Abstand zur Spitzengruppe – Niederlande und dem Vereinigten Königreich mit etwa 90 Tieren pro Halter – nicht ganz so deutlich ausfällt wie in der Schweineproduktion (vgl. Abbildung 3).

Weit bedeutender als in der Schweine- und Geflügelfleischproduktion erfolgt in der EU eine erhebliche wirtschaftspolitische Einflussnahme auf dem Rindfleischmarkt mit den sich daraus ergebenden Abhängigkeiten und Risiken für die landwirtschaftlichen Produzenten (vgl. u.a. KOESTER UND BRÜMMER 2002, S. 55ff.).

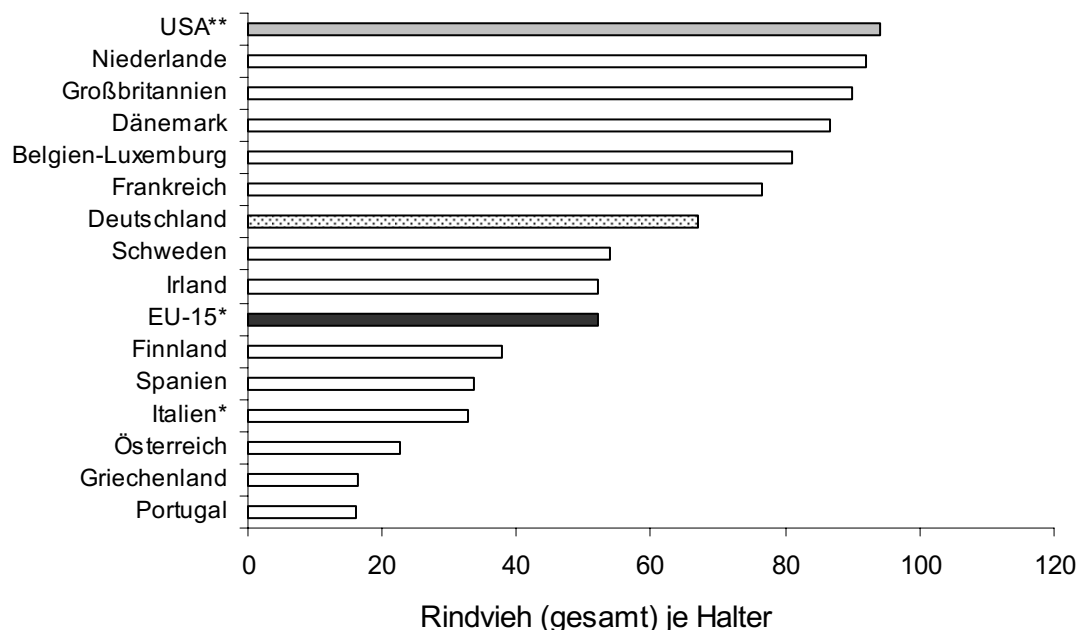


Abbildung 3: Rindvieh (gesamt) je Halter im internationalen Vergleich 2001

*Zahlen von 1999; **Zahlen für die USA von 2002

Quelle: ZMP-Bilanz Vieh und Fleisch 2003; ZMP-Bilanz Eier und Geflügel 2003, US Census of Agriculture 2002, Im Internet unter <http://www.nass.usda.gov/census/>, zuletzt am 23.06.2004

⁶ Seit 1997 lässt sich keine klare Aussage in Hinblick auf die Richtung der Änderung der Unternehmens- und Betriebszahlen machen. Längerfristige Tendenzen lassen sich auf Grund der Erweiterungen des Berichtskreises nicht machen.

Die im Primärsektor zu beobachtenden Strukturprobleme setzen sich auch bei Rindfleisch im Schlachthofsektor fort. Immer noch herrschen auf dieser Stufe der Wertschöpfungskette geringe Betriebsgrößen und erhebliche Überkapazitäten vor, obwohl auch die Anzahl der meldepflichtigen Rinderschlachtunternehmen in den letzten Jahren erheblich zurückgegangen ist (von 215 Unternehmen 1993 auf 138 Unternehmen in 2002). Trotz dieser Schrumpfung ist die durchschnittliche Schlachtkapazität im internationalen Maßstab als gering zu betrachten. Ein Vergleich der Schlachtkapazitäten deutscher Unternehmen mit denen in den USA verdeutlicht dies. Während in Deutschland lediglich 11 % aller Unternehmen im Rinderschlachtsektor im Jahr 1998 eine Kapazität von mehr als 50.000 Schlachtungen pro Jahr aufwiesen, verfügten im Jahr 1997 65 % aller Unternehmen in den USA über eine 10 mal höhere Schlachtkapazität von 500 Tausend Schlachtungen pro Jahr (MacDonald et al. 2000, S. 9).

Positive Skaleneffekte können somit auch seitens der Schlachtunternehmen im deutschen Rindfleischsektor nur unzureichend genutzt werden. Dass diese auch im Rindfleischsektor bedeutend sind, zeigt BONGAERTS (2001, S. 25) ebenfalls in seiner Studie. Nach seinen Analysen lässt sich eine Reduktion der Schlachtkosten von 76,7 Euro/Rind in der Kapazitätsklasse 10 Tausend Rinder/Jahr auf 43,8 Euro/Rind bei einer Schlachtkapazität von 90 Tausend Rindern/Jahr erzielen (BONGAERTS 2000, S. 25). Neben der kleinbetrieblichen Struktur leidet der deutsche Schlachthofsektor für Rinder auch durch eine geringe Kapazitätsauslastung. Der Rindfleischmarkt ist darüber hinaus in besonderer Weise von einer sinkenden Nachfrage betroffen. So sank der pro Kopf Verbrauch in Deutschland im Zeitraum 1992 bis 2002 von 19,2 kg/Jahr auf 12,7 kg/Jahr und damit um 34 % (ZMPa verschiedene Jgg.; ZMPc 2003).⁷

Neben dem eher kurz- bis mittelfristigen Effekt der BSE-Krise, sind veränderte Präferenzen der Verbraucher und ein Unvermögen der Unternehmen, insbesondere im Rindfleischsektor, hierauf zu reagieren verantwortlich für den bedeutenden Nachfrageeinbruch. So ist es im Rindfleischbereich kaum gelungen, Produkte anzubieten, die dem Convenience-Trend entsprechen (SCHORNBERG 2003, S. 102ff.). Das geringe Ausmaß der vertikalen Koordination über die Wertschöpfungskette mag hierfür ein wichtiger Grund sein.

2.3 Wertschöpfungskette Geflügelfleisch

Ganz anders sieht die Situation für den Geflügelfleischbereich aus. Bei einer insgesamt sinkenden Fleischnachfrage in Deutschland konnte Geflügelfleisch seine Position gegenüber Rind- und Schweinefleisch erheblich ausbauen. So stieg der pro Kopf Verbrauch für diese Fleischart in der Dekade 1992 bis 2002 um 43 % von 12,5 kg/Jahr auf 17,9 kg/Jahr (ZMPb versch. Jg.; ZMPc 2003).⁸ Die wachsende inländische Nachfrage nach Geflügelfleisch hat zu einer erheblichen Ausdehnung der heimischen Produktion geführt. Allein in den Jahren 1997 bis 2000 ist die Bruttoeigenerzeugung von 734 Tausend Tonnen auf 914 Tausend Tonnen angewachsen, was einer Steigerung von 25 % entspricht (Amelung et al. 2002, S. 56). Die Geflügelfleischproduktion in Deutschland zeichnet sich durch eine hohe und zunehmende Konzentration aus. So ist im Zeitraum 1992 bis 2001 der Bestand an Masthühnern um 40 %

⁷ Ihren Tiefstand erreichte die Rindfleischnachfrage im Jahr 2001 mit 10,3 kg/Kopf/Jahr bedingt durch die BSE-Krise (ZMPc 2003).

⁸ Seit 1998 wird pro Kopf der Bevölkerung mehr Geflügel- als Rindfleisch konsumiert (ZMPa und ZMPb versch. Jgg.).

gestiegen, während gleichzeitig die Zahl der Halter von Masthühnern um 86 % sank. Als Folge nahm die durchschnittliche Bestandsgröße pro Halter um mehr als 900 % zu (ZMPb versch. Jg.). In Hinblick auf die Bestandsgrößenstrukturen rangiert Deutschland im Geflügelsektor somit in der Spitzengruppe der EU-Staaten. Auch in der Geflügelverarbeitung herrschen große Strukturen vor. In 2003 erfolgen fast 62 % aller Geflügelschachtungen in Unternehmen mit einer Kapazität von mehr als 1 Millionen Tieren (ZMPb 2003, S. 29). Darüber hinaus sind die größeren landwirtschaftlichen Betriebe im Geflügelsektor anders als im Schweine- und Rindfleischbereich in der Regel in vertikal integrierte Wertschöpfungsketten organisiert, wobei die Bindung an wenige große, agrarindustrielle Unternehmen erfolgt (Ame- lung et al. 2002, S. 55ff).

3 Internationale Entwicklungen in der Wertschöpfungskette Fleisch

3.1 Dynamik im Welthandel mit Fleisch

Die Weltmärkte für Fleisch und Fleischprodukte sind durch eine große Dynamik gekennzeichnet. So stieg im Zeitraum 1967 bis 1997 der internationale Handel mit Fleisch von 5 Millionen Tonnen auf 20,9 Millionen Tonnen und somit um mehr als 300 % (ROSEGRANT et al. 2001, S. 159). Auch für die Zukunft ist der globale Fleischmarkt ein überaus attraktiver Markt mit einem erheblichen Wachstumspotential. Dieses ergibt sich insbesondere aus den zunehmenden regionalen Ungleichgewichten zwischen Fleischerzeugung und Fleischverbrauch. Während für den Zeitraum von 1997 bis 2020 in den Entwicklungsländern eine Zunahme des Fleischverbrauch um 92 % erwartet wird, weisen die Prognosen für die Industrieländer nur ein moderates Wachstum von 17 % aus (ROSEGRANT et al. 2001, S. 66). Gleichzeitig verfügen aber vor allem die Industrie- und Schwellenländer und nicht die Entwicklungsländer über hohe Produktionskapazitäten sowie das Potenzial, diese weiter auszubauen. Der Anstieg des Handelsanteils an der Weltproduktion (mengenmäßig) von 7,6 % auf 10,7 % im Zeitraum 1990 bis 2002 wird sich somit weiter fortsetzen.

3.2 Wachsende sektorale Konzentration

Neben der Dynamik des Handels mit Fleisch und Fleischprodukten ist auf internationaler Ebene eine Zunahme der sektoralen Konzentration in der Fleischwirtschaft zu erkennen. Dies impliziert, dass eine immer geringere Anzahl oder ein immer geringerer Anteil von Betrieben⁹ einen immer höheren Prozentsatz der Gesamtproduktion auf sich vereint. Diese Entwicklung ist verbunden mit einer Zunahme der Bestandsgrößen in den landwirtschaftlichen Betrieben bzw. mit einer erheblichen Steigerung der Kapazitäten in den Schlachtunternehmen und der Verarbeitungsindustrie.

Dieser Konzentrationsprozess ist vor allem in der gesamten Wertschöpfungskette für Schweinefleisch in den USA, Dänemark und den Niederlanden schon recht weit fortgeschritten (vgl. Abschnitt 2.1). Den Motor dieser Entwicklung stellen die Kostenvorteile dar, die größere Unternehmen gegenüber kleineren Einheiten realisieren können. Ursachen dafür sind die Ausnutzung positiver Skaleneffekte in der Verarbeitung, der Beschaffung und dem Verkauf, niedrigere Transaktionskosten als auch Größenvorteile in der Beschaffung und Verarbeitung von

⁹ Im ersten Fall spricht man von absoluter, im zweiten von relativer Konzentration.

Informationen sowie in Forschung und Entwicklung (vgl. u.a. WEINDLMAIER 1998, S. 55).¹⁰ Innovationen in der Kommunikationstechnologie sowie im Bereich der Mechanisierung der Produktionsabläufe werden diesen Trend ebenso verstärken wie die Verschärfung von Standards und Auflagen beispielsweise in den Bereichen Lebensmittelsicherheit und Tierschutz. Darüber hinaus wirkt sich der rasante Konzentrationsprozess im Lebensmitteleinzelhandel (LEH) aus. Die Strukturen des globalen LEH erfordern große Mengen standardisierter Produkte, die Internationalisierung ihrer Zulieferer und maßgeschneiderte Produktlösungen. Die aufgeführten Aspekte machen deutlich, dass sich der Prozess der sektoralen Konzentration in der Veredlungswirtschaft weiter fortsetzen wird und kleinere Einheiten auf Grund der erheblichen Kostennachteile vom Markt verdrängt werden bzw. auf Nischenmärkte ausweichen müssen.

3.3 Divergierende Tendenzen in Hinblick auf die regionale Konzentration

Regionale Konzentration der Tier- und Fleischproduktion ist ebenfalls eine in vielen Weltregionen zu beobachtende Entwicklung. Dies bedeutet, dass in relativ kleinen Wirtschaftsräumen ein immer größerer Anteil der Veredlungsproduktion erfolgt. Auslöser für die Entstehung dieser agrarischen Intensivgebiete sind die Vorteile, die Unternehmen in solchen Agglomerationszentren realisieren können. Diese Agglomerationseffekte - auch Silicon Valley Effekte genannt - ergeben sich insbesondere durch Verstärkung des Know-hows in den Bereichen Technik, Vermarktung und Humankapital. Zu beobachten sind diese Entwicklungen beispielsweise in der Bretagne in Frankreich oder im Weser-Ems-Gebiet in Deutschland.

Aber es gibt international auch Beispiele für eine zunehmende regionale Diversifikation in der Veredlungsproduktion. Beispielsweise war in den USA die Schweinefleischproduktion traditionell in den Maisgürtel-Staaten (Corn Belt States) konzentriert, mit Iowa als Zentrum. Während in den letzten zwei Dekaden die Anzahl der Schweine in Iowa nur geringe Veränderungen zeigte, wuchs diese in North Carolina und seit Anfang der 90er Jahre auch in Oklahoma, Colorado und Utah rasant – und damit in Regionen, in denen die Schweineproduktion traditionell von untergeordneter Bedeutung war. Die erhebliche Expansion der Schweineproduktion in North-Carolina kann primär auf den Aufbau effizienter Wertschöpfungsketten zurückgeführt werden. Motor des Wachstums der Veredlungswirtschaft in den westlichen Staaten der USA scheint dagegen die große Verfügbarkeit von Fläche und die geringe Bevölkerungsdichte zu sein (MCBRIDE und KEY 2003, S. 19ff). Die regionale Konzentration der Tierproduktion bringt neben den oben beschriebenen positiven Effekten auch ökologische Probleme, z.B. bei der Entsorgung tierischer Exkreme oder bei Emissionen, sowie ein hohes Seuchenrisiko mit sich, die dieser Entwicklung wiederum Grenzen setzen.

3.4 Schaffung vertikal integrierter Wertschöpfungsketten

Die Schaffung integrierter über die gesamte Wertschöpfungskette vertikal miteinander verbundener Produktionssysteme stellt einen weiteren internationalen Trend in der Erzeugung von Fleischprodukten dar. Sie kann über vertragliche Bindungen oder über die Vorwärts- bzw. Rückwärtsintegration von Unternehmen in der Wertschöpfungskette Fleisch erfolgen. Ziel dieser Organisationsform ist die Erhöhung der Produktqualität und -sicherheit, die Schaf-

¹⁰ Es existieren auch potentielle Nachteile für große Unternehmen wie höhere Kosten der Koordination und Kontrolle sowie geringere Flexibilität und Kundennähe (WEINDLMAIER 1998, S. 55). Diese werden durch die Vorteile in den meisten Fällen überkompensiert

fung von Transparenz von der Zucht bis hin zum Einzelhandel („Gläserne Produktion“) sowie die Senkung der Erfassungs- und Produktionskosten. Letztere resultieren vor allem aus der verbesserten Auslastung der Produktionskapazitäten und der gezielten Orientierung der Produktion an der Nachfrage bzw. spezifischen Teilmärkten. Dabei erweitern vertikal integrierte Produktionssysteme die Möglichkeiten im Bereich der Markenbildung und damit der Verbesserung der Wettbewerbsposition im Qualitätssegment. Entsprechend bestehen Bestrebungen, neben der auf Kostenführerschaft basierenden Strategie der niedrigen Preise auch eine Kompetenzprofilierung zu erlangen.¹¹

Bei Geflügelfleisch sind vertragliche Bindungen in vielen Ländern bereits die dominante Organisationsform. Führend in der Konzeption und Umsetzung geschlossener Produktionssysteme mit Herkunfts- und Qualitätssicherung sind die USA und Dänemark, gefolgt von den Niederlanden und Belgien. Die Dänen haben bereits in den 70er Jahren erkannt, dass es zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit notwendig ist, die gesamte Produktionskette effizient zu gestalten. Als Konsequenz wurden zum einen geschlossene Produktionssysteme aufgebaut. Zum anderen erfolgte eine erhebliche Vergrößerung der Produktionseinheiten im Primär- und Verarbeitungsbereich. Heute findet in Dänemark die Schweinefleischproduktion zu fast 100 % in vertikal integrierten Systemen statt. Diese führen zu einer wesentlichen Reduzierung der Produktionskosten, u.a. weil sie den Betrieben auf den einzelnen Stufen eine sehr hohe Auslastung ihrer Produktionskapazitäten sichern (vgl. u.a. McBride und Key 2003).

Darüber hinaus gewährleisten diese Systeme ein hohes Maß an Tiergesundheit sowie Produktqualität und Transparenz über die gesamte Wertschöpfungskette. Auch in den USA hat sich der Trend in Richtung des Aufbaus sehr großer vertikal integrierter Produktionssysteme seit Anfang der 90er Jahre mit erheblichem Erfolg durchgesetzt (McBride und Key 2003). In den USA gilt dies auch für Rindfleisch. Des Weiteren erfolgt in den USA in wachsendem Ausmaß die Rückwärtsintegration von großen Schlachtunternehmen wie z.B. Smithfield. Dies erleichtert den Aufbau spezifischer, auf bestimmte Märkte ausgerichtete Produktionssysteme. So hat das Unternehmen Smithfield mit dem Aufbau eines auf den japanischen Markt ausgerichteten Produktionssystems für Schweinefleisch, die Bedürfnisse der japanischen Konsumenten nach hellerem, stärker marmoriertem Fleisch mit großem Erfolg erfüllt. Inzwischen exportiert das Unternehmen pro Woche das Fleisch von 25000 Schweinen nach Japan.

3.5 Diversifizierung der Produktpalette

Neben den bereits genannten internationalen Entwicklungen lässt sich in vielen großen Unternehmen der Fleischbranche ein Trend zur Diversifikation der Tier- und Fleischproduktion beobachten. Durch die Schlachtung und Verarbeitung verschiedener Fleischarten in einem Unternehmen wird das Ziel verfolgt das ökonomische Risiko zu verringern sowie Kostensparnisse zu realisieren. Letztere ergeben sich durch die Ermöglichung des „one-point-purchase“, d.h. des Bezugs der gesamten Produktionspalette aus einer Hand sowie zum anderen durch die Realisierung hoher Spezialisierungseffekte in einzelnen Betrieben bei gleichzeitiger Ausschöpfung der Kostendegression durch eine konzentrierte Verwaltung. Beispiele für Unternehmen der Fleischbranche, die diesen Weg bereits beschritten haben, sind u.a. Tyson, ConAgra, Seaboard und Smithfield. Diese Unternehmen treten z.T. nicht mehr als reine Fleischkonzerne auf, sondern bezeichnen sich als „protein companies“ (NUNES 2004, S. 20).

¹¹ Zu den Vorteilen der Implementierung von Wertschöpfungsketten in der Erzeugung von Fleischprodukten vgl. u.a. auch KARGE et al. 2002; AMELUNG et al. 2002; WINDHORST 2002; WEINDLMAIER 2002.

4 Herausforderungen und Lösungsansätze zur Sicherung des deutschen Standorts

Eine **konsequente Orientierung an Verbrauchervünschen** muss das vorrangige Ziel der Veredlungswirtschaft sein. Dies bedeutet die Sicherstellung einer hohen *Produkt- und Prozessqualität* sowie von *Transparenz* über die gesamte Wertschöpfungskette. Aber auch in den Bereichen *Convenience und Genuss* sollten verstärkt Anstrengungen unternommen werden. Bei begrenzter Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für Fleisch verlangt dies u.a. die konsequente Nutzung aller Effizienzreserven:

- Fortsetzung des Wandels im Primär-, im Schlachthofsektor und in der Fleischverarbeitung hin zu **größeren Einheiten** zur besseren Ausnutzung positiver Skaleneffekte. Realisierung von Kostenvorteilen u.a. durch die Vorwärtsintegration von Schlachtereien in die Weiterverarbeitung. Beinahe alle großen Schlachtunternehmen in Deutschland haben in Bezug auf den letztgenannten Punkt bereits Investitionen getätigt. Als jüngstes Beispiel gilt die Übernahme der Barfuss GmbH & Co KG (v.a. in der Verarbeitung tätig) durch die Westfleisch eG (bisher v.a. in der Schlachtung tätig) (FLEISCHWIRTSCHAFT 2004a).
- **Anpassung der Schlachthofkapazitäten** an das Volumen der Primärproduktion und Aufbau **vertikal integrierter Wertschöpfungsketten** unter Einbeziehung der Landwirtschaft und des Lebensmittelhandels. Von Vertretern der Schlachtbranche wird in letzter Zeit vermehrt der Versuch unternommen, die Landwirtschaft enger an das eigene Unternehmen zu binden (vgl. bspw. FLEISCHWIRTSCHAFT 2004b). Diese Bestrebungen betrachten die deutschen Mäster aber zum Teil mit großer Skepsis und bringen deutlich zum Ausdruck, dass sie gegen „dänische Verhältnisse“ sind (MEYER ZU HOLTE 2004). Auch in der Landwirtschaft muss aber das Bewusstsein wachsen, dass vertikal verbundene Produktionssysteme zur Sicherung von Produkt- und Prozessqualität, zur Kostensenkung, zur zielgerichteten **Neuproduktentwicklung im Conviencesegment** sowie zum Ausbau des SB-Bereichs und damit letztendlich für die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Fleischprodukte unerlässlich sind.
- **Harmonisierung von Qualitätssicherungssystemen.** In der Europäischen Union bestehen im Fleischbereich bereits eine Reihe nationaler Qualitätssicherungssysteme, die die gesamte Wertschöpfungskette einschließen. Dazu gehören die Systeme „Qualität und Sicherheit“ (QS) in Deutschland, die „Integrierte Kettenüberwachung“ (IKB) in den Niederlanden, „Certus“ bzw. „Meritus“ in Belgien oder auch „QSG“ in Dänemark (vgl. bspw. QUALITÄT UND SICHERHEIT GMBH 2003). Die Anforderungen und der Aufbau der einzelnen nationalen Systeme weichen jedoch zum Teil entscheidend voneinander ab (vgl. bspw. BRANSCHHEID 2004, S. 173ff.). Auf Grund der intensiven europäischen Handelsverflechtungen ist eine Harmonisierung dieser in den verschiedenen EU-Ländern eingeführten Qualitätssicherungssysteme dringend notwendig. Mittel- bis langfristig könnten sonst mit negativen Konsequenzen für die Wettbewerbssituation des Fleischsektors verbundene, neue intraeuropäische Handelshemmnisse aufgebaut werden (vgl. N.N. 2003, S. 53). Initiativen wie die „European Meat Alliance“ (EMA) arbeiten bereits an einer Zusammenführung der „nationalen“ Systeme. Mit der Anfang Februar 2004 vorgenommenen Festlegung von Kriterien eines Anforderungsrahmens, haben die EMA-Mitglieder Dänemark, Niederlande, Belgien und Deutschland die Grundlage für die Anerkennung von Rohstoffen aus anderen EMA-Ländern geschaffen und einen wesentlichen Schritt auf dem Weg zur Harmonisierung der vier nationalen Qualitätssysteme gemacht (HOLLANDMEAT.NL 2004).

- Verstärkte Anstrengungen im Marketing von Fleisch, insbesondere in Hinblick auf den **Aufbau von auf nationaler Ebene bedeutenden Marken** für frisches Rind- und Schweinefleisch zur Verbesserung der Wettbewerbsposition im Qualitätssegment. Der Fleischwirtschaft ist es bislang kaum gelungen, im Frischfleischbereich national bedeutende Marken aufzubauen. Neben Faktoren wie Kapitalschwäche und Risikoaversion, scheinen Negativbeispiele wie der im Jahr 1998 gescheiterte Versuch der Moxsel AG, mit „Food Family“ eine Dachmarke bei Fleisch aufzubauen, die Akteure der Branche vor größeren Marketing-Initiativen abzuhalten.

Es kann erwartet werden, dass in den nächsten Jahren in den oben genannten Bereichen im deutschen Veredlungssektor weitere erhebliche Entwicklungen erfolgen werden. Dass die deutsche Fleischbranche in Umbruchstimmung ist, zeigt sich nicht zuletzt in den Übernahmen der beiden größten deutschen Unternehmen der Branche, der A. Moxsel AG im Dezember 2002 sowie der CG Nordfleisch AG im November 2003, durch die niederländische Bestmeat Company (MOKSEL 2004). Die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Fleischwirtschaft hängt somit in bedeutendem Maße davon ab, ob die Anpassungen ausreichen werden, um die bestehenden Defizite im Vergleich zu wichtigen Konkurrenten auf den internationalen Märkten zu verringern. Dabei bestimmen die Entscheidungsträger in der deutschen Fleischwirtschaft nicht allein über die Wettbewerbsfähigkeit des Sektors. Auch die Politik ist gefordert mit der Setzung kalkulierbarer politischer Rahmenbedingungen, ein investitionsfreudiges Klima zu schaffen. Schärfere Richtlinien auf nationaler Ebene können kontraproduktiv sein.

5 Zusammenfassung

Die deutsche Fleischwirtschaft sieht sich zunehmend mit weiter reichenden ökonomischen, ökologischen und ethischen Anforderungen konfrontiert. Der vorliegende Beitrag zielt vor diesem Hintergrund darauf ab, Lösungsmöglichkeiten zur Erhaltung bzw. Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit des Fleischsektors aufzuzeigen. Unter Berücksichtigung der Entwicklungen auf internationaler Ebene erfolgt für die drei wichtigsten Fleischarten – Schweinefleisch, Rindfleisch und Geflügelfleisch – eine Analyse der einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette Fleisch in Deutschland. Diese kommt zu dem Ergebnis, dass ein verstärkter Strukturwandel hin zu größeren Einheiten in der Veredelung und der Fleischverarbeitung, eine bessere Kapazitätsauslastung in der Schlachtung und eine engere Abstimmung zwischen den Kettenstufen erhebliche Potenziale zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Fleischwirtschaft beinhalten.

6 Summary

The German meat sector is increasingly confronted with economical, ecological and ethical requirements. This paper aims to develop solutions for the preservation and/or improvement of the competitive ability of the meat sector. Relating to the three most important kinds of meat (pork, beef and poultry meat), the different stages of the German meat value chain are analysed considering trends in international markets. The results suggest that bigger operational structures in livestock husbandry and meat processing, more fully utilized capacities in slaughtering and a better co-ordination between agriculture and processing could lead to tap the full potential of Germany's meat sector.

Literatur

- AMELUNG, C., KIEFER, S., SCHERB, T. SCHWERDTLE, G. (2002): Qualitätssicherung bei Schweine- und Geflügelfleisch – Konzepte und praktische Umsetzung. In: LANDWIRTSCHAFTLICHE RENTENBANK (Hrsg.): Lebensmittelsicherheit und Produkthaftung – Neuere Entwicklungen in der integrierten Produktion und Vermarktung tierischer Erzeugnisse, 44-66.
- BONDT, N., HOSTE, R., BOONE, J.A., WISMAN, J.H., BACKUS, G.B.C. (2000): Developments in the cost price of pig meat. Report **2.00.11** des LEI. Den Haag.
- BMVELa (versch. Jg.): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland, Münster-Hiltrup.
- BMVELb (versch. Jg.): Ernährungs- und agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung. Berlin.
- BONGAERTS, R. (2001): Verbesserung der Schlachthofstruktur in der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt.
- BRANSCHIED (2004): Ein Vergleich der Systematik – Die wichtigsten Prüfzeichen für Fleisch in der Europäischen Union. *Fleischwirtschaft*, **5**, S. 173-175.
- BRANSCHIED, W., SÖNNICHSEN, M. (2002): Entwicklungstendenzen im Welthandel mit Fleisch. Schriftenreihe der H. Wilhelm Schaumann Stiftung: Perspektiven für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft in Europa. 24-31.
- FLEISCHWIRTSCHAFT (2004a): Westfleisch übernimmt Barfuss komplett. Im Internet unter <http://www.fleischwirtschaft.de/nachrichten/aktuell/pages/show.prl?id=5269> zuletzt am 16.09.2004.
- FLEISCHWIRTSCHAFT (2004b): Vertikale Verbundsysteme von der Zucht bis zur Theke. Im Internet unter <http://www.fleischwirtschaft.de/nachrichten/aktuell/pages/show.prl?id=5302> zuletzt am 16.09.2004.
- HOLLANDMEAT.NL (2004): European Meat Alliance hat Regelwerk festgelegt. Im Internet unter <http://www.hollandmeat.nl/default.aspx?cid=34&lcid=de-DE&aid=138>, zuletzt am 18.07.2004.
- KARGE E., HAACKE, H, KARGE, J. (2002): Analyse und Wertung der Ergebnisse und des Nutzens integrierter Zusammenarbeit von Unternehmen der Land- und Ernährungswirtschaft unter dem Aspekt einer hohen Lebensmittel- und Haftungssicherheit. LANDWIRTSCHAFTLICHE RENTENBANK (Hrsg.): Lebensmittelsicherheit und Produkthaftung - Neuere Entwicklungen in der integrierten Produktion und Vermarktung tierischer Erzeugnisse, 135-174.
- KOESTER, U. und BRÜMMER, B. (2002): Neue Herausforderungen für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft. SCHRIFTENREIHE DER H. WILHELM SCHAUMANN STIFTUNG: Perspektiven für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft in Europa. 52–60.
- MACDONALD, J.M., OLLINGER, M.E., NELSON, K.E., HANDY, C.R. (2000): Consolidation in U.S. Meatpacking. Economic Research Service, US Department of Agriculture. Agricultural Economic Report No. **785**.

- MEYER ZU HOLTE, F. (2004): „ISN-Strategie 2015“. Vortrag gehalten auf der Strategietagung der Interessengemeinschaft der norddeutschen Schweinehalter (ISN) am 16. März 2004.
- MOKSEL (2004): Dritte Akquisition innerhalb eines Jahres: Bestmeat übernimmt Nordfleisch. Im Internet unter <http://www.moksel.de/index.html>, zuletzt am 14.07.2004
- N.N. (2003): Qualitätssicherung – European Meat Alliance will vier Systeme harmonisieren. Fleischwirtschaft, **12**, S. 53.
- NUNES, K. (2004): Big and getting bigger – Tyson Foods continues to dominate the market. Meat&Poultry August 2004, 18-20.
- QS QUALITÄT UND SICHERHEIT GMBH (2003): Fragen und Antworten - Für welche Produkte ist das QS-System eingeführt? Im Internet unter <http://www.q-s.info/verbraucher/faq#Produkte>, zuletzt am 14.07.2004.
- ROSEGRANT, M.W., PAISNER, M.S., MEIJER, S., WITCOVER, J. (2001): Global food projections to 2020. Emerging trends and alternative futures. International Food Policy Research Institute. <http://www.ifpri.org/pubs/books/gfp/gfp.pdf>, zuletzt am 13.09.2004.
- SCHORNBERG, S. (2003): Strategien für conveniente Produkte - Rindfleisch innovativ und in Kooperation mit der Wertschöpfungskette vermarkten. Fleischwirtschaft, Jg.83, **11**, 102-108.
- USDA (2004): US Census of Agriculture 2002, Im Internet unter <http://www.nass.usda.gov/census/>, zuletzt am 23.06.2004.
- WINDHORST, H.-W. (2002): Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Schweinefleischproduktion im europäischen und globalen Rahmen. In: SCHRIFTENREIHE DER H. WILHELM SCHAUMANN STIFTUNG: Perspektiven für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft in Europa. S. 80-88.
- WEINDLMAIER, H. (2002): Perspektiven der Verarbeitung von Lebensmitteln tierischer Herkunft. In: SCHRIFTENREIHE DER H. WILHELM SCHAUMANN STIFTUNG: Perspektiven für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft in Europa. S. 148-160.
- WEINDLMAIER, H. (1998): Molkereistruktur in Deutschland: Entwicklungstendenzen und Anpassungserfordernisse. Deutsche Milchwirtschaft Spezial – Die umsatzstärksten Molkereiunternehmen in Deutschland 1998, 53-59.
- ZMPa (versch. Jg.): Vieh und Fleisch - Marktbilanz, Bonn.
- ZMPb (versch. Jg.): Eier und Geflügel - Marktbilanz, Bonn.
- ZMPc (2003): Der Rindfleischkonsum erholt sich wieder, Bonn. Im Internet unter <http://www.zmp.de/presse/zb/zbgrafik01b.pdf>, zuletzt am 14.12.2003.

Prof. Dr. Monika Hartmann
Institut für Agrarpolitik, Marktpolitik und Wirtschaftssoziologie
Universität Bonn
Nussallee 21, 53115 Bonn
Fax: 0228 - 73 3538
E-Mail: hartmann@agp.uni-bonn.de

Zielkonflikte zwischen Tierschutz, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit - Konsequenzen für technische Entwicklungen

Conflicting aims of animal protection, environment protection and profitability – consequences for technological developments

W. Büscher

1 Einführung

Die Anforderungen unserer Gesellschaft an die landwirtschaftliche Nahrungsmittel-Erzeugung steigen stetig an. Dies wird nicht nur durch QS- oder QM-Systeme dokumentiert, die sich nahezu flächendeckend über alle Bereiche der primären Erzeugungsstufe ziehen. Gleichmaßen ist dieser Trend auch in die Gesetzgebung von Tier- und Umweltschutz und bei baurechtlichen Genehmigungsverfahren zu spüren. Es wird zunehmend schwieriger, alle Zielvorgaben zu überblicken und gleichermaßen zu einer „Synthese“ in einem Stall oder in neuen Tierhaltungsverfahren zu verbinden.

2 Einfache – monokausale – Zusammenhänge

Wie im Detail die wirtschaftlichen Ziele des Landwirtes zu den Interessen des Tier- und Umweltschutz stehen, erfordert eine spezifische Betrachtung. Fordert der Tierschutz zum Beispiel ein größeres Flächenangebot für jedes Einzeltier, steigen folglich die Baukosten, da der umbaute Raum bei gleicher Tierzahl proportional ansteigt. Während bei Rindern durch diese Maßnahme zwangsläufig die emissionsaktive Fläche und die vom Stall ausgehenden Geruchs- und Ammoniakemissionen ansteigen, ist dies bei Schweinen nicht automatisch der Fall. Durch ihr typisches Ausscheideverhalten können strukturierte Bodengestaltungen sehr wohl so angelegt werden, dass lediglich eine kleine Fläche durch Exkrememente verschmutzt wird, die nicht proportional zur Gruppengröße ansteigt. Leider wird bei vielen politisch gelenkten Fragestellungen nur monokausal diskutiert; eine komplexere, parallele Betrachtung von Tier-, Umweltschutz und ökonomischen Konsequenzen ist dringend erforderlich.

3 Komplexe Beispiele für Zielkonflikte und Bewertungshinweise

An folgenden Zielformulierungen sollen beispielhaft komplexe Bewertungsansätze diskutiert werden:

- Senkung der Grenzwerte für die CO₂-Konzentrationen in der Stallluft,
- Vermeidung von Hitzestress für hochleistende Milchkühe,
- Senkung der von Stallanlagen ausgehenden Geruchsbelastungen durch Abluftreinigungstechniken.

3.1 Senkung der Grenzwerte für die CO₂-Konzentrationen in der Stallluft

Um die gewünschte Temperatur im Winter in einem Stall zu halten, sind ausgeglichene Wärmeströme notwendig. Die Baunorm DIN 18910 macht Vorgaben, wie für Ställe diese Wärmeströme quantifiziert werden können und wie letztlich die Wärmebilanz zu erstellen ist (s. Abb. 1). Im Normalfall sind die Tiere die einzige Wärmequelle im Stall. Zusatzheizungen oder Wärmerückgewinnungsanlagen sind in Jungtierställen und in Ställen, die mit Rein-Raus-Hygiene-Management betrieben werden, Standard. Die Auslegung der Heizung erfolgt nach Gleichung 1, wobei physikalisch für den Wärmestrom der Formelbuchstaben Q benutzt wird.

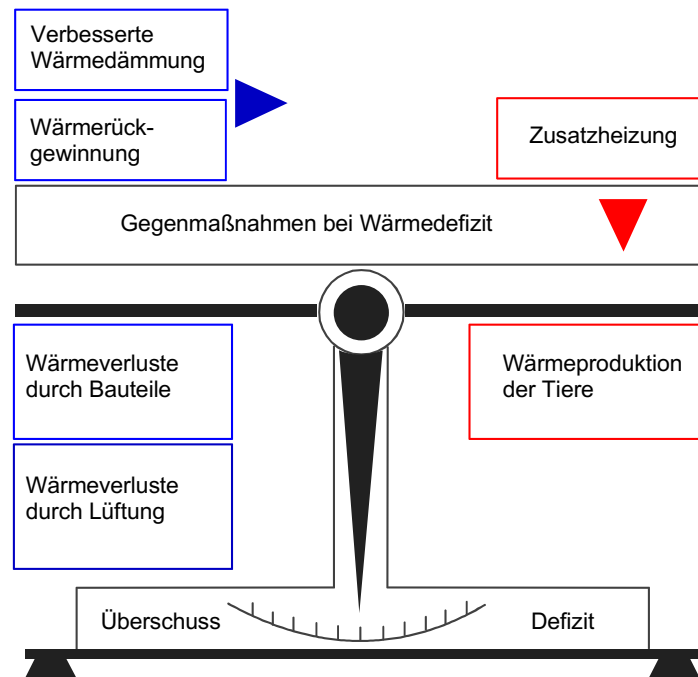


Abb. 1: Wärmebilanz-Waage mit Ausgleichsmöglichkeiten

$$\dot{Q}_{\text{Heizung}} = \dot{Q}_{\text{Tiere}} - (\dot{Q}_{\text{Bauteile}} + \dot{Q}_{\text{Lüftung}}) \quad \text{Gleichung 1}$$

In der Tierschutz-Diskussion werden häufig die Grenzwerte für die Schadgasbelastungen im Innenraum betrachtet. Indikator für gute Raumlufzustände ist die Kohlendioxid-Konzentration, wobei die Grenzwerte derzeit für den Menschen bei 5000 (MAK-Wert für Arbeitsplätze) und für Tiere im Stall bei 3500 ppm liegen (DIN 18 910, 1992). In den derzeit diskutierten Versionen von zu ändernden Haltungsverordnungen wird der Grenzwert bereits auf 3000 ppm gesenkt (FRANKE et al. 2002). In der Schweiz kämpft man von Seiten des Tierschutzes sehr heftig für eine Absenkung des Grenzwertes auf 2000 ppm. Veterinärmedizinisch ist der Zusammenhang zwischen Luftqualität und Kohlendioxid-Konzentration sehr umstritten, weil Atemwegserkrankungen sehr viel stärker von Ammoniak und Stäuben beeinflusst werden.

Im Bezug auf die Wärmeströme hat diese Forderung zur Konsequenz, dass sich (gemäß Gleichung 2) die Winterluftrate erhöht. Während im Zähler des Bruches die Tierphysiologische

Daten DIN 18 910 aufzurechnen sind, beschreibt der Nenner die Differenz zwischen erlaubter CO₂- Innenraum Konzentration und dem natürlichen Außenluft-Gehalt.

$$\text{Luftrate [m}^3 \text{ h}^{-1}] = \frac{\text{Raumlast [g}^3 \text{ h}^{-1}]}{\text{Aufnahmefähigkeit der Luft [g m}^{-3}]} \quad \text{Gleichung 2}$$

Die Konsequenzen dieser Zusammenhänge lassen sich kalkulatorisch in Form einer vergleichenden Tabelle gut fassen. Für einen Beispielbetrieb ergeben sich die in Tabelle 1 genannten Wärmeströme. Der durch Lüftung bedingte Wärmeverlust steigt von 3,4 auf 3,7 kW, wobei der Anteil der Lüftungsverluste an den gesamten Wärmeverlusten um lediglich 2 % ansteigt. Die energiepolitischen Konsequenzen dieser Änderung sind bei einer derart kleinen Absenkung des Grenzwertes recht unbedeutend. Letztlich ergeben sich für den Landwirt und die Tiere folgende - durchaus verkraftbaren - Konsequenzen:

- Die zu installierende Heizleistung muss um über 6 % gesteigert werden; was allerdings die Anschaffungskosten der Anlagen leicht erhöht.
- Bei einer durchschnittlichen Auslastung der Technik ergeben sich ca. 3 % höhere Heizkosten, die ebenfalls die Produktionskosten erhöhen.
- Da sehr leistungsstarke Heizungsanlagen erfahrungsgemäß schwieriger zu steuern sind, muss die Entwicklung im Bezug auf das Gesundheitsgeschehen der Tiere durchaus kritisch bewertet werden.

Tab. 1: Kalkulationsbeispiel einer Wärmebilanzierung bei veränderten Grenzwerten für CO₂ (3000 statt 3500 ppm) Stall mit 600 Aufzuchtferkeln a 5 kg Lebendmasse

	DIN 18 910 derzeit gültig		Grenzwerte gesenkt	
Wärmestrom	Verluste absolut	Verluste relativ	Verluste absolut	Verluste relativ
- Transmission	4,7 kW	58%	4,7 kW	56%
- Lüftung	3,4 kW	42%	3,7 kW	44%
Summe der Verluste	8,1 kW	100%	8,4 kW	100%
+ Produktion der Tiere	3,4 kW		3,4 kW	
= Bilanzdefizit	4,7 kW		5,0 kW	
	-----→ + 6,3%			

3.2 Vermeidung von Hitzestress für hochleistende Milchkühe

Liegeboxen-Laufställe ohne Zwangslüftungseinrichtungen sind für die Milchkuh-Haltung in den letzten Jahrzehnten zum Standard geworden. Die üblichen „Offenställe“ sollten möglichst schmal und möglichst quer zur Hauptwindrichtung angeordnet sein. Im Sommer kommt es allerdings immer wieder vor, dass der Windeinfluss für eine gute Durchspülung des Stalles, für eine Abfuhr der Stoffwechselprodukte (Raumlasten) und zur Abkühlung der Tiere nicht ausreicht (HERKNER et al 2002). Besonders problematisch ist dies, wenn sich die Ställe in einer Tallage befinden oder zu breit sind, oder wenn durch intensiven Bewuchs der Wind über den Stall geführt wird. Um die Tiere bildet sich ein „Warmluftpolster“, das eine Wärme- und Wasserdampfabgabe behindert. Hochleistungskühe im Stall haben dann keine Chance auf Entwärmung und sind erheblichen Belastungen ausgesetzt. Lang anhaltender Hitzestress senkt die Toleranzschwelle gegenüber anderen Stressfaktoren, was das gesamte Gesundheitsgeschehen nachhaltig negativ beeinflusst.

Die Antworten der Technik auf dieses Stress-Problem liegen auf der Hand. Verbesserter Wärmeschutz der Bauhülle, Verdunstungskühlung auf den Dachflächen sowie gesteigerte Luftumwälzung im Stall durch Umluftventilatoren. Auf den Aspekt „Umluftventilatoren“ soll an dieser Stelle eingegangen werden, weil eine komplexe Bewertung des Themas nicht existiert.

Bei den Ventilatoren, die für diesen Zweck in Frage kommen, bestehen hinsichtlich Größe, Drehzahl und Geräuschentwicklung klare Unterschiede. Aber auch die Wurfweite der Luft und energetische Effizienz sind wichtige Kriterien für die Auswahl (HEIDENREICH, 2002). Bei der Vorauswahl der gemeinsam mit der sächsischen Landesanstalt getesteten Ventilatoren spielte die elektrische Leistungsaufnahme je 1000 m³ Luftleistung eine wichtige Rolle; Zielvorgabe: unter 40 W/1000 m³. Unterstellt man eine Umluftleistung von zum Beispiel 800 m³ je Milchkuh bedeutet dies eine installierte Leistung von 32 W je Kuhplatz. Wäre der Ventilator 1500 Stunden im Jahr in Betrieb, ergäben sich 48 kWh je Kuhplatz an zusätzlichem Energieverbrauch. Bei einem Strompreis von 12 Cent je kWh ergäben sich unter diesen Bedingungen 5,76 € an Stromkosten je Kuhplatz pro Jahr.

Grundsätzlich ist bei Umluftventilatoren zwischen Deckenventilatoren und Standard-Axial-Ventilatoren zu unterscheiden. Deckenventilatoren fördern die Luft senkrecht nach unten oder nach oben gegen die Stalldecke. Der Einwirkungsbereich am Boden liegt „kreisrund“ unterhalb des Ventilators. Axialventilatoren sind in der Regel so aufgehängt, dass sie die Luft nahezu waagrecht in den Raum „werfen“. Durch ein leichtes Anwinkeln erreicht man ein gezieltes Überblasen der Bodenfläche. Der Einwirkungsbereich am Boden ist ausgehend vom Ventilator „trichter-“, oder besser „keulenförmig“. Kleine Ventilatoren mit hoher Drehzahl haben eine große Wurfweite (bis über 20 m) während große Ventilatoren mit niedriger Flügelraddrehzahl nur geringe Wurfweiten (12–15 m) aufweisen. Soll die Luft gleichmäßig im Raum verteilt werden, ergeben sich aus den Wurfweiten die Abstände zwischen den Ventilatoren.

Die einfachste Lösung zum praktischen Einsatz ist die Zuschaltung von Hand mit Motorschutzschaltern. Moderne Klimacomputer können Relais ansteuern, die die Ventilatoren bei bestimmten Temperaturen jederzeit zuschalten können. Will man die Drehzahl und somit die Wurfweite bzw. Luftgeschwindigkeit im Tierbereich einstellen können, sind Stufenschaltungen oder stufenlose Steuergeräte zu verwenden.

Über die notwendigen Luftbewegungen im Tierbereich gibt es sehr unterschiedliche Ansichten und sicher noch erheblichen Untersuchungsbedarf. In den USA wird häufig die Tabelle 2 von BARNWELL (2002), Universität Pittsburg, benutzt, um die gefühlte Temperatur einzustellen. Die Tabelle ist so zu verstehen, dass z.B. bei einer Raumtemperatur von 29,5 °C eine Luftgeschwindigkeit von 1,5 m/s im Tierbereich herrschen muss, damit die Tiere eine gefühlte Umgebungstemperatur von 22,8 °C haben.

Tab. 2: Temperaturwahrnehmung von Luft ähnlicher Enthalpie bei unterschiedlich hohen Luftgeschwindigkeiten (verändert nach BARNWELL, 2002)

Ist-Temp. °C	Rel. Luftfeuchte %	Temperaturwahrnehmung bei einer Luftgeschwindigkeit von m/s					
		0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
35	50	35	32,2	26,6	24,4	23,3	22,2
29,5	50	29,5	26,6	24,4	22,8	21,1	20,0
24	50	24	22,8	21,1	20	17,7	16,6

Ergebnisse zur Unterstützungslüftung im Langzeittest in Sachsen

Es gibt diverse Umluftventilatoren, die ihre Aufgaben zufrieden stellend erfüllen. Insgesamt scheint es für die Vermeidung von Hitzestress wichtiger zu sein, viel Raumluft umzuwälzen als diese verstärkt mit Frischluft auszutauschen. Zusatzventilatoren können daher als Umluftlösungen im Stall platziert werden und müssen nicht zwangsläufig in die Stirnwände eingebaut werden. Hinsichtlich der Geräuschentwicklung sind langsame Flügelgeschwindigkeiten günstig zu bewerten; allerdings leidet darunter die Wurfweite der Luft und somit der Wirkungsbereich des Ventilators am Boden. Verbringt man relativ wenig Zeit im Stall, ist eine vollautomatische Steuerung der Umluftventilatoren über den Klimacomputer günstig zu bewerten. Ist man immer vor Ort, reicht eine Zuschaltung von Hand. Diese und andere Details entscheiden über die zusätzlichen Kosten.

Auf den untersuchten Betrieben konnten Milchleistungs-Effekte von ca. 120 l Unterschied mit Hilfe von Laktationskurven-Schätzungen ermittelt werden. Darüber hinaus wurden erhebliche Vorteile bei den Parametern der Reproduktion und Klauengesundheit auf den Betrieben mit Unterstützungslüftung beobachtet, die jedoch nicht ökonomisch quantifiziert werden konnten. Tabelle 3 stellt den Versuch einer ökonomischen Bewertung mit Hilfe eine Spezialkostenkalkulation für den Betrachtungszeitraum von einem Jahr dar. Wie zu erkennen ist, rechtfertigen schon die Mehrleistungen bei der Milch (Preisniveau: 28 Cent je kg) den Einsatz der Unterstützungsventilatoren. Zusätzlich ergeben sich weitere positive Effekte, die man nutzwertanalytisch berücksichtigen kann.

Tab. 3: Zuteilbare Spezialkosten für die Unterstützungslüftung und Effekte auf die Milchleistung bei dem untersuchten Modellstall in Sachsen mit 315 Kühen

Investitionen	18000,00	EUR
Inv/platz	55,00	EUR
Abschreibung 10 %	5,50	EUR
Instandhaltung 2%	1,10	EUR
Arbeitszeitaufwand 10 h	1,00	EUR
Energiekosten	5,76	EUR
Summe	13,36	EUR
Milchleistungserhöhung 120 l (0,28 €/l)	33,60	EUR
Fruchtbarkeitsverbesserung	?	
Senkung der Reproduktionsrate	?	

3.3 Senkung der von Stallanlagen ausgehenden Geruchsbelastungen durch Abluftreinigungstechniken

Bisher wurden für Tierställe nur Abluftreinigungsanlagen eingesetzt, die zur Minderung des Geruchsausstoßes entwickelt wurden. Seit einigen Jahren wird das Thema „Abluftreinigung von Stallluft“ nahezu in jedem baurechtlichen Genehmigungsverfahren diskutiert, wobei die Befürworter im stärker davon ausgehen, dass solche Anlagen bereits dem „Stand der Technik“ entsprechen. Bisher handelte es sich dabei um Biofilter oder Biowäscher, in denen die Geruchsstoffe auf Basis *biologischer* Umsetzungsprozesse abgebaut bzw. in geruchsneutrale Moleküle umgebaut wurden. Es kamen bisher nur Abluftreinigungsanlagen zum Einsatz, wenn:

- der Betrieb *im eigenen Interesse* die Geruchsbelastung im Nahbereich der Anlage senken will, oder
- die zuständige Behörde im Genehmigungsverfahren wegen Abstandsunterschreitung zur nächsten Wohnbebauung oder bei vorliegenden Beschwerden dem Anlagenbetreiber die *Auflage* zur Abluftreinigung erteilt.

Durch die neue rechtliche Situation im Immissionsschutz fühlen sich die Genehmigungsbehörden in Landkreisen mit einer hohen Viehdichte (größer als 2,0 GV/ha) berechtigt, Abluftreinigungsanlagen zu fordern, die nicht nur Geruch sondern auch Partikel und Ammoniak abscheiden. Dies ist eine neue Diskussionsebene, denn bisher dominierte im Genehmigungsverfahren die Standortfrage. Waren die Abstände zu nächstliegenden Wohnbebauung nach der TA-Luft bzw. nach den relevanten VDI-Richtlinien (3471 und 3472) ausreichend groß, um einer Geruchsbelästigung der Nachbarschaft vorzubeugen, wurde eine Genehmigung für den Standort erteilt. Viele Betriebe siedelten daher mit ihren Stallanlagen in den Außenbereich; die Landschaften wurden hierdurch erheblich zersiedelt. Abstände zum Wald wurden bisher nur bei Geflügelställen gefordert; die VDI-Richtlinie 3471 enthält hierzu eine spezielle Passa-

ge. Zur Zeit spitzt sich die Diskussion im Hinblick auf einen obligatorischen Einsatz von Abluftreinigungsanlagen für Schweine- und Geflügelställe zu.

Funktionsweise von Biowäschern

Es handelt sich dabei um aufrecht stehende Behälter, in denen Füllkörperschichten auf Kunststoffmaterialien eingebracht sind. Diese Füllkörperschichten bestehen aus widerstandsfähigen, gewellten Kunststoffplatten oder aufgeschütteten Kunststoffrohrstücken. Einerseits sollen die Schichten möglichst luftdurchlässig sein, andererseits eine möglichst große innere Oberfläche aufweisen (LAIS, 1996).

Das zirkulierende Schmutzwasser wird mit Düsen von oben auf die Füllkörperschicht verteilt und strömt entgegen der Abluftrichtung nach unten durch die Füllkörper. Im Behälterboden wird das Wasser in einer Wanne gesammelt. Danach wird es mit einer Pumpe und Düsen immer wieder auf die Füllkörper verteilt. Auf dem biologischen Rasen der Füllkörper und im Sammelbecken für das Wasser findet die eigentliche biologische Umsetzung statt. Staub und Geruchsstoffe lagern sich an der großen Oberfläche der Füllkörpermaterialien ab und dienen dort oder später im Sammelbecken (Belebtschlamm) den Mikroorganismen als Nahrung. Geruchsmoleküle werden so in geruchsneutrale Bestandteile zerlegt. Der Abscheidegrad von wasserlöslichen Bestandteilen der Abluft kann bei einer langen Kontaktzeit in einem sehr hohen Bereich liegen. Durch besondere Zusätze im Waschwasser lässt sich die Wasserlöslichkeit noch steigern. Daher ist die Abluftwäsche auch für Industriebetriebe interessant, die den Ausstoß bestimmter Substanzen mindern müssen.

Funktionsweise von Biofiltern

Biofilter bestehen üblicherweise aus einem großflächigen Filterbett. Die Auslegung der Filterflächen und -schichtungen gehen auf Untersuchungen aus Weihenstephan (Dr. Zeisig) zurück. Die zentrale Abluftführung mündet neben dem Stall in einen Druckraum, in dem der Staub (in der Regel trocken) abgeschieden wird. Dann strömt die Abluft unter ein Lattenrost (bzw. unter einen Spaltenboden) der mit Filtermaterial aufgeschüttet wurde. Die Schüttungen bestehen aus schlecht biologisch abbaubaren Kokosfasern und Torf. Die Schüttung muss regelmäßig befeuchtet werden, damit die Mikroorganismen gute Lebensbedingungen haben. Gleichzeitig werden durch das herabrieselnde Wasser Salze und andere Stoffwechselprodukte der Organismen ausgespült. Die Schüttung muss regelmäßig gelockert und jährlich ausgetauscht werden. Geschieht dies nicht, verdichtet sich das Material so stark, dass die Strömungswiderstände von den üblichen Axialventilatoren nicht mehr überwunden werden können. Erhöhte Stromkosten, Sommerprobleme mit dem Stallklima und letztlich eine funktionsunfähige Stalllüftung können die Folge sein (HARTUNG et al, 1997).

Von außen sind Biofilter kaum zu erkennen, weil sie sehr flach aufgebaut und unscheinbar sind. Da Biofilter eine relativ große Grundfläche benötigen, ist eine Nachrüstung oftmals nicht möglich. Die ist in beengten Ortslagen nicht ganz unerheblich. Statt organischer Filterschüttungen wurden in den vergangenen Jahren auch Kunststoffe getestet. Bei den Kunststoffen ist je nach Material der Strömungswiderstand stark vermindert. Allerdings bieten Kunststoffe keine idealen Lebensbedingungen für die Mikroorganismen, wenn bei Leerstehphasen der Filter kurzzeitig nicht mit „Nahrung“ versorgt wird. Hier besteht zwischen hygienischen

Aspekten und Umweltschutz-Interessen ein erheblicher Zielkonflikt. Ein biologisches System lässt sich nicht nun mal nicht auf „Knopfdruck“ in Gang setzen.

Ergebnisse von wissenschaftlichen Untersuchungen

Folgende Fragen wurden in früheren Untersuchungen für die verfahrenstechnische Beurteilung der biologischen Abluftreinigungsanlagen bearbeitet (LAIS, 1996, HARTUNG et al., 1997):

- Sind die Ammoniak- und Geruch-Abscheideleistungen unterschiedlicher Bauformen und Anlagentypen annähernd gleich anzusetzen, und welche Werte werden beim Dauereinsatz erreicht?
- Welche Einflussfaktoren wirken auf die Ammoniak- und Geruchsabscheidung ein?
- Welcher finanzielle Aufwand ist mit der Anschaffung und dem Betrieb von Abluftreinigungsanlagen verbunden?
- Treten verfahrenstechnische Mängel auf und wie sind sie zu bewerten?

Erst nach Klärung dieser offenen Fragen war eine sachgerechte Diskussion möglich, ob biologische Abluftreinigungstechniken in der derzeitigen technischen Ausführung für Stallanlagen als Stand der Technik bezeichnet werden können.

Tab. 4: Durchschnittliche Ammoniak- und Geruchsabscheidung und Gesamtkosten (Fixkosten + variable Kosten) der untersuchten Abluftreinigungsanlagen (Ergebnisse von LAIS, 1996 und HARTUNG et al, 1997)

	Einheit	Biowäscher	Biofilter
Geruchsminderung	%	61 – 89	78 - 81
Ammoniakminderung	%	22 – 36	15 - 36
Fixe Kosten	€ / Mastschwein	4,60 – 7,25	5,75 – 6,15
Variable Kosten	€ / Mastschwein	1,60 – 5,55	1,10
Gesamtkosten	€ / Mastschwein	6,20 – 12,80	6,85 – 7,25

In Tabelle 4 sind die durchschnittlichen Ammoniak- und Geruchsabscheideraten der untersuchten Biowäscher und -filter dargestellt. Die durchschnittlichen **Geruchs**abscheidungen waren sowohl bei den Wäschern wie auch bei den Filtern stabil hoch. Es waren bei der Geruchsabscheidung kurzzeitige Einbrüche zu bemerken, allerdings war kein Zusammenhang zum Luftdurchsatz nachweisbar. Die Aktivität der Mikroorganismen auf dem biologischen Rasen bzw. im Belebtschlamm scheint übergeordneten Einfluss zu haben. Die Reduzierung des **Ammoniak**ausstoßes war im Vergleich zum Geruch relativ gering. Ursache hierfür ist

wohl die Tatsache, dass sich die Ammoniumsalze im Waschwasser bzw. im Filter anreichern und die sich einstellende Sättigung eine weitere Bindung des Ammoniaks verhindert.

Die **Gesamtkosten** der biologischen Abluftwäscher (Fixkosten + variable Kosten) wurden auf die Einheit €/Mastschwein bezogen, um die Untersuchungsergebnisse der verschiedenen Anlagentypen vergleichen zu können. Die variablen Kosten unterscheiden sich bei den untersuchten Anlagen vorrangig durch die Differenzen im Energiekonsum. Wie aus der Tabelle hervorgeht, bewegen sich die Gesamtkosten pro Mastschwein zwischen 6,20 € und 12,80 €. Der Betrieb von Abluftwäschern ist mit wesentlich höheren laufenden Kosten verbunden, weil die Stromkosten für die ständige Wasserumwälzung stark zu Buche schlagen können.

Auf verfahrenstechnische Mängel biologischer Abluftwäscher wurde in früheren Veröffentlichungen bereits hingewiesen. Bei den untersuchten Biowäschern und -filtern konnten folgende verfahrenstechnische Mängel bestätigt werden:

- nicht ausreichend dimensionierte Ventilatoren, dadurch können nach DIN 18 910 geforderte Luftraten nicht gefördert werden;
- zu geringe Wasserumwälzung bzw. Schmutzauswaschung, dadurch entstehen trockene, mit Staub zugesetzte Zonen in den Füllkörpern, die dazu führen, dass die Füllkörper kontinuierlich zuwachsen und die Luftraten nach DIN 18 910 nicht gefördert werden können;
- durch ungleichmäßige Wasserverteilung über den Füllkörpern wird die Entstehung trockener Zonen in den Füllkörpern gefördert (s.o.);
- zu kleines Volumen der Belebtschlammbecken und manueller Wasserzulauf bzw. Belebtschlammabzug führt zu instabilen Lebensbedingungen für die Mikroorganismen;
- Einsatz von kostengünstigen aber ungeeigneten Waschwasserumwälzpumpen mit hohem Funktionsrisiko (auch für die Tiere im Stall).

Derzeit werden in Nordwestdeutschland einige Neuentwicklungen getestet, die nach einem mehrphasigen Konzept arbeiten (SCHIER et al, 2004):

1. Phase: Staubabscheidung durch Sprühdüsen und große Wassermengen,
2. Phase: Geruchsabscheidung durch biologische Aktivität in einer Füllkörperschicht mit intensiver Wasserumwälzung,
3. Phase: Ammoniakabscheidung durch Zumischung von Säuren in einem nachgeschalteten Wasserkreislauf, wobei auch hier die große Oberfläche einer Füllkörperschicht die Reaktionsfähigkeit steigern soll.

Wie man aus dieser kurzen Beschreibung der Funktionsabläufe erkennen kann, werden die Kosten dieser mehrphasigen Technik nicht geringer sein. Zusätzliche Aufwendungen für Säure und ein zweiter Wasserkreislauf werden weitere Kosten verursachen. Derzeit laufen eigenen Untersuchungen, die Klarheit über die Leistungsfähigkeit und den Betriebsmittelaufwand solcher Techniken verschaffen sollen. Eines ist in der ganzen Diskussion sicher: Die zusätzlichen Kosten vermindern die Erlöse für die Landwirte, weil das erzeugte Fleisch am Markt durch Umwelteffekte nicht teurer oder wertvoller wird!

4 Konsequenzen

Für die Entscheidungsfindung bei einzelbetrieblichen Investitionen verdeutlichen diese beispielhaften Zusammenhänge, dass keine einheitliche Handhabung der Forderungen, sondern eine sehr differenzierte Beurteilung der jeweiligen Frage notwendig ist. Für die politische Bewertung gesetzgeberischer Alternativen können nur nutzwertanalytische Ansätze mit Risiko-Abwägungen empfohlen werden, um bei bestehenden Zielkonflikten sachgerechte Lösungen zu erreichen.

5 Zusammenfassung

Zielkonflikte zwischen Tierschutz, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit für den Landwirt sind in der politischen Diskussion üblich. In der Regel wird jedoch nur monokausal argumentiert, lediglich die Haupteffekte werden bewertet. Anhand von drei Beispielen werden komplexere Bewertungen derzeit diskutierter Themen vorgestellt:

- Senkung der Schadgaskonzentrationen im Stall aus Tierschutz-Erwägungen,
- Vermeidung von Hitzestress bei Hochleistungskühen,
- Behandlung der Abluft aus Tierställen bis zur Umweltneutralität.

Die Bewertungen machen deutlich, dass eine komplexe Betrachtung sehr aufwendig ist und Detailkenntnisse erfordert. Allerdings ergibt sich erst durch diesen Aufwand die gewünschte Transparenz für eine politisch nachvollziehbare Entscheidungsfindung.

6 Summary

Political discussions often make the conflicting aims of animal protection, environment protection and profitability evident. As a rule, however, arguments are one-sided with regard to causal relations, and only the main effects are assessed. Three examples will be presented to illustrate more comprehensive assessments of topical issues:

- lowering concentrations of detrimental gases in livestock houses for reasons of animal protection
- avoidance of heat stress in high-performance cows
- treatment of exhaust air from livestock houses aiming at environmental neutrality

The evaluations show that a comprehensive analysis requires a lot of work and much detail knowledge. However, such efforts are a prerequisite of the transparency required for comprehensible political decision-making.

Literatur

- BARNWELL, R. (2002): Effective Temperatures. COBB-Vantress, Inc; Pittsburg, Texas
- BÜSCHER, W. (2004): Unterstützungslüftung – Die Luft im Stall in Bewegung bringen. DGS-Magazin, H. 23, S. 11-13
- DIN 18910 (1992): Wärmeschutz geschlossener Ställe – Wärmedämmung und Lüftung, Planungs- und Berechnungsverfahren. Beuth Verlag, Berlin
- FRANKE, G.; W. BÜSCHER (2002): Forderungen der Schweine an gute Lüftungs- und Heizungsanlagen. In BFL-Sonderausgabe „Praxisgerechte Mastschweinhaltung Was Schweine wirklich wollen“. Landwirtschaftsverlag Münster, ISBN 3784331777.
- HARTUNG, E., M. MARTINEC; T. JUNGBLUTH (1997): Reduzierung der Ammoniak- und Geruchsemissionen aus Tierhaltungsanlagen durch biologische Abluftfilter. MEG Schrift Nr. 320
- HEIDENREICH, T. (2002): Lüftungsprobleme in Offenställen. Landtechnik, H. 4, S. 228-229
- HERKNER, S. et al (2002): Mindestsommerluftvolumenströme für Hochleistungskühe. Landtechnik, H. 5, S. 286-287
- LAIS, S. (1996): Untersuchungen zur Reduzierung der Ammoniak- und Geruchsemissionen aus der Schweinehaltung durch biologische Abluftwäscher. Dissertation an der Uni Hohenheim; Veröffentlicht als MEG Schrift Nr. 293
- SCHIER, F.; W. BÜSCHER (2004): Kombinierte Abluftreinigungsanlagen an Schweineställen, Landtechnik, H. 3, S. 160-161

Prof. Dr. Wolfgang Büscher
Institut für Landtechnik
Universität Bonn
Nussallee 5, 53115 Bonn
buescher@uni-bonn.de