

Aus dem Institut für Tierernährung

Wilfried Brade
Gerhard Flachowsky (Hrsg.)

Rinderzucht und Milcherzeugung : Empfehlungen für die Praxis

Veröffentlicht als: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 289

Braunschweig
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
2005

Sonderheft 289
Special Issue



Landbauforschung
Völkensrode
FAL Agricultural Research

Rinderzucht und Milcherzeugung
Empfehlungen für die Praxis
(2. Auflage)

herausgegeben von
Wilfried Brade und Gerhard Flachowsky

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

2005

**Landbauforschung Völkenrode - FAL Agricultural Research
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany**

landbauforschung@fal.de

Preis / Price: 13 €

**ISSN 0376-0723
ISBN 3-86576-012-0**

V o r w o r t (1. A u f l a g e)

Die Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Insbesondere unsere milchrinderhaltenden Betriebe müssen sich derzeit mit Unsicherheiten auf den Milch- und Fleischmärkten sowie mit sinkenden Erzeuger- und tendenziell steigenden Betriebsmittelpreisen auseinandersetzen. Darüber hinaus sind verschärfte Umweltbestimmungen und steigende Anforderungen der Verbraucher hinsichtlich der Produktqualität und -herkunft zu berücksichtigen. Unter diesen Voraussetzungen gewinnt die verbraucherorientierte, kostensparende und umweltschonende Erzeugung von Milchprodukten mehr denn je an Bedeutung.

Die Rinder sind als Wiederkäuer vorwiegend auf die Ausnutzung von pflanzlicher Nahrung ausgerichtet, die für die menschliche Ernährung ungeeignet ist. Sie stellen somit keine Nahrungskonkurrenz zum Menschen dar. Vielmehr wird durch diese Art der Veredlung die Ernährungsbasis des Menschen um biologisch hochwertige Nahrungsmittel tierischen Ursprungs erweitert.

Zusätzlich stellt die Rinderhaltung positive gesellschaftliche Leistungen zur Verfügung. Die Kulturlandschaft Deutschlands wird maßgeblich durch die Tierhaltung mitgeprägt: einerseits durch die Tiere selbst, die beispielsweise auf den Weiden sind, andererseits durch die Futterflächen mit ihren typischen Erscheinungsbildern. Durch die Offenhaltung der Landschaft wird der Lebensraum für weitere Tier- und Pflanzenarten bewahrt.

Die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Produktionsformen wird von den natürlichen, betriebs- und marktwirtschaftlichen Bedingungen bestimmt. Bei allen Produktionsformen ist ein hohes produktionstechnisches Wissen und Können erforderlich, wenn die jeweils optimale Wirtschaftlichkeit erreicht werden soll. Die Broschüre soll ein Leitfaden für den Milchproduzenten sein sowie für die Berater und alle, die mit der Rinderhaltung und Milcherzeugung zu tun haben.

Wir hoffen, dass diese Broschüre dazu beiträgt, die Rinderzucht und Milcherzeugung zu unterstützen und der Milch eine bevorzugte Stellung im modernen Lebensmittelangebot zu erhalten.

Hannover, im Dezember 2003

*Fritz Stegen
Präsident der
Landwirtschaftskammer Hannover*

V o r w o r t (2. A u f l a g e)

Nachdem die 1. Auflage der „Rinderzucht und Milcherzeugung“ in kürzester Zeit vergriffen war, ergab sich für die Herausgeber die Notwendigkeit der Erstellung einer Neuauflage.

Die bisherige Gliederung der Arbeit wurde im Wesentlichen beibehalten. Alle Abschnitte wurden überarbeitet und aktualisiert. Neu aufgenommen wurde ein gesondertes Kapitel zum Verhalten des Rindes, das Kapitel zur Milcherzeugung im ökologischen Landbau wurde vertieft.

Mit der Broschüre sollen schwerpunktmäßig praktische Milcherzeuger, Auszubildende, Studierende, Berater aber auch interessierte Verbraucher angesprochen werden. Die Darstellung gesicherten Grundlagenwissens stand somit im Vordergrund.

Wir hoffen, dass die Broschüre auch weiterhin eine breite Zustimmung erfährt. An Hinweisen zur möglichen weiteren Verbesserung der vorliegenden Auflage sind die Verfasser sehr interessiert.

Hannover/Braunschweig, im September 2005

*W. Brade
G. Flachowsky
(Herausgeber)*

Verwendete Abkürzungen

AAN	= Aminosäuren-Stickstoff
ADF	= acid detergent fibre
ADR	= Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter
AMS	= automatisches Melksystem (Melkroboter)
a. p.	= vor der Geburt (ante partum)
BCS	= body condition score
Ca	= Calcium
DCAB	= Anionen-Kationen-Bilanz
DE	= verdauliche organische Substanz
DOM	= verdauliche organische Masse
dt	= Dezitonne (100 kg)
DVG	= Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft
DXF	= verdauliche Rohfaser
DXL	= verdauliches Rohfett
DXP	= verdauliches Rohprotein
DXX	= verdauliche N-freie Extraktstoffe
ECM	= energiekorrigierte Milchmenge (kg)
EN	= Ernährungsniveau (1 EN entspricht dem Erhaltungsbedarf an Energie)
ET	= Embryotransfer
FCM	= fettkorrigierte Milchmenge (kg)
FM	= Frischmasse
FN _e	= endogener Kot-Stickstoff
FS	= Fettsäure
g	= Gramm
ggf.	= gegebenenfalls
GE	= Bruttoenergie
h	= Stunde
h ²	= Erblichkeitskoeffizient (Heritabilität)
i.d.R.	= in der Regel
I. E.	= Internationale Einheiten
IT	= Trockenmasseaufnahme (kg/Tag)
KB	= künstliche Besamung
KBE	= Kolonienbildende Einheiten (in Mikrobiologie)
KF	= Kraftfutter
kg	= Kilogramm (1000 g)
KH	= Kohlenhydrate
KJ	= Kilojoule (0,2399 kcal)
l	= Liter
LM	= Lebendmasse
LM ^{0.75}	= metabolische Lebendmasse
LMZ	= Lebendmassezunahme
ME	= Umsetzbare Energie
MEXL	= Umsetzbare Energie aus Rohfett
Mio.	= Million (= 1.000.000)
Mg	= Magnesium
MJ	= Megajoule (entspricht 0,239 Mcal)
MLP	= Milchleistungsprüfung

mmol	= Millimol
MP	= Mikrobenprotein
N	= Stickstoff
n	= Anzahl Proben/Umfang Stichprobe
Na	= Natrium
NAN	= Nichtammoniak-Stickstoff
NDF	= neutral detergent fibre
NE	= Nettoenergie
NEL	= Nettoenergie-Laktation
NPN	= Nicht-Protein-Stickstoff (non protein nitrogen)
nXP	= nutzbares Rohprotein
OM	= organische Masse
P	= Phosphor
p. p.	= nach der Geburt (post partum)
q	= Umsetzbarkeit (ME/GE * 100)
r	= Korrelationskoeffizient (einfacher)
r _g	= genetischer Korrelationskoeffizient
r _p	= phänotypischer Korrelationskoeffizient
RNB	= ruminale Stickstoffbilanz
s	= Streuung, Standardabweichung (= $\sqrt{s^2}$)
s ²	= Varianz
sek	= Sekunde
SW	= Strukturwert
T	= Trockenmasse
TMR	= total mixed ration
v %	= Variationskoeffizient
VIT	= Vitamin
VO	= Verordnung
VVVO	= Viehverkehrsverordnung
W	= Woche
UDP	= im Pansen unabbaubares Rohprotein
XF	= Rohfaser
XL	= Rohfett
XP	= Rohprotein
XX	= N-freie Extraktstoffe
XZ	= Zucker
~	= rund, etwa
<	= kleiner als
>	= größer als

Anschriften der Autoren

Dr. Kerstin Barth
Institut für ökologischen Landbau der Bundes-
forschungsanstalt für Landwirtschaft Braun-
schweig (FAL)
e-mail: Kerstin.Barth@fal.de

Prof. Dr. Wilfried Brade
Landwirtschaftskammer Hannover
e-mail: Brade.Wilfried@lawikhan.de

Prof. Dr. Reiner Doluschitz
Institut für landw. Betriebslehre
der Universität Hohenheim
e-mail: agrarinf@uni-hohenheim.de

Prof. Dr. Gerhard Flachowsky
Institut für Tierernährung der Bundes-
forschungsanstalt für Landwirtschaft Braun-
schweig (FAL)
e-mail: Gerhard.Flachowsky@fal.de

Dipl.-Ing.agr. Michael Hubal
Landwirtschaftskammer Hannover
e-mail: Hubal.Michael@lawikhan.de

Dr. Peter Lebzien
Institut für Tierernährung der Bundes-
forschungsanstalt für Landwirtschaft Braun-
schweig (FAL)
e-mail: Peter.Lebzien@fal.de

Dr. Claus Mayer
Institut für Tierschutz und Tierhaltung
der Bundesforschungsanstalt für Land-
wirtschaft Braunschweig (FAL)
e-mail: Claus.Mayer@fal.de

Dr. Ulrich Meyer
Institut für Tierernährung der Bundes-
forschungsanstalt für Landwirtschaft
Braunschweig (FAL)
e-mail: Ulrich.Meyer@fal.de

PD Dr. Gerold Rahmann
Institut für ökologischen Landbau
der Bundesforschungsanstalt für Land-
wirtschaft Braunschweig (FAL)
e-mail: Gerold.Rahmann@fal.de

Dr. Lars Schrader
Institut für Tierschutz und Tierhaltung
der Bundesforschungsanstalt für Land-
wirtschaft Braunschweig (FAL)
e-mail: Lars.Schrader@fal.de

Dr. Martin Spohr
Eutergesundheitsdienst der Tierseuchen-kasse
Baden-Württemberg
e-mail: tgdstuttgart@Compuserve.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Rinderhaltung und Milcherzeugung (W. Brade)	1
2	Milchbildung, Milchgewinnung und Milchqualität (W. Brade, M. Hubal, M. Spohr)	2
2.1	Euter und Milchbildung (W. Brade)	2
2.1.1	Entwicklung und Wachstum der Milchdrüse	2
2.1.2	Aufbau der Milchdrüse	2
2.1.3	Endokrine Grundlagen	5
2.1.4	Milchbildung	5
2.1.5	Milchzusammensetzung	6
2.1.6	Weitere Einflüsse auf die Milchleistung und -zusammensetzung	11
2.1.7	Kolostralmilchperiode	12
2.2	Milchgewinnung und Melkhygiene (M. Spohr)	13
2.2.1	Melktechnik	13
2.2.2	Melkarbeit	18
2.3	Milchqualität (M. Spohr)	23
2.3.1	Zellgehalt	23
2.3.2	Keimgehalt	24
2.3.3	Hemmstoffe	25
2.3.4	Gefrierprodukte	26
2.4	Technische Überwachung von Melkanlagen (M. Hubal)	26
3	Genetik und Züchtung (W. Brade)	32
3.1	Zoologische Klassifizierung und Domestikation	32
3.2	Rinderrassen	34
3.3	Molekulargenetische Grundlagen	36
3.3.1	Aufbau des Rindergenoms	36
3.3.2	Stand der Kartierung des bovinen Kerngenoms	37
3.4	Züchtung innerhalb der Rasse	38
3.4.1	Erfassung der genetischen Variabilität	38
3.4.2	Zuchtwertschätzung	40
3.4.3	Genetischer Fortschritte	41
3.5	Verbesserung einzelner Merkmalskomplexe	42
3.5.1	Zuchtzielformulierungen	42
3.5.2	Spezielle Merkmale	43

3.5.3	Rassenkreuzungen	51
3.6	Nutzung moderner Biotechniken	54
4	Verhalten (<i>L. Schrader, C. Mayer</i>)	65
4.1	Sinnesleistungen	65
4.2	Nahrungsaufnahme und Elementarverhalten	66
4.3	Sozialverhalten	70
4.4	Verhaltensansprüche an die Haltungsumwelt	76
5	Rinderhaltung (<i>W. Brade</i>)	78
5.1	Tiergerechte Milchrinderhaltung	78
5.1.1	Definition der Tiergerechtheit	78
5.1.2	Technische und managementspezifische Indikatoren	81
5.1.3	Precision Dairy Farming	87
5.2	Herkunfts- und Informationssystem für Rinder	88
6	Ernährung und Fütterung des Rindes (<i>G. Flachowsky, P. Lebzien, U. Meyer</i>)	89
6.1	Ernährungsphysiologische Grundlagen (<i>P. Lebzien</i>)	89
6.1.1	Aufbau, Entwicklung und Funktion des Verdauungstraktes	89
6.1.2	Mikrobielle Ansiedlung und Umsetzung im Pansen	91
6.1.3	Voraussetzungen für eine optimale Vormagenverdauung	98
6.1.4	Verdauung im Labmagen sowie Dünn- und Dickdarm	98
6.1.5	Intermediärstoffwechsel	100
6.2	Futtermittelkundliche Aspekte (<i>G. Flachowsky</i>)	101
6.2.1	Wichtige Futterinhaltsstoffe	102
6.2.2	Futterbewertung	103
6.2.3	Grundfuttermittel	104
6.2.4	Kraftfuttermittel	107
6.2.5	Futterzusatzstoffe	110
6.2.6	Mischfuttermittel	111
6.2.7	Mineralfutter	111
6.3	Fütterung der Milchkühe (<i>U. Meyer</i>)	111
6.3.1	Energie- und Nährstoffbedarf	111
6.3.2	Futteraufnahme	118
6.3.3	Wasseraufnahme	118
6.3.4	Versorgung mit strukturiertem Futter	119
6.3.5	Gestaltung und Berechnung von Rationen	121

6.3.6	Fütterung der Trockensteher und der Kühe in verschiedenen Laktationsstadien	123
6.3.7	Fütterungsvarianten	125
6.4	Fütterung von Kälbern und Jungrindern (U. Meyer)	127
6.4.1.	Kälberfütterung	128
6.4.2.	Jungrinderfütterung	132
7	Milcherzeugung im ökologischen Landbau (K. Barth, G. Rahmann)	136
8	Krankheiten und tierärztliche Bestandsbetreuung (M. Spohr)	145
8.1	Wirtschaftliche Bedeutung von Gesundheitsstörungen	145
8.2	Tierärztliche Bestandsbetreuung	145
8.3	Eutererkrankungen	150
8.3.1	Zitzenverletzungen	150
8.3.2	Veränderungen der Zitzen- und Euterhaut	151
8.3.3	Mastitis	152
9	Bedeutung, Strukturmerkmale, Wirtschaftlichkeit und Vermarktung (R. Doluschitz)	165
9.1	Bedeutung und Struktur der Milchviehhaltung auf nationaler Ebene und im internationalen Vergleich	165
9.1.1	Agrarpolitischer Rahmen und Marktsituation	165
9.1.2	Strukturdaten	166
9.1.3	Entwicklungsperspektiven milchviehhaltender Betriebe	172
9.2	Wirtschaftlichkeit	176
9.2.1	Allgemeine Wirtschaftlichkeitsfragen auf Ebene des Produktionsverfahrens	176
9.2.2	Spezielle Fragen der Wirtschaftlichkeit	180
9.2.3	Wirtschaftlichkeit bei ökologischer Produktion	183
9.3	Vermarktung	184
9.4	Zusammenfassung	184
10	Tabellenanhang (P. Lebzien)	185
11	Literaturverzeichnis	200

1 Rinderhaltung und Milcherzeugung (W. Brade)

Im Jahre 1974 lebten vier Milliarden Menschen auf der Erde; 1999 überschritt die Weltbevölkerung die Sechs-Milliarden-Grenze und im Jahre 2012 werden bereits mehr als 7 Milliarden Menschen auf unserer Welt leben. Nie zuvor haben so viele Menschen so viele Ressourcen derart intensiv genutzt wie heute. Die Bewältigung des rapiden Wachstums der Weltbevölkerung und die Bereitstellung ausreichender Mengen an qualitativ hochwertigen Lebensmitteln sind Schlüsselfragen für die Zukunft der Menschheit.

Das Rind ist ein Haupterzeuger an Nahrungsmitteln tierischer Herkunft. Der Rinderbestand der Erde umfasst zurzeit mehr als 1,3 Milliarden Tiere. Diesem Bestand sind noch etwa 175 Millionen Büffel hinzuzurechnen. Die Weltmilcherzeugung wächst kontinuierlich, allerdings mit deutlich regionalen Unterschieden. Im Jahr 2002 betrug die Weltmilcherzeugung rund 594 Millionen Tonnen, davon entfielen 84 Prozent auf Kuhmilch. Rinder nutzen als Wiederkäuer vorwiegend Futtermittel, die für die menschliche Ernährung ungeeignet sind. Dazu zählen alle Grundfuttermittel (Gras, Leguminosen, Stroh u.a.). Die im Pansen lebenden Mikroorganismen können aus Nicht-Eiweiß-Verbindungen Protein erzeugen, so dass die Wiederkäuer weitgehend unabhängig von der Proteinqualität sind. Sie stellen somit in der Regel keine Nahrungskonkurrenz zum Menschen dar. Vielmehr wird durch diese Art der „Veredelung“ die Ernährungsbasis des Menschen um biologisch hochwertige Nahrungsmittel tierischen Ursprungs erweitert. Ein Liter Vollmilch enthält (in Mitteleuropa) im Mittel 32 g Eiweiß, 40 g Fett, 48 g Milchzucker (Laktose) sowie verschiedene lebensnotwendige Mineralstoffe (vor allem Calcium und Phosphor) aber auch Spurenelemente und Vitamine. Mit einem Liter Milch wird der Tagesbedarf eines erwachsenen Menschen an Eiweiß, d. h. an wichtigen Aminosäuren nahezu vollständig gedeckt. Neben der Milch ist Rindfleisch eine weitere Quelle für tierisches Eiweiß. In Afrika, Amerika und Ozeanien stellt Rindfleisch sogar die wichtigste Eiweißquelle tierischen Ursprungs dar. Prognosen der FAO bezüglich des Verbrauchs an tierischen Erzeugnissen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Sie lassen sich wie folgt interpretieren:

- in den Industrieländern wird die Nachfrage nach Nahrungsmitteln tierischer Herkunft, ausgehend von einem hohen Niveau, nur noch geringe Steigerungsraten aufweisen;
- in den Entwicklungsländern wird die Nachfrage hingegen schnell weiter wachsen. Dies ist einerseits auf das stärkere Bevölkerungswachstum und andererseits auf den zunehmenden Pro-Kopf-Verbrauch, ermöglicht durch wirtschaftliches Wachstum, zurückzuführen.

Tab. 1: Prognostizierter Verbrauch einiger tierischer Erzeugnisse bis 2030

	Gesamtverbrauch Mio. t/Jahr			Pro-Kopf-Verbrauch (kg/Jahr)		
	Ø 1997-99	2015	2030	Ø 1997-99	2015	2030
Industrieländer:						
Rindfleisch	30	31	32	22	23	23
Schweinefleisch	37	40	41	28	29	29
Geflügelfleisch	29	38	46	22	28	33
Milchprodukte ¹⁾	255	273	284	195	203	209
Entwicklungsländer:						
Rindfleisch	28	41	56	6	7	8
Schweinefleisch	50	70	84	11	12	12
Geflügelfleisch	32	61	96	7	11	14
Milchprodukte ¹⁾	204	329	452	45	55	66

1) Der Verbrauch von Milchprodukten wurde in Eiweißäquivalenten umgerechnet.

Quelle: FAO (2002): World agriculture: towards 2015/2030

Die Milchrinderhaltung in den Staaten der EU ist so umfangreich und leistungsfähig, dass sie den hier vorhandenen Bedarf an Milch und Milcherzeugnissen überschreitet (Tab. 2). Die Gesamtzahl der Rinder in der EU-25 beträgt - nach den Bestandserhebungen vom Dezember 2004 - über 86 Mio. Tiere. Die Anzahl Milchkühe sank (gegenüber dem Vorjahr) EU-weit um 2,4 % auf 23,382 Mio. Stück.

Tab. 2: Anzahl Milchkühe in der EU-25 (in 1.000); Dezember 2004

Land	Anzahl	Land	Anzahl
Belgien	571	Luxemburg	41
Tschechien	429	Ungarn	304
Dänemark	569	Malta	8
Deutschland	4.287	Niederlande	1.502
Estland	115	Österreich	538
Griechenland	150	Polen	2.730
Spanien	1.040	Portugal	338
Frankreich	3.947	Slowenien	134
Irland	1.122	Slowakei	202
Italien	1.838	Finnland	318
Zypern	26	Schweden	401
Lettland	186	Großbritannien	2.152
Litauen	434		
EU-25 (insgesamt)		23.382	

Quelle: nach Angaben von EUROSTAT

In den verschiedenen Regionen sind jedoch Struktur und Leistungsniveau der Rinderhaltung ebenso wie die Verzehrgewohnheiten nicht einheitlich. Große Unterschiede sind sowohl in der Selbstversorgung als auch in der Produktivität der Rinderbestände zu beobachten.

Tab. 3: Mittlere Leistung der Milchkühe in ausgewählten EU-Ländern (in 2003)

Land	kg Milch/Kuh	Land	kg Milch/Kuh
Schweden	8.073	Portugal	6.252
Dänemark	7.889	Frankreich	5.948
Niederlande	7.494	Italien	5.680
Finnland	7.569	Spanien	5.640
Großbritannien	6.766	Österreich	5.593
Deutschland	6.537	Irland	4.823

Quelle: ADR Nr. 02/2005

Das Rind ist - gemessen an den Verkaufserlösen - die wichtigste Nutztierart in Deutschland. Allein auf die Milcherzeugung entfallen mehr als 25 % der Gesamt-Verkaufserlöse landwirtschaftlicher Erzeugnisse. Der Wert der jährlichen Milcherzeugung beträgt mehr als 8,5 Mrd. €. Der Strukturwandel in der deutschen Milchrinderhaltung verläuft rasant. Er ist gekennzeichnet durch den Ausstieg zahlreicher kleinerer Milcherzeuger sowie eine Aufstockung der Milchkühe in größeren Beständen. Nach den Viehzählungsergebnissen vom November 2004 nahm die Zahl der Milchkühhalter um 3 % auf 113.500 und die Zahl der Milchkühe um 1,2 % auf 4,287 Mio. ab. Die durchschnittliche Bestandsgröße stieg im gleichen Zeitraum um 1,2 auf 38,3 Kühe an.

Die durchschnittliche Herdengröße für die MLP-Betriebe (MLP= Milchleistungsprüfung) in Bayern und Baden-Württemberg lag in 2004 bei 31,5 Kühen – das sind 8 Kühe mehr als 1991. Die Wachstumsschwelle der Betriebe lag bei 40 Kühen. Die meisten Kühe wurden in der Betriebskategorie 60 bis 80 Kühe aufgestockt. Der Anteil der Milchkühe in Betrieben mit über 100 Kühen lag bei 2,5 %. In den übrigen alten Bundesländern („Nordwesten“) standen 42 % der MLP-Kühe in 39 % der MLP-Betriebe des Bundesgebietes. Hier stieg die mittlere Herdengröße in 2004 auf 51,2 Kühe an. Die Wachstumsschwelle der Betriebe lag bei 60

Kühen; in der Betriebskategorie 100 bis 200 Kühe fand jedoch die größte Aufstockung statt. Der Anteil der Milchkühe in Betrieben mit über 100 Kühen lag bei 18,5 %.

In Ostdeutschland stieg in 2004 die mittlere Herdengröße der MLP-Betriebe auf 205,5 Kühe an. Die größte Aufstockung erlebte die Kategorie über 500 Kühe, in der inzwischen 34 % aller Milchkühe gehalten werden.

Wenn sich dieser Entwicklungstrend fortsetzt, wird es im Jahr 2010 in Deutschland noch etwa 77.000 Milchkuhhalter mit 3,95 Mio. Milchkühen geben. Überall wird es zur beschleunigten Nutzung moderner Haltungsverfahren kommen. Die Durchschnittsherde in Bayern und Baden-Württemberg hätte dann im Jahre 2010 etwa 35, diejenige in Nordwestdeutschland etwa 60, und die Durchschnittsherde in den neuen Bundesländern über 180 Milchkühe.

2 Milchbildung, Milchgewinnung und Milchqualität

2.1 Euter und Milchbildung (W. Brade)

2.1.1 Entwicklung und Wachstum der Milchdrüse

Die Milchdrüse (Euter, Mamma) ist eine spezialisierte *Hautdrüse*. Das milchbildende Gewebe wird schon beim Embryo angelegt (unabhängig vom Geschlecht). Entwicklung und Wachstum des Euters vollziehen sich in mehreren Phasen: Fötal-, Pubertäts-, Trächtigkeitsphase.

Mit dem Eintreten der Geschlechtsreife kommt es im weiblichen Tier - hormonell gesteuert - zur weiteren Ausbildung der Drüse. Für eine vollständige Entwicklung der Milchdrüse sind daher intakte Eierstöcke (= Ausschüttung von Follikelhormonen) und eine voll funktionsfähige Hirnanhangdrüse (= Hypophyse) erforderlich. Die eigentliche Ausreifung der Milchdrüse erfolgt mit dem Eintritt der ersten Trächtigkeit.

2.1.2 Aufbau der Milchdrüse

Das Euter der Kuh besteht aus vier voneinander getrennten Vierteln (= Drüseneinheiten). Jede dieser Drüseneinheiten besitzt eine Zitze („Strich“), in die das „Zisternensystem“ einleitet.

Die Milchdrüse ist durch elastische Bindegewebsbänder (sogenannte Faszien) an der Bauchwand aufgehängt. Vor allem zwei starke Faszien, die von der gelben Bauchhaut abspalten, umfassen die beiden Euterhälften, die gleichzeitig dadurch vollständig voneinander getrennt werden. Zusätzlich umfasst eine unter der Haut liegende elastische Kapsel straff das ganze Euter. Von dieser Kapsel dringen Bindegewebszüge in das Euter ein und bilden so ein fein gegliedertes Bindegewebsgerüst.

Ein überproportionaler Anteil des Bindegewebes - zu Ungunsten des Drüsenanteils - führt zu dem unbeliebten „Fleischeuter“. Dieses lässt sich durch seine derbe Konsistenz relativ leicht ertasten.

Eine Überdehnung des Aufhängeapparates, der zu den so genannten durchgeschossenen Eutern (= Pendeleutern) führt, kann durch eine gezielte Vorbereitungsfütterung auf die Laktation (zumindest in Grenzen) vorgebeugt werden (vgl. Kapitel „Fütterung“). Die Beachtung der Euterform und -größe im Züchtungsprozess findet hier - aufgrund möglicher Störungen der Blutversorgung und Abfluss der Lymphe sowie eines höheren Risikos für Euter- und Zitzenverletzungen - seine Berechtigung. Dazu kommen weitere Störungen im Rahmen des Melkvorganges.

Die eigentliche Milchbildung erfolgt in den Epithelzellen der Alveolen. Die Alveolen stellen die Grundeinheit des gesamten Drüsenkörpers dar. Alveolen haben einen Durchmesser von etwa 0,1 bis 0,25 mm und weisen eine charakteristische Bläschenform auf. Ein Drüsenläppchen umfasst zwischen acht und 120 Alveolen.

Das Innere einer Alveole besitzt eine einzelne Schicht sekretorischer Epithelzellen (Abb.1). Neben dem einschichtigen Drüsenepithel sind die Basalmembran sowie kontraktile Myoepithelzellen zu nennen. Der Hohlraum (Lumen) der Alveolen mündet in der Regel in einen eigenen Ausführungsgang. Die Myoepithelien kontrahieren unter dem Einfluss von *Oxytozin*, und pressen so die von den Epithelzellen in das Lumen der Alveolen abgegebene Milch in das milchabführende Röhrensystem der Milchdrüse.

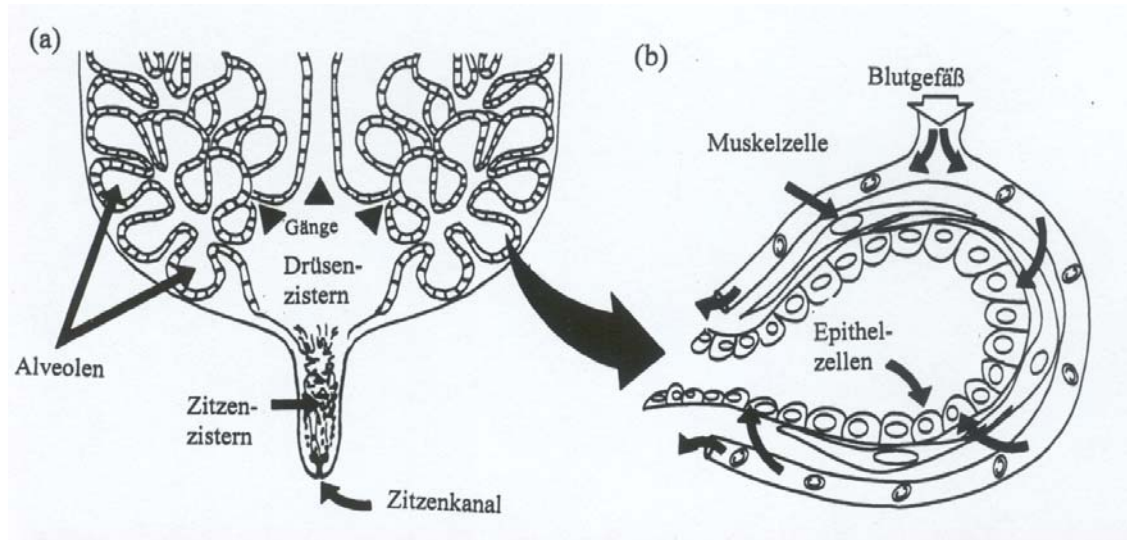


Abb. 1: Querschnitt durch eine Milchdrüse (a) und eine Alveole (b)

Quelle: Harding, 1995 (modifiziert)

Die in den Alveolen gebildete Milch wird in der Zisterne („Milchsammelraum“) gesammelt und kann dann durch den Zitzen- bzw. Strichkanal nach außen abgegeben werden.

Die enorme Stoffwechselleistung des Euters, speziell seiner Drüsenzellen, erfordert eine ständige Blutversorgung. Für die Erzeugung von 1 l Milch müssen etwa 500 l Blut das Euter durchfließen (Tab. 4).

Tab. 4: Blutflüsse bei einer Hochleistungskuh (45 l Milch/Tag)
(Orientierungswerte)

Blutmenge je l Milch durch die Milchdrüse: ~ 500
Blutmenge je Tag durch Milchdrüse: 25.000 l bzw. 25 t
Durchschnittliches Herzminutenvolumen: 64 l
Herzvolumen pro Tag: ~ 100.000 l

Die Sicherstellung der ständigen Blutversorgung erfolgt durch ein umfangreiches Blutgefäßsystem. Drei große Gefäßsysteme sichern den arteriellen Zufluss (Karg und Claus, 1984):

- die äußere Schamarterie (Hauptarterie)
- die Schenkelspaltarterie (Nebenarterie)
- die Milchdrüsenarterie (versorgt von 2 Nebenarterien der vorderen Bauchwandarterie).

Das venöse Blut wird durch drei große Blutgefäße wieder abgeführt:

- die äußere Schamvene
- die Bauchhautvene, auch „Milchader“ genannt
- die Schenkelspaltvene (spezieller Ast der inneren Schamvene).

Das Fassungsvermögen der abführenden Venen übertrifft das der zuführenden Arterien deutlich. Eine Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes im Euter ist die Folge, die wiederum einen effektiven Stoffaustausch sicherstellt.

2.1.3 Endokrine Grundlagen

Mit dem Blut werden auch Hormone transportiert, die zur Regulation der Euterfunktionen beitragen. Diese Hormone werden in unterschiedlichen endokrinen Drüsen des Körpers gebildet (z. B. Hypophyse, Schilddrüse etc.) und zu den verschiedensten Organen einschließlich des Euters befördert. So erfolgt beispielsweise die strukturelle Entwicklung der Milchdrüse unter dem Einfluss verschiedener Östrogene, des in den Gelbkörpern (Corpora lutea) gebildeten Progesterons und des Wachstumshormons bST (= bovines Somatotropin). Das Insulin stimuliert u.a. die Entwicklung des milchbildenden Epithels. Das Prolaktin (abgeleitet vom lateinischen Wort für Milch „lac“), das eine gewisse strukturelle Ähnlichkeit mit dem bST hat, ist für die Auslösung der Laktation bzw. deren Aufrechterhaltung erforderlich. Für die Verteilung der zugeführten Nährstoffe spielt das bST eine Schlüsselrolle. Es fördert die Fettmobilisierung (= Lipolyse) und führt über vermehrte Glukose-Mobilisierung zu einer erhöhten Laktose-Synthese und Milchleistung. Die Laktogenese (=Einsetzen der Laktation) wird zum Geburtszeitpunkt durch den Anstieg der Prolaktin- und der ACTH-Sekretion (ACTH = adrenokortikotropes Hormon) stimuliert. Die Glukokortikosteroide sind an der Entwicklung der für die Synthese der Milchinhaltstoffe notwendigen Organellen der milchbildenden Zellen (Alveolarzellen) beteiligt und fördern die Glukoneogenese (Neubildung von Glukose). Bei Abnahme des Glukosegehaltes im Blutplasma nimmt die Milchbildung ab. Schließlich wird die Abgabe der Milch aus der Milchdrüse (Ejektion) durch das Hormon Oxytozin stimuliert.

2.1.4 Milchbildung

Die Vorgänge der Milchbildung sind weitestgehend geklärt. Jede milchbildende Zelle im Drüsengewebe erbringt alle Syntheseleistungen im Rahmen der Milchbildung. Milch wird im Euter kontinuierlich gebildet. Etwa 2/3 der Milchmenge ist - bei 12-h-Zwischenmelkzeit - als Alveolarmilch vorhanden, während 1/3 in der Zisterne enthalten ist. Die meisten Milchbestandteile werden in der Milchdrüse synthetisiert, nur wenige treten aus dem Blut in die Milch über.

Die **Laktose** ist der charakteristische **Milchzucker**, der praktisch ausschließlich in der Milchdrüse vorkommt. Laktose ist ein Zweifachzucker (= Disaccharid), der aus den beiden Monosacchariden, Galaktose und Glukose, aufgebaut wird. Die Laktose wird in den Alveolarzellen der Milchdrüsen - hauptsächlich aus der mit dem Blut an das Euter herangeführten Glukose - gebildet. Nur ein kleiner Teil wird aus Essigsäure- bzw. Propionsäureresten oder auch aus desaminierten Aminosäuren aufgebaut (vgl. Kapitel „Fütterung“).

Die Laktose bedingt den süßen Geschmack der Milch. Für die Milchbildung jedoch entscheidender ist, dass Laktose - neben einigen Mineralstoffen - osmotisch wirksam ist. Die in das Alveolenlumen abgegebene Laktose „zieht Wasser nach“, so dass das osmotische Gleichgewicht wieder hergestellt wird. Die Laktose ist so an der Regulierung der erzeugten Milchmenge mitbeteiligt.

Laktosetoleranz/-intoleranz bei Menschen: Um die Laktose aufzuspalten und die beiden Zucker verwerten zu können, wird ein Enzym benötigt, die **Laktase**. Dieses Enzym ist auf der äußeren Oberfläche der Zellen der inneren Darmwand des Menschen zu finden, wo die

Spaltung zu Glukose und Galaktose stattfindet, bevor die Zucker von den Darmzellen aufgenommen werden. Ohne Laktase verbleibt die Laktose also ungespalten im Darm. Dieses Disaccharid bindet nun aber wiederum Wasser, das vom Körper nicht aufgenommen werden kann; außerdem bauen die Bakterien der Darmflora das Disaccharid teilweise zu Kohlendioxid ab. Wenn die Laktose nicht durch Laktase gespalten wird, sind Durchfall und Blähungen die unangenehmen Folgen. Da Laktose nur in der Milch vorkommt, wird die Laktase eigentlich nur im Säuglingsalter zur Verdauung benötigt. Deshalb ist der menschliche Körper üblicherweise darauf programmiert, die Herstellung der Laktase im zweiten bis dritten Lebensjahr einzustellen. Menschen mit Laktosetoleranz bilden aber auch im Erwachsenenalter genügend Laktase, um die Laktose der Milch verdauen zu können. Sie gehören aber einer Gruppe an, die nur im eurasischen Raum, insbesondere im nördlichen und mittleren Europa, zu finden ist. Asiaten oder Afrikaner stellen üblicherweise die Bildung von Laktase im Darm nach dem Säuglingsalter ein. Sie zeigen deshalb eine **Laktoseintoleranz** mit den oben beschriebenen Unannehmlichkeiten (vgl. Schmidt, 2003).

Das **Milchfett** wird in der Milchdrüse aus Fettsäuren und Glycerin aufgebaut. Die kurzkettigen, die mittelkettigen und die Fettsäuren, die 14 bis 16 C-Atome (=Kohlenstoff-Atome) enthalten, werden nahezu ausschließlich aus im Pansen gebildeten kurzkettigen Fettsäuren (z.B. Essigsäure) aufgebaut. Die langkettigen Fettsäuren mit 16 oder mehr C-Atomen werden aus langkettigen Fettsäuren des Blutes gebildet. Da die Ausgangsstoffe für die *Fettsynthese* somit im Wesentlichen von den Pansenmikroben beim Kohlenhydratabbau erzeugt werden, besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Futterration, Pansenfunktion und Milchfettsynthese (vgl. Kapitel „Fütterung“).

Das Milcheiweiß entsteht aus Aminosäuren, die durch das Blutplasma in das Euter gelangen. Die Eiweißsynthese wird genetisch gesteuert. Innerhalb der verschiedenen Proteinfractionen treten i. d. R. mehrere genetische Varianten auf. Die zugeführten Aminosäuren werden vor allem im Pansen mikrobiell gebildet. Die **Kaseine**, das **β -Laktoglobulin** und das **α -Laktalbumin** werden erst in der Milchdrüse synthetisiert. Alle dafür erforderlichen essentiellen Aminosäuren, die zum Aufbau dieser **Proteine** in der Milchdrüse notwendig sind, werden dem Blut entnommen. In der Milchdrüse selbst gebildet werden die Aminosäuren Tyrosin und teilweise Alanin. Im Unterschied zu den oben genannten Proteinen werden demgegenüber das **Serumalbumin** und die **Immunglobuline** direkt dem Blut entnommen. Gleichfalls werden Vitamine und Mengen- und Spurenelemente aus dem Blut übernommen.

2.1.5 Milchzusammensetzung

Milch genießt als Nahrungsmittel ein hohes Ansehen. Sie enthält nahezu alle essentiellen Nahrungsfaktoren in ausreichenden Mengen. Milch ist eine Öl-in-Wasser-Emulsion, d.h. das Fett ist in Form kleinster Fettkügelchen im Milchserum verteilt; Zucker, Salze und Eiweiße liegen gelöst vor. Für die weiße Farbe der Milch sind sowohl das Milchfett als auch die Kaseinfraction der Milch verantwortlich. Die winzigen Fettkügelchen reflektieren ebenso wie das Kasein das einfallende Licht.

Die Zusammensetzung der Milch weist deutliche Unterschiede zwischen den Rassen auf, die sich vor allem auf den Milchfett- und Milcheiweißgehalt (weniger auf den Laktosegehalt) beziehen. Daneben sind deutliche Veränderungen in der Zusammensetzung der Milch im Verlauf der Laktation zu nennen. Die entscheidendsten Komponenten der Milch stellen die Milchproteine (2,8 bis 4,2 %), das Milchfett (3,0 bis 7,0 %) und die Laktose (4,6 bis 5,0 %) dar. Daneben enthält Milch wichtige Mineralstoffe, aber auch Vitamine und Hormone. Von den stickstoffhaltigen (= N-haltigen) Verbindungen der Milch entfallen etwa 5 % des Stickstoffs auf die Nichtproteinverbindungen (= NPN, z.B. in Form von Harnstoff, freien Aminosäuren, Phospholipiden) und etwa 95 % auf die verschiedensten Milchproteine. In der Tabelle 5 sind einige Orientierungswerte für die Kuhmilch genannt:

Tab. 5: Hauptbestandteile der Kuhmilch
(Orientierungswerte für Holsteins)

Kenngröße	%
Trockensubstanz	12,0 bis 12,8
Gesamteiweiß	3,0 bis 3,7
Kaseine	2,4 bis 2,8
Fett	3,1 bis 4,8
Laktose	4,6 bis 4,8
Asche	~ 0,8

Eine Übersicht über die stickstoffhaltigen Verbindungen der Milch wird in Abbildung 2 gegeben.

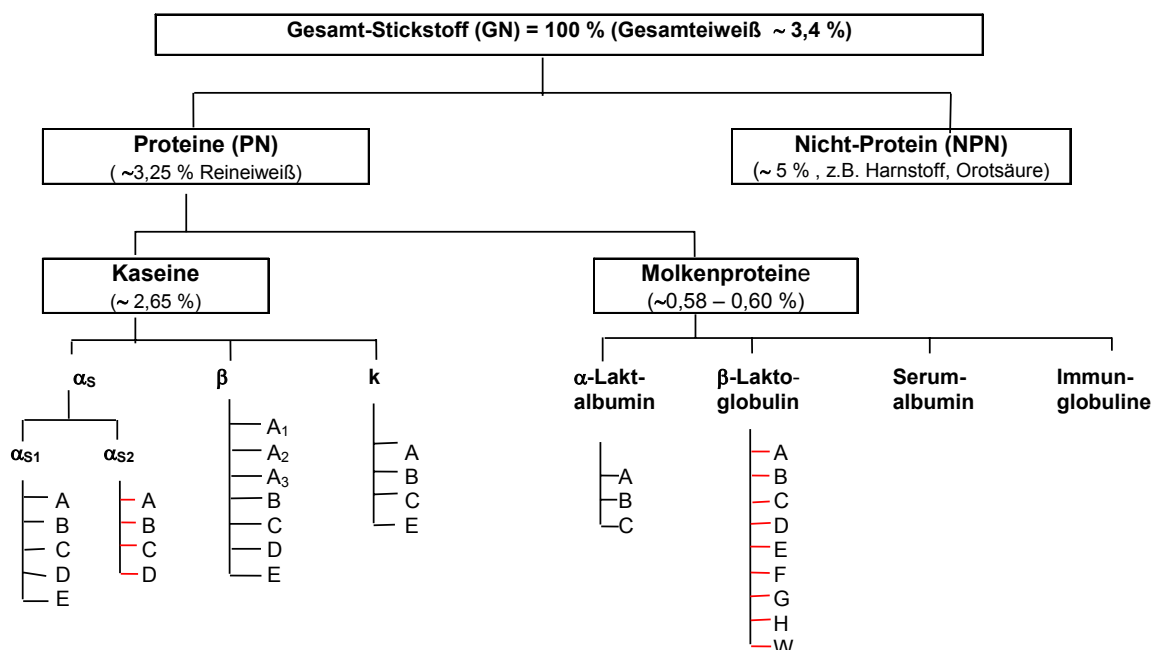


Abb. 2: Wichtige stickstoffhaltige Verbindungen in der Milch (Übersicht)

Die Milchproteine lassen sich vereinfacht in zwei Gruppen einteilen: Kaseine und Molkenproteine.

Die Kaseine sind eine sehr heterogene Gruppe. Sie fallen bei einem pH-Wert von etwa 4,6 und 20 °C aus und bilden die Grundlage für die Käseerzeugung. Zu den Molkeproteinen gehören neben dem α -Laktalbumin und dem β -Laktoglobulin das Serumalbumin und die Immunglobuline. Die Molkenproteine Laktalbumin und Laktoglobulin sind hitzeempfindlich. Die Kaseine sind generell hitzestabiler als die Molkenproteine.

[Warum sind Proteine überhaupt wärmeempfindlich? Die Funktionen und Eigenschaften eines Proteins werden von seiner räumlichen Struktur bestimmt. Die Peptidketten der meisten Proteine bilden feste (aber nicht starre) dreidimensionale Strukturen aus. Bei Zufuhr von Wärme werden die Bewegungen der Atome im Protein immer stärker. Von einer bestimmten Temperatur an ist diese Bewegung so groß, dass sich einige der „schwachen“ chemischen Bindungen lösen, die für die Strukturhaltung wichtig sind. Das Protein verliert dadurch seine ursprüngliche Gestalt, es „denaturiert“ und wird unlöslich - wie man es am Eiklar eines Spiegeleis gut beobachten kann. Bei welcher Temperatur ein Protein denaturiert, hängt von seiner Zusammensetzung ab (vgl. Schmidt, 2003). Enthält es sehr viele die Struktur stabilisierende Disulfidbrücken, wie z. B. das Keratin im Haar, dann kann es einer Erwärmung länger widerstehen.]

Molkenproteine denaturieren bei einer Temperatur von ca. 74 °C. Wenn man also Milch über diese Temperatur hinaus erhitzt, dann werden einige dieser Disulfidbrücken der Molkenproteine gespalten. Zusätzlich entsteht Schwefelwasserstoff. Dieser trägt zum typischen Geschmack gekochter Milch bei. Die Molkenproteine werden durch das Denaturieren aber nicht unlöslich, da die Bildung „komplexer“ Verbindungen mit Kaseinen ihr Ausfallen verhindert. Nur an der Oberfläche kochender Milch verdunstet so viel Wasser, dass die Komplexe wegen ihrer hohen Konzentration ausfallen und eine „Haut“ von unlöslichen Proteinen bilden.

[Zum Geschmack gekochter Milch trägt noch eine weitere Verbindung bei: **Methional**, ein Produkt der Aminosäure Methionin (Schmidt, 2003). Es entsteht nicht nur beim Erhitzen von Milch. Schon die Energie von Lichtstrahlen reicht aus, um die Bildung von Methional zu aktivieren. Zusätzlich werden Vitamine zerstört, wenn man Milch erhitzt oder dem Licht aussetzt. Milch sollte deshalb grundsätzlich in lichtundurchlässigen Gefäßen wie braunen Glasflaschen oder Pappbehältern aufbewahrt werden, um die Inhaltsstoffe zu schützen (Schmidt, 2003).]

Zu vermerken bleibt, dass ein hoher genetischer Polymorphismus (= Vielgestaltigkeit) für die verschiedenen Kaseine oder das β -Laktoglobulin vorliegt. Auch ist die Häufigkeit der zugehörigen verschiedenen Gene (=Allele) in den einzelnen Rassen unterschiedlich. Die verschiedenen Varianten der polymorphen Milchproteingenorte sind somit mögliche Kenngrößen zur Charakterisierung von Rassen und deren Verwandtschaften

Für das κ -Kasein (= kappa-Kasein) (mit 4 differenzierten Allelen (A, B, C und E) und somit $2^4 = 16$ mögliche Genkombinationen) konnte gezeigt werden, dass der Genotyp BB Vorteile in der „Hartkäseausbeute“ besitzt. Zusätzlich führt die Variante κ -Kasein BB, im Vergleich zur Variante κ -Kasein AA, zu einer wesentlich kürzeren Gerinnungs- und Verfestigungszeit sowie zu einer höheren Festigkeit der Labgallerte. Da gleichzeitig auch technologische Bearbeitungsmöglichkeiten bekannt sind, die Gerinnungseigenschaften von schlecht gerinnender Milch zumindest anheben, relativieren sich diese Vorzüge zum Teil wieder. Sie bleiben bedeutungslos, falls die erzeugte Milch nicht gezielt zur Käseproduktion verwendet wird.

Da sich Fett mit Wasser nicht mischt, liegt es in der Milch in Form feinsten Tröpfchen vor („Öl-in-Wasser-Emulsion“). Die Fettkugeln enthalten im Inneren kristallines Butterfett, das von flüssigem Butterfett umgeben ist. Das Verhältnis zwischen kristalliner und flüssiger Phase ist temperaturabhängig. Zur Stabilisierung dieser Emulsion, sind die Tröpfchen von einer kompliziert zusammengesetzten Hülle umgeben. Sie dient gleichzeitig dazu, die Kügelchen in Schwebelage zu halten. Auch wird damit ein Aufrahmen verhindert. Fette gehören zu den so genannten hydrophoben (= „wasserfürchtenden“) Substanzen. Die Fetttropfen der Milch werden bereits in der Milchdrüse mit einer hydrophilen (= „wasserliebenden“) Hülle „ausgerüstet“. Die milchbildenden Zellen der Milchdrüse umhüllen die Fette mit einer Membran, welche unter anderem Phospholipide enthält. Die Phospholipide wirken dabei als *Emulgatoren*, die sich mit ihren hydrophilen Phosphatgruppen zum Wasser und mit ihren hydrophoben Anteilen zum Fett ausrichten (Schmidt, 2003).

Der Durchmesser der Fettkügelchen beträgt zwischen 2,5 und 5 (10) μm . In einem Milliliter Milch finden sich zwischen zwei und sechs Mio. Fettkügelchen, deren Membranen zusammen gerechnet etwa 0,8 m^2 ausmachen (Kielwein, 1988). Aufgrund der Feinverteilung wird den fettspaltenden Verdauungsenzymen eine große Oberfläche „zur Verfügung gestellt“, so dass das Milchfett im menschlichen Darm schnell abgebaut werden kann.

Das *Milchfett* stellt keine einheitliche chemische Substanz dar (Tab. 6).

Tab. 6: Wichtige Fettsäuren im Gesamtfett der Kuhmilch und ihr prozentualer Anteil

Gesättigte Fettsäuren	chemische Struktur	%
Buttersäure	$C_4H_8O_2$	3,2
Capronsäure	$C_6H_{12}O_2$	0,6
Caprylsäure	$C_8H_{16}O_2$	1,0
Caprinsäure	$C_{10}H_{20}O_2$	2,9
Laurinsäure	$C_{12}H_{24}O_2$	4,8
Myristinsäure	$C_{14}H_{28}O_2$	11,8
Palmitinsäure	$C_{16}H_{32}O_2$	27,4
Stearinsäure	$C_{18}H_{36}O_2$	10,4
Einfach ungesättigte Fettsäuren		
Myristoleinsäure	$C_{14}H_{26}O_2$	1,8
Palmitoleinsäure	$C_{16}H_{30}O_2$	2,6
Ölsäure	$C_{18}H_{34}O_2$	22,9
Mehrfach ungesättigte Fettsäuren		
Linolsäure	$C_{18}H_{32}O_2$	3,6
Linolensäure	$C_{18}H_{30}O_2$	1,1

Quelle: Kielwein (1988, gekürzt)

Die Zusammensetzung des Milchfettes ist charakterisiert durch einen relativ hohen Gehalt an niederen und mittelkettigen Fettsäuren. Das bewirkt den niedrigen Schmelzpunkt und die gute Verdaulichkeit.

Das Milchfett setzt sich generell aus gesättigten und ungesättigten Fettsäuren zusammen. Der Anteil ungesättigter Fettsäuren ist für die Streichfähigkeit der Butter bedeutsam. Er ist von der Energiebilanz der Milchkuh und der Fütterung abhängig. So genannte konjugierte Linolsäuren (= *englisch: conjugated linoleic acids; kurz: CLA*) finden - aufgrund ihrer antikanzerogenen (= Krebsentwicklung hemmenden) Eigenschaften - zunehmendes Interesse. Milch von Wiederkäuern weist relativ hohe CLA-Gehalte auf (siehe Kapitel „Fütterung“).

Allerdings unterliegt der CLA-Gehalt in der Milch und den Milchprodukten einer außerordentlich hohen Variation.

Im Milchfett sind fettlösliche Vitamine (vor allem Vitamin A) enthalten. Daneben ist das Fett Träger der Aromastoffe, die den für die Milch charakteristischen Geschmack ausmachen.

Der Gehalt an *fettlöslichen Vitaminen* in der Milch ist – vergleichsweise gegenüber den wasserlöslichen Vitaminen – von der Fütterung und Haltung der Tiere abhängig. Im Durchschnitt rechnet man mit einem **Vitamin-A-Gehalt** von 120 bis 150 I.E. pro 100 ml Milch.

Somatische Zellzahl der Milch: Die Milch gesunder Tiere enthält im Mittel 50.000 bis 100.000 Zellen/ml. Der Zellgehalt der Milch ist somit Indikator für die Eutergesundheit und gleichzeitig milchqualitätsbestimmender Faktor. Zahlreiche Einflussfaktoren (Mastitis auslösende Faktoren [z.B. Infektionserreger], stressauslösende Faktoren [z.B. Futterumstellung], physiologische Faktoren [z.B. Laktationsstadium], Rasse, genetische Veranlagung) bestimmen den Zellgehalt der Milch (Tab. 7):

Tab. 7: Einflüsse auf den Zellgehalt der Milch

<p>Mastitisauslösende Faktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Infektionserreger - Toxine (Gifte) - Traumata (Gewalteinwirkungen) <p>Physiologische/pharmakologische Faktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Laktationsstadium u. Alter - Futterinhaltsstoffe - Milchfraktion bzw. Ausmelkgrad - Arzneimittel <p>Stressauslösende Faktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Futterumstellung - Transport u. Haltungsverfehlungen - Temperatur u. Jahreszeit <p>Spezifische Umweltfaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Haltungsforn/-bedingung - Melktechnik - Managementniveau <p>Genetischer Background</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rasse - Genotyp (innerhalb der Rasse) - Genetische Veranlagung für Melkbarkeit/ Euterform
--

Quelle: Heeschen (1994); ergänzt

Die Hauptzellarten (Granulozyten, Makrophagen und Lymphozyten) sind dabei dominierend. Im Verlauf einer Euterentzündung kommt es zu einer massiven Einschwemmung vor allem der Leukozyten aus dem Blut in die Milch. Ihr Anteil kann sich deshalb auf über 90 % erhöhen.

Zu erwähnen bleibt schließlich, dass die Zellzahl in verschiedenen Milchfraktionen [Vor-, Haupt- bzw. Nachgemelk] unterschiedlich ist (Tab. 8).

Tab. 8: Zellzahl und elektrische Leitfähigkeit der Milch in verschiedenen Milchfraktionen

Fraktion (Gewinnung)	Abkürzung	Zellzahl (SCC) (log ₁₀ /ml)	Leitfähigkeit (mS/cm)
erste Milchstrahlen (Hand)	FIM	4,80	
Vormilch (nach FIM mit Hand)	FOM	4,54	5,08
Hauptgemelk (Maschine)	F-1	4,66	5,03
	F-2	4,59	5,11
	F-3	4,65	5,13
	L-3	4,93	4,99
	L-2	5,06	4,93
	L-1	5,22	4,85
Nachgemelk (Hand)	SM	5,29	4,64

Quelle: Hamann u. Gyodi (1999)

Die Untersuchung der Zellzahl in praxi erfolgt auf verschiedenen Ebenen mit unterschiedlicher Zielsetzung:

Ebene: Viertelanfängsgemelk

- => zytobakteriologische Untersuchungen
- => Diagnostik

Ebene: Einzelgemelk

- => tierindividuelles Gesundheitsmonitoring
- => Zellzahl des Gesamtgemelks/MLP

Ebene: Tanksammelmilch

- => Sicherung einer hohen Güteklasse (Güteklasse 1)
- => Beurteilung des Gesundheitszustandes der Herde

„Mastitis“-Milch weist nicht nur eine deutlich erhöhte Zellzahl auf. Es sinkt gleichzeitig auch der Laktosegehalt.

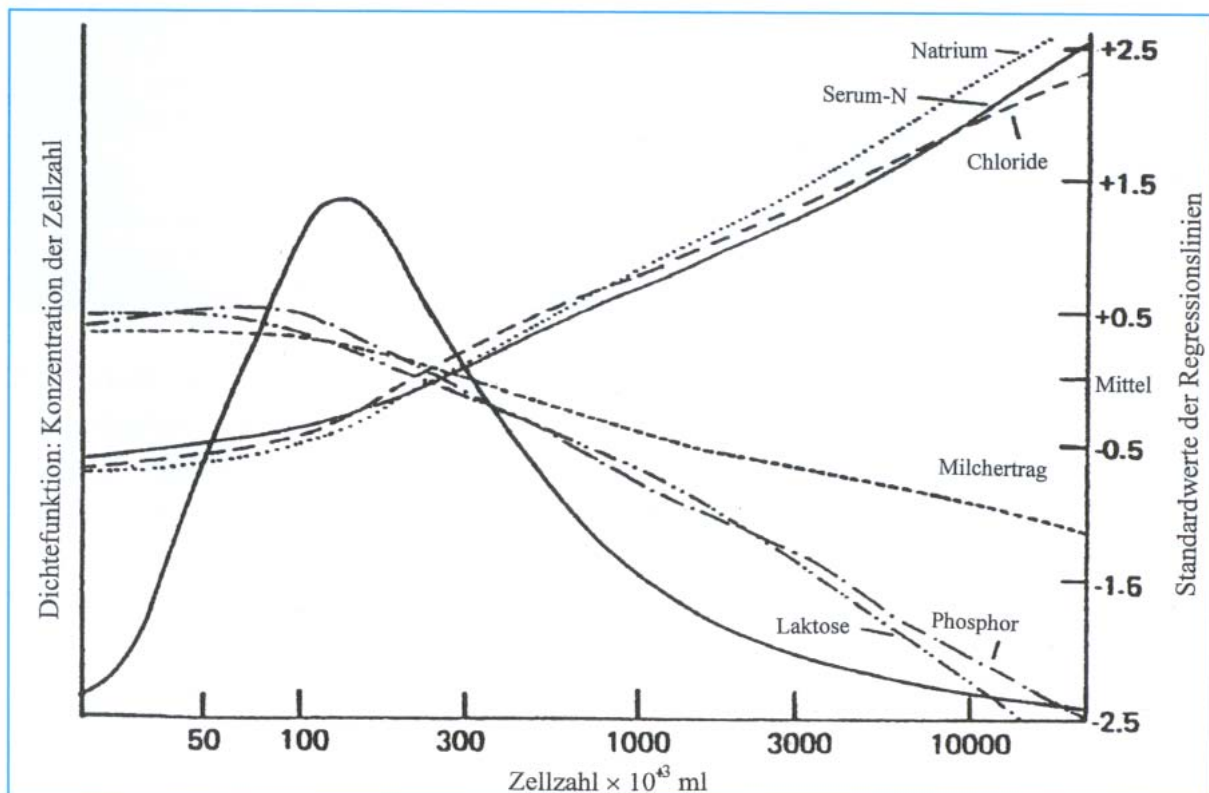


Abb. 3: Veränderung einiger Milchbestandteile in Abhängigkeit von der Zellzahl
(entnommen: Reichmuth u.a., 1992)

Durch die Veränderung der Durchlässigkeit der Blutgefäße bzw. Zellwände verändert sich das Anionen-Kationen-Niveau (Na^+ , K^+ , Cl^-) und infolgedessen die Leitfähigkeit. Der pH-Wert ist erhöht (Abb. 3).

2.1.6 Weitere Einflüsse auf die Milchleistung und -zusammensetzung

Neben der genetischen Veranlagung der Kuh bezüglich Milchleistung und Milchzusammensetzung sind zahlreiche weitere Einflüsse wie das Betriebsmanagement, der Kuhkomfort, die Qualität der Milchgewinnung, die praktizierte Fütterung, die Gesundheit des Tieres und sonstige zu nennen. Die Milchleistung und Zusammensetzung der Milch wird nicht nur von der Fütterung während der Laktation, sondern bereits von der Fütterung während der Aufzucht beeinflusst. Sie sind wesentlicher Teil des so genannten Herdeneffektes, der in der Zuchtwertschätzung berücksichtigt wird (vgl. Kapitel „Züchtung“).

Die Fütterung während der Laktation ist zweifellos einer der wesentlichsten Einflussfaktoren auf die Milchleistung und -zusammensetzung. Eine der erblichen Veranlagung der Kuh angemessene Milchleistung kann nur bei ausreichender Energie-, Protein- und Mineralstoff-

versorgung erhalten werden. Zu den sonstige Einflüssen gehören: das Alter, der Kalbmonat, die Zwischenkalbezeit, der Trächtigkeitszustand oder die Körpermasse der Milchkuh.

Laktationskurve und Alter der Kuh: Die Milchdrüse besitzt eine unterschiedliche Leistungsfähigkeit im Laktationsverlauf. Nach dem Abkalben steigt die Milchsekretion relativ schnell an. Sie erreicht 6 bis 8 Wochen nach dem Kalben einen Höhepunkt. Ein Abfall setzt - konstante Umweltbedingungen vorausgesetzt - nach dem 3. Laktationsmonat ein.

Nach der Milchleistung ist die Nutzungsdauer das wirtschaftlich bedeutsamste Merkmal in der Milchkuhhaltung. Die Wirtschaftlichkeit einer Kuh ist keinesfalls mit drei Laktationsleistungen erreicht (Abb. 4). Während ein hohes Leistungsvermögen auch eine effiziente Futterumwandlung widerspiegelt, kommt es bei einer langen Nutzungsdauer u.a. zu folgenden wünschenswerten Zusatzeffekten:

- volle Ausnutzung des altersbedingten Leistungsmaximums
- Reduzierung der anteiligen Aufzuchtkosten.

Neben der separaten Angabe der Laktationsleistung für Milchmenge oder Milchfettgehalt kann als Maßstab die *FCM-Leistung* (fat corrected milk) angegeben werden. International üblich ist die Bestimmung der FCM-Leistung nach folgender Formel: $FCM (kg) = \text{Milchmenge (kg)} \times 0,4 + \text{Fettmenge (kg)} \times 15$.

Der Energiegehalt pro Einheit Milch (kg) korreliert eng mit dem Fettgehalt. Durch die Angabe der FCM-Leistung wird eine bessere Vergleichbarkeit unterschiedlicher Leistungshöhen erreicht. Auf ähnlicher Basis basiert die Ermittlung der *energiekorrigierten Milch* (EKM). Die EKM-Leistung ist gleichfalls eine standardisierte Milchmenge mit etwa 4 % Fett.

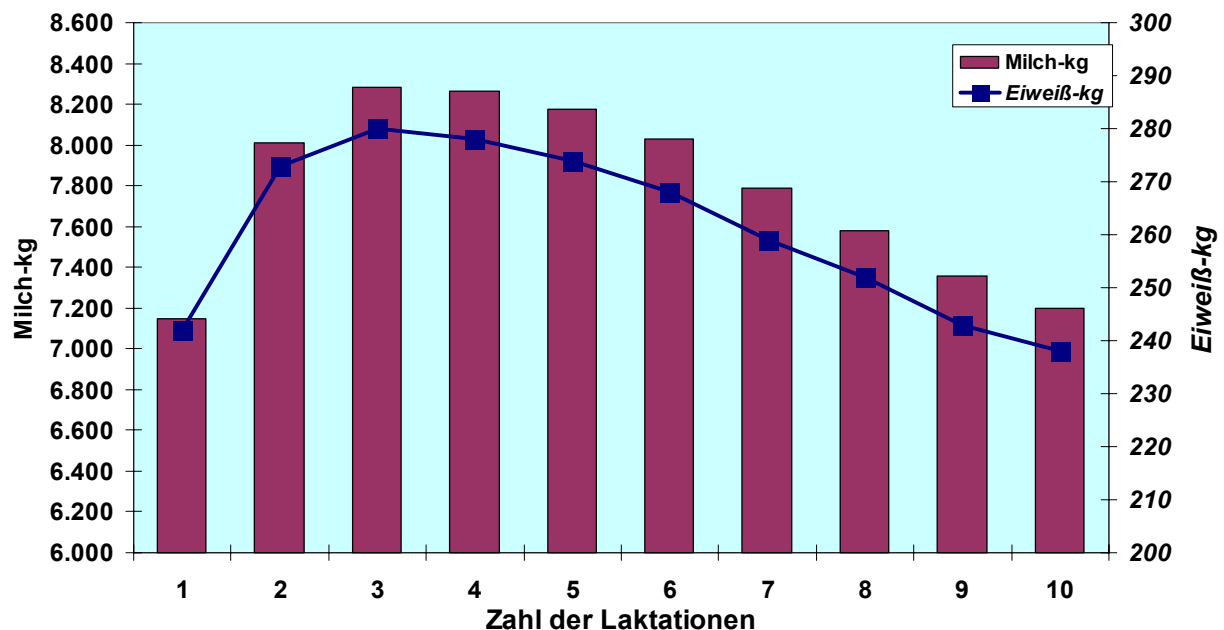


Abb. 4: Leistung von HF-Kühen in Niedersachsen in verschiedenen 305-Tage-Laktationen (Prüfjahr 2000/2001)

2.1.7 Kolostralmilchperiode

Das unmittelbar nach der Geburt von der Milchdrüse abgegebene Sekret ist die so genannte Kolostralmilch, die aufgrund ihres besonders hohen Gehaltes an Karotinen von gelblicher Farbe ist. Kolostralmilch weicht in ihrer Zusammensetzung erheblich von der Normalmilch ab. Kolostralmilch – gerinnt infolge ihres hohen Globulin- und Albumingehaltes - beim Kochen!

Zu erwähnen bleibt der hohe Gehalt der Kolostralmilch an zelligen Elementen, speziell an Leukozyten. Auch ist - im Falle einer Infektion der Milchdrüse - ein Ausscheiden von Infektionserregern mit der Kolostralmilch möglich.

Die Kolostralmilch darf nicht in den Handel gebracht werden!

Kolostralmilch ist Kälberfutter. Der Gehalt der Kolostralmilch an Immunglobulinen ist der nachgeburtlichen Kälberernährung angepasst. Sie dient der passiven Immunisierung der Neugeborenen. Der Immunglobulingehalt der Kolostralmilch sinkt bereits wenige Stunden p. p. relativ stark ab. Zusätzlich vermindert sich die Durchlässigkeit der Darmschleimhaut der Neugeborenen für die γ -Globuline, so dass die frühestmögliche Kolostralmilchgabe an das neugeborene Kalb als eine der bedeutsamsten Regeln der gesunden Kälberaufzucht gelten kann (vgl. Kapitel „Fütterung“).

2.2 Milchgewinnung und Melkhygiene (M. Spohr)

2.2.1 Melktechnik

Aufbau und Funktion der Melkanlage: Die heute gebräuchlichen Melkanlagen entziehen dem Euter die Milch, indem sie einen Unterdruck unter der Zitze produzieren (Abb. 5).

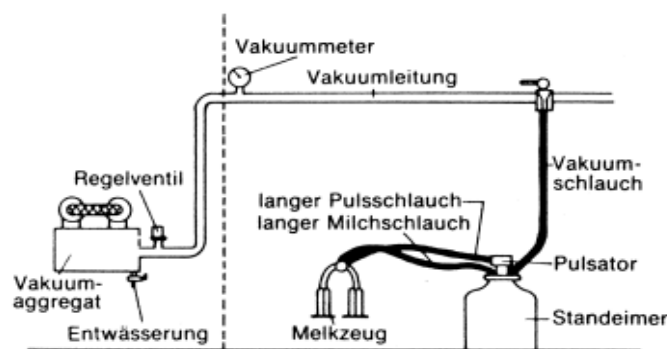


Abb. 5: Schemaskizze für eine Eimermelkanlage

Hierfür ist eine sog. Vakuumpumpe erforderlich, die während des Melkens ständig mehr Luft aus der Melkanlage entfernt, als über Undichtigkeiten und Luft einlassende Bauteile eindringt. Man unterscheidet zwei Bautypen, die ölgeschmierte und die Wasserring-Pumpe. Der von der Vakuumpumpe erzeugte Unterdruck ist deutlich höher, als für das Melken erforderlich und für die Kühe erträglich ist. Daher muss durch ein sog. Regelventil soviel Luft in das Melksystem eingelassen werden, dass der angestrebte Unterdruck (Melkvakuum) erreicht wird. Gleichzeitig können kurzzeitige durch Lufteinbrüche entstehende Vakuumschwankungen durch die Regelung des Ventils ausgeglichen werden, so dass das Melkanlagenvakuum unverändert bleibt (Toleranz +/- 1kPa). Eine Sonderform der ölgeschmierten Vakuumpumpe ist die drehzahlgesteuerte Vakuumpumpe, die auf den variierenden Luftbedarf der Melkanlage durch Änderung der Drehzahl reagiert. Diese Pumpenform ist besonders energiesparend und benötigt kein Regelventil.

Das wesentliche Bauteil der Melkanlage ist das Melkzeug. Ein in einer Metall- oder Plastikbecherhülse eingespannter Gummi- oder Silikonschlauch (Zitzengummi) nimmt die Zitze der Kuh auf und dichtet das Melksystem gegenüber der Kuh ab.

Im so genannten Zitzengummiinnenraum herrscht annähernd konstanter Unterdruck, während in dem Raum zwischen Zitzengummi und Becherhülse (Pulsraum) vom Pulsator gesteuert entweder Melkvakuum oder atmosphärische Luftdruck herrscht. Die Druckverhältnisse der beiden Melkbecherräume bestimmen die Bewegung des Zitzengummis.

Ist der Pulsraum mit der Außenwelt verbunden, faltet sich der Zitzengummischaff aufgrund der Druckdifferenz ein, verschließt den Strichkanal und massiert die Zitzenkuppe (Massagephase). Herrscht der gleiche Unterdruck in den beiden Melkbecherräumen, öffnet sich das Zitzengummi, entlastet die Zitzenkuppe und ermöglicht den Austritt der Milch durch den Strichkanal (Saugphase) (Abb. 6).

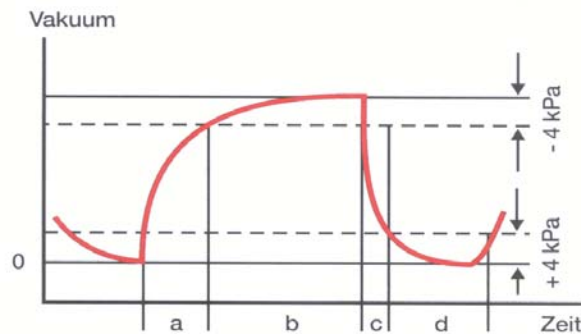


Abb. 6: Verlauf des Unterdrucks im Pulsraum des Zitzenbeckers (Pulskurve)
 a = Entlüftungsphase; b = Vakuumphase; c = Belüftungsphase; d = Druckphase

Die Phasen wechseln sich 50- bis 70-mal pro Minute ab (Pulsfrequenz). Die aus den Zitzen ermilchene Milch wird über die kurzen Milchschräuche im sog. Sammelstück gesammelt und über den langen Milchschräuch weitergeleitet. Dazu ist ein kontinuierlicher Einstrom von 5 bis 10 l Luft pro Minute über ein kleines Belüftungsloch im Kopfbereich des Sammelstücks erforderlich. Da über den milchführenden Teil der Melkanlage auch die Evakuierung der Luft erfolgt, kann eine Überfüllung des Leitungssystems mit Milch die Vakuumstabilität beeinträchtigen. Dies äußert sich in einem Abfall des zitzenendigen Unterdrucks bei zunehmender Füllung des Melkzeuges, d.h. bei steigendem Milchfluss und größer werdendem Strömungswiderstand des milchabführenden Leitungssystems. Die Höhe des einzustellenden Betriebsvakuums errechnet sich nach dem anzustrebenden durchschnittlichen Unterdruck von etwa 35 bis 40 kPa im Bereich der Zitzenkuppe erhöht um die strömungsbedingten Vakuumverluste.

Die ermilchene Milch fließt über die Melkleitung zum Milchabscheider. Sie wird durch die Milchförderpumpe gegen den Unterdruck in den Tank gepumpt. Wie bei den übrigen milchführenden Bauteilen gilt auch bei der Melkleitung, dass eine Überfüllung mit Milch die Vakuumstabilität negativ beeinflussen kann. Die Leistungsfähigkeit der Melkleitung ist abhängig von ihrem Gefälle, der Anzahl der angeschlossenen Melkzeuge, der Melkbarkeit der Kühe, der Häufigkeit von Lufteinbrüchen und der Frequenz, mit der die Melkzeuge angesetzt werden.

Einflüsse der Melkmaschine auf das Melkergebnis: Die Melkanlage soll die Milch schonend, vollständig und zügig aus dem Euter ermelken. Dazu muss sich das Melkzeug am Euter festsaugen, so dass während des Melkens keine hörbaren Lufteinbrüche oder gar das vollständige Abfallen des Melkzeuges festzustellen ist. Gleichzeitig dürfen die Zitzen nicht zu weit in den Zitzengummikopf hineingesaugt werden, da sonst der Übergang von der Drüsenzur Zitzenzisterne verlegt und das Ermelken der Milch unmöglich wird.

Von einem schlechten maschinellen Ausmelkgrad spricht man, wenn bei mehr als 20 % der getesteten Viertel mehr als 100 ml Milch von Hand ermelkbar sind. Unter optimalen Bedingungen halten sich an allen Vierteln der Unterdruck im Zitzenbereich und die Zugkraft über die einzelnen Melkbecher die Waage. Kommt das System aus dem Gleichgewicht, ist mit vermehrten Haft- oder Ausmelkproblemen zu rechnen.

Von besonderer Bedeutung für die gleichmäßige Gewichtsverteilung des Melkzeuges an den einzelnen Zitzen ist die Führung des langen Milchschauches. Das Gewicht des Milchgefüllten Schlauches belastet überwiegend die dem Schlauch zugewandten Viertel, während die abgewandten Viertel deutlich geringere Zugwirkungen erfahren. Der Einsatz eines Schlauchhalters (Servicearm) ist daher für die optimale Melkzeugpositionierung erforderlich. Mögliche Ursachen für eine schlechte Melkzeughaftung oder einen schlechten maschinellen Ausmelkgrad sind in Tabelle 9 aufgelistet.

Die Melkgeschwindigkeit einer Kuh richtet sich in erster Linie nach der Melkbarkeit (Widerstand des Strichkanals) und der Melkbereitschaft (Abschnitt 2.2.2). Die optimale Konfiguration des Melkzeuges (Vakuumbreite, Passform des Zitzengummis, Melkzeugpositionierung) ist als weitere wichtige Einflussgröße zu nennen. Den größten technischen Einfluss hat die Pulsation, d.h. die pulsatorgesteuerte Bewegung des Zitzengummischaftes. Eine optimale Melkgeschwindigkeit wird bei einer Saugphasenlänge von 600 bis 700 msec erreicht, dies entspricht einer Zitzengummiöffnungsphase von 50 bis 60 % des gesamten Zyklus. Eine Verlängerung dieser Phase geht zu Lasten der Massage der Zitzenkuppe (optimal 200 bis 300 msec) und würde zu einer vermehrten Ödematisierung des Zitzengewebes führen. Eine Störung der Melkbereitschaft ist, besonders bei Jungtieren, häufig die Folge.

Einflüsse der Melkmaschine auf die Eutergesundheit: Die Melktechnik spielt bei der Entstehung von Mastitiden (Entzündungen des Euters) eine wesentliche Rolle. Sie kann als Überträger von Mastitiserregern von Kuh zu Kuh fungieren, ermöglicht das Eindringen von Erregern in Strichkanal und Zitzenzisterne und kann das Zitzengewebe direkt schädigen. Diese Funktionen beziehen sich in erster Linie auf sog. kuhassoziierte Mastitiserreger (Kapitel „Krankheiten“). Neben der rein mechanischen Übertragung von Mastitiserregern auf die Zitzenhaut besteht die Möglichkeit, dass Bakterien durch Druckgradienten im Zitzengummiinnenraum zur Zitze befördert werden und in den Strichkanal eindringen (Respray). Dies ist der Fall, wenn sich der Zitzengummi öffnet und die dabei entstehende Volumenvergrößerung unter der Zitze nicht durch Luftstrom ausgeglichen wird (z.B. wenn das Melkzeug mit ermolkener Milch überfüllt ist und der Druckausgleich beeinträchtigt ist). Diese Druckgradienten sind synchron zur Zitzengummibewegung und werden durch Milchfluss, Melkzeugdimensionierung und Pulsatorcharakteristik beeinflusst. Neben verursachten Lufteinbrüchen unregelmäßige Vakuumschwankungen. Treten regelmäßige und unregelmäßige Schwankungen gegen Ende des Melkaktes gemeinsam auf, ist mit vermehrten Neuinfektionen zu rechnen. Der Verschlussmechanismus des Strichkanals ist eine wesentliche Schutzeinrichtung des Euters. Alle Einflüsse, die diese Funktion beeinträchtigen, erhöhen das Infektionsrisiko. Neben Zitzenverletzungen sind vor allem mechanische Beeinträchtigungen des Zitzengewebes durch das Melkzeug hier zu nennen. Der während des Melkens applizierte Unterdruck fördert die Ansammlung von Flüssigkeit im Zitzengewebe (Ödem), die durch die wiederholte Massage durch den Zitzengummi zurückmassiert werden soll. Eine zu schwache Massagekraft (zu geringe Druckdifferenz im Melkbecher) ist nicht in der Lage, die Ödematisierung zurückzudrängen, während eine zu starke Massagekraft (hohe Druckdifferenz, harter Zitzengummi) zu einer verstärkten Verhornung der Strichkanalauskleidung führt. Bei relativ zu großen Zitzengummiköpfen und dichtem Abschluss zur Zitzenbasis baut sich während des Melkens im Zitzengummi-Kopfbereich ein hoher Unterdruck auf. Dieser beeinträchtigt die Durchblutung des Zitzengewebes und verursacht den Kühen Unwohlsein (= Unruhe beim Melken). Die optimale Einstellung der Pulsation, die Auswahl eines passenden Zitzengummis und die Pflege der Zitzen nach dem Melken sind daher unverzichtbare Bestandteile der Mastitisprophylaxe.

Melkstandformen und Arbeitsproduktivität: Die heute gebräuchlichen Melkanlagen sind Melkstände unterschiedlicher Bauart und Größe. Rohrmelkanlagen und Eimermelkanlagen sind nur noch in älteren Betrieben mit kleineren Herden zu finden; in größeren Beständen sind sie vereinzelt im Abkalbebereich oder Krankenstall installiert. Die gebräuchlichen Melkstandformen teilen sich auf in Einzel- und Gruppenmelkständen. Erstere zeichnen sich dadurch aus, dass die Kühe einzeln den Melkstand betreten und verlassen (Beispiel: Tandem-Melkstand und Melkkarussell). Am weitesten verbreitet sind Gruppenmelkstände,

die sich in der Art der Aufstellung der Kühe zum Melken unterscheiden (steiler und flacher Fischgräten-Melkstand und Side-by-Side-Melkstand).

Die Leistungsfähigkeit eines Melkstandes richtet sich nach der Art und Intensität der durchzuführenden Arbeitsschritte (Tab. 10 u. 11). Um den Melkstand zu betreten, werden etwa 5 bis 10 Sekunden pro Tier veranschlagt. Für die Eutervorbereitung werden 15 bis 30 Sekunden pro Kuh veranschlagt, wobei die Zeit für die Zitzen- und Euterreinigung je nach Verschmutzungsgrad sehr stark variieren. Der Einsatz technischer Stimulationshilfen reduziert den Arbeitsaufwand um etwa 10 Sekunden pro Tier und ist besonders bei Einzelmelkständen sehr effektiv. Die Zeit für die Abnahme des Melkzeuges und die Euterkontrolle ist ähnlich variabel wie die der Eutervorbereitung. Bei Einsatz einer automatischen Melkzeugabnahme werden 5 Sekunden veranschlagt. Mängel im Bereich der Melkzeugpositionierung und daraus folgend im maschinellen Ausmelkgrad sind neben schlechten Angewohnheiten bei der Melkroutine die häufigsten Ursachen für verlängerte Abnahmezeiten. Die Zitzendesinfektion nach dem Melken gehört zu den wesentlichen Maßnahmen zur Erhaltung der Euter-gesundheit. Der vollautomatische Ersatz dieser Tätigkeit ist bislang nicht zufrieden stellend gelöst. Das Austreiben der Tier wird, ähnlich wie das Eintreiben, durch die Gruppengröße, vorhandene Austreibehilfen und ganz besonders durch die Gestaltung des Melkstandaus-ganges beeinflusst. Die Erledigung von Sonderaufgaben (z.B. Mastitistherapie) schlägt nicht nur mit 2 bis 10 Sekunden pro Kuh zu Buche, sondern stört auch den Melkablauf und die Melkroutine. In größeren Herden sollten deshalb Problemtiere in separaten Gruppen gemolken werden (Tab. 11). Unabhängig von der Durchführung der Melkarbeit beeinflusst die Melkdauer pro Tier die Arbeitsleistung von Melkständen ganz erheblich. Sie wird in erster Linie durch die durchschnittliche Melkbarkeit der Herde, die Häufigkeit von Schwermelkern und die Gemelksleistung determiniert. In der Summe aller Einflüsse können Arbeitsleistungen von 34 bis 84 Melkungen pro Arbeitskraft (AK) und Stunde realisiert werden. Es wird ersichtlich, dass die Anzahl der Melkplätze nur einer von mehreren gewichtigen Einflüssen auf die Arbeitsleistung von Melkständen ist.

Tab. 10: Zeitaufwand bei Nutzung verschiedener Melksysteme

Nr.	Melkstand	Bestands- größe	AK	Kühe/h und AK	Zeitaufwand je Kuh und Jahr (AKh)	
					100 Tage 3 x melken 205 Tage 2 x melken	305 Tage 2 x melken
1	Autotandem 2 x 4	60	1	50 bis 60 (55)	15	13
2	FGM 2 x 6	70	1	55 bis 65 (60)	14	12
3	FGM 2 x 10	120	2	50 bis 60 (55)	16	14
4	Side by Side 2 x 12	120	2	55 bis 70 (60)	15	13
5	Karussell 32 Plätze	300	2	90 bis 120 (110)	9	8

Quelle: Brade et al. (1999)

Tab. 8: Ursachen fehlerhafter Melkzeugfunktion

Fehler		Ursachen			Reibung zwischen Zitzenhaut und Zitzengummischicht	Schlechte Passform des Zitzengummis
Schlechte Haftung des Melkzeuges	Vakuumhöhe an der Zitzenkuppe und im Zitzengummikopf	Zu niedrig: <ul style="list-style-type: none"> Anlagenvakuum zu niedrig Strömungsverluste der Melkeinheit zu hoch Luftleinbrüche ins Melkzeug durch Undichtigkeiten oder zu große Zitzengummiöffnung 	Zugwirkung des Melkzeuges an einzelnen Zitzen <p>Zu hoch:</p> <ul style="list-style-type: none"> Melkzeug relativ zu schwer Hebelkräfte des langen Milchschauches bei schlechter Schlauchführung und ungünstiger Euterform (besonders Vorderviertel) 	Reibung zwischen Zitzenhaut und Zitzengummischicht <p>Zu gering:</p> <ul style="list-style-type: none"> glattes Zitzengummimaterial; Feuchtfilmschicht auf der Zitzenhaut; Kuh nichtmelkbereit (schlaaffe Zitze) 	<ul style="list-style-type: none"> zu große Zitzengummiöffnung breiter Zitzengummikopf 	
	Vorzeitiges Klettern der Zitzenbecher / schlechter maschineller Ausmelkgrad	Zu hoch: <ul style="list-style-type: none"> Anlagenvakuum zu hoch Strömungsverluste der Melkeinheit gering weiter Zitzengummischicht und gute Abdichtung des Zitzengummikopfes 	Zu gering: <ul style="list-style-type: none"> Melkzeug relativ zu leicht Hebelkräfte des langen Milchschauches bei schlechter Schlauch-Führung und ungünstiger Euterform (besonders Hinterviertel) 			<ul style="list-style-type: none"> zu große Zitzengummiöffnung weiche Zitzengummilippen

Tab. 9: Verfahren zur bakteriologischen Dekontamination von Melkzeugen

Verfahren	Durchführung	Bemerkung
Spülung	Mit warmem Wasser unter hohem Druck das Melkzeug solange durchspülen, bis die aus den Zitzengummis abfließende Lösung wasserklar ist	Arbeits- und zeitintensiv Nur in Ausnahmefällen praktikabel
Thermische Dekontamination	Eintauchen des Melkzeuges in heißes Wasser (sog. Wecktopf), z.B. 10 sek bei 85 °C	Verbrühungsgefahr Fremdwasser möglich
Chemische Desinfektion	Eintauchen in einen Eimer / eine Wanne	Wasser- und Desinfektionsmittelverbrauch ist sehr variabel; verwendbare Desinfektionsmittel: Peressigsäure, Chloramin T (erwärmt); Fremdwasser möglich
	Einsprühen der Desinfektionslösung in die Zitzengummis	
	Automatische Einrichtungen zur Melkzeugzwischeninfektion (sog. Back flush)	

Tab. 11: Arbeitsschritte beim Melken mit Zeitbedarf und Einflussgrößen

Tätigkeit	Zeitbedarf (sek pro Kuh)	Einflussfaktoren
Eintreiben	5 bis 10	Vorwarte Hof, Nachtreibehilfe, Gruppengröße
Eutervorbereitung	15 bis 30	Verschmutzungsgrad, Arbeitsroutine
Melkzeug ansetzen	8 bis 10	Platzverhältnisse, Melkzeugaufhängung
Melkzeug abnehmen und Euterkontrolle	5 (bis 30)	Maschinelles Nachmelken
Zitzendesinfektion und Pflege	3 bis 5	Sprüher oder Dip-Becher
Austreiben	5 bis 10	Gruppengröße, Austreibehilfe, Gestaltung des Melkstandausgangs
Sonstige Arbeiten	2 bis 10	Melkgruppen, Eutergesundheitsstatus
Summe	43 bis 105	
Melkungen pro AK	34 bis 84 Kühe pro Stunde	

2.2.2 Melkarbeit

Vorgemelksprüfung: „Personen, die melken, haben die ersten Milchstrahlen aus jeder Zitze gesondert zu melken, um sich durch Prüfen des Aussehens von der einwandfreien Beschaffenheit der Milch jeder Kuh zu überzeugen.“ Diese aus der Milchverordnung stammende Vorschrift hat zum Ziel, die Qualität der ermolkenen Milch zu sichern, gleichzeitig dient sie der kontinuierlichen Kontrolle der Eutergesundheit der Milchkühe durch den Melker. Zur Durchführung dieser Aufgabe sind die Verwendung eines Vormelkbeckers und ausreichende Lichtverhältnisse erforderlich. Das Auffinden veränderter Sekrete zieht entsprechende Konsequenzen nach sich: Kühe mit klinischer Mastitis müssen behandelt, ihre Milch muss gesondert ermolken und verworfen werden.

Zum Nachweis subklinischer (d.h. nicht sichtbarer) Mastitiden werden Testverfahren genutzt, die Abweichungen der physiologischen Milchzusammensetzung anzeigen. Der California-Mastitis-Test (CMT) zeigt einen erhöhten Gehalt somatischer Zellen in der Milch durch eine Veränderung der Viskosität und Farbe des Milch-Reagenz-Gemisches an. Die Reaktion reicht von leichter Schlierenbildung (~ 250.000 Zellen pro ml) bis zu einer zähen festen Gallerte (mehrere Millionen Zellen pro ml), die durch die Änderung des Säuregrades der Milch farblich verändert ist. Der Test kann sowohl mit Vor- als auch Nachgemelk durchgeführt werden. Er ist einfach in der Handhabung und mittels mitgelieferter Beispielreaktionen leicht interpretierbar. Der Nutzen sog. Indikatorpapiere ist eingeschränkt, da nur eine Veränderung des pH-Wertes der Milch gemessen wird.

Im Rahmen einer entzündlichen Reaktion des Euters wird die Blut-Euter-Schranke durchlässiger, so dass sich u.a. die Zusammensetzung der Elektrolyte in der Milch verändert und der Na- und Cl-Gehalt erhöht (vgl. Abb. 3). Dies führt zu einer Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit der Milch (LF), die als Hinweis für das Vorliegen einer Sekretionsstörung aufgefasst wird. Da sich die Messverfahren des CMT und der LF-Messgeräte unterscheiden, ist die Übereinstimmung beider Verfahren nur mäßig. Um ausreichend sichere Aussagen über das Vorliegen einer Entzündung geben zu können, muss die LF-Messungen im Vorgemelk durchgeführt werden. Ein Vergleich mit den anderen Vierteln der Kuh und ggf. den Werten der Vortage erhöht die Aussagesicherheit. Zahlreiche Faktoren, die nicht mit Entzündungen des Euters in Beziehung stehen, können die LF der Milch beeinflussen. Neben Handgeräten werden auch stationäre, in den Milchstrom fest eingebaute LF-Indikatoren verwendet.

Zitzenreinigung: Das Ziel der Zitzenreinigung besteht darin, vor dem Ansetzen des Melkzeuges eine saubere und trockene Zitzenkuppe zu gewährleisten. Dies dient nicht nur der Erhaltung der Qualität der ermolkenen Milch, sondern ist auch ein wesentlicher Beitrag zur Mastitisprävention. Als Hilfsmittel stehen Einweg- und Mehrwegpräparate zur Verfügung. Während Einwegmaterial von sich aus eine Verschleppung von Schmutzkeimen und Mastitisserregern ausschließt, müssen Mehrweg-Euterlappen vor dem nächsten Einsatz ausreichend dekontaminiert werden.

In kleineren Herden, vorzugsweise in Anbindehaltung, hat sich getrocknete Holzwolle bewährt. Sowohl die Handhabung, als auch die Reinigungsleistung ist zufrieden stellend. Sog. Euterpapier wird i. d. R. bevorzugt. Es wird oft mit Reinigungs- und Desinfektionsmitteln getränkt, um die Reinigungsleistung zu verbessern; eine Desinfektion der Zitzenhaut wird jedoch nicht erzielt. Eutertücher, die aus Baumwolle oder Fliesmaterial bestehen, sind gut in der Handhabung und Reinigungswirkung. Zu ihrer Regeneration werden sie entweder in einer Waschmaschine ausgekocht und trocken geschleudert oder in der aufgefangenen Lauge der Melkmaschinenreinigung eingelegt. Das Ausspülen von Reinigungs- und Desinfektionsmittelresten ist arbeitsaufwendig. Das Unterlassen des Spülganges kann erhebliche Reizungen der Zitzenhaut verursachen; bei stark verschmutzten Tüchern ist ein ausreichender Desinfektionseffekt nicht immer gewährleistet. Das Ausspülen benutzter Eutertücher während des Melkens in speziellen Waschlösungen ist aus hygienischen Gründen abzulehnen. Intensives Anfeuchten des Euters, z.B. bei Verwendung der Euterdusche, sollte nur bei stark verschmutzten Eutern erfolgen und muss die anschließende Nachtrocknung aller angefeuchteten Teile beinhalten. Haftschwierigkeiten des Melkzeuges und eine erhöhte Mastitisgefahr wären andernfalls die Folge.

Erzielung der Melkbereitschaft: Die Gewinnung der Milch setzt die Bereitschaft der Kuh voraus, die Milch aus den Alveolen in die Milchgänge und Zisternen zu pressen. Nur wenn die Milch „eingeschossen“ ist, kann sie die Melkanlage entziehen. Die Herstellung der Melkbereitschaft basiert auf einem neuro-hormonalen Reflexbogen. Sobald Nervenendigungen im Euter, speziell in der Zitze, gereizt werden (Vormelken und Zitzenreinigung durch den Melker, Aktion des Melkzeuges), gelangt diese Information über Nervenbahnen in das Gehirn. Dort wird über die Hirnanhangdrüse das Hormon Oxytozin ausgeschüttet, welches auf dem Blutweg ins Euter gelangt, wo es eine Wirkung entfaltet (Abb. 7).

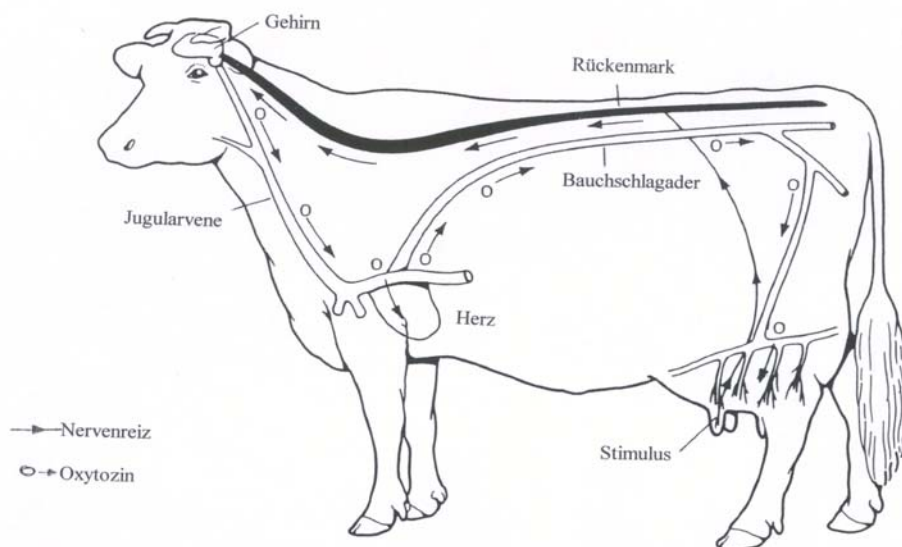


Abb. 7: Neurohormonaler Reflex der Milchejektion (Schmidt et al., 1988, verändert)

Dieser Reflexbogen benötigt etwa 60 Sekunden. Das Hormon verursacht die Kontraktion der sog. Myoepithelien, die die Milchalveolen zusammenzieht und die kleinen Milchgänge erweitert.

Die Dauer der Manipulation an den Zitzen sollte mindestens 30, besser 60 Sekunden betragen, um eine optimale Stimulation herbeizuführen. Wenn die Zitzen sauber sind und für die melkvorbereitenden Arbeiten am Tier deutlich weniger Zeit benötigt wird, ist die Milch noch nicht eingeschossen. Nach Ansetzen des Melkzeuges würden die noch schlaffen Zitzen zu tief in den Zitzengummi eingesaugt (Klettern der Melkbecher) und damit der Übergang von der Drüsen- zur Zitzenzisterne verengt. Die Zisternenmilch ist nicht mehr vollständig ermelkbar. Aus diesem Grund wird bei Gruppenmelkständen zwischen Eutervorbereitung und Melkzeug-Ansetzen eine Pause eingelegt und zwei bzw. drei weitere Kühe vorbereitet. Erst danach wird das Melkzeug an die vorbereiteten und nun melkbereiten Kühe angeschlossen. Da diese Vorgehensweise bei Einzelmelkständen nicht praktikabel ist und eine intensivere Stimulation auch in Gruppenmelkständen sinnvoll erscheint, wurden technische Stimulationshilfen entwickelt. Diese Systeme lassen den Zitzengummi für eine vorgegebene Zeit oder bis zum Überschreiten einer festgelegten Milchflussschwelle auf der Zitze vibrieren oder massieren. Bewerkstelligt wird dies durch eine Absenkung des Pulsvakuums und eine Umkehr des Saugphasenverhältnisses. Vereinzelt wird die Pulsfrequenz reduziert, überwiegend aber deutlich erhöht (120 bis 300 Takte pro Minute).

In den letzten Jahren scheint die Zahl von Milchkühen mit Störungen der Milchhergabe anzusteigen. Überwiegend sind Erstkalbinnen unmittelbar nach der Kalbung betroffen, es betrifft aber auch ältere Kühe. Das sog. Aufziehen der Milch normalisiert sich meistens innerhalb von 2 bis 4 Tagen, kann in Extremfällen jedoch auch über mehrere Monate bestehen bleiben und zum vorzeitigen Versiegen der Milchproduktion der betroffenen Tiere führen. Als Erklärung wird eine Stress-bedingte Blockade der Oxytozin-Wirkung im Euter diskutiert. Diese Möglichkeit scheint jedoch nur von untergeordneter Bedeutung zu sein. Nach bisherigem Kenntnisstand geht man davon aus, dass die Freisetzung von Oxytozin aus der Hypophyse durch Endorphine gehemmt wird. Welche Faktoren die Freisetzung dieser Endorphine fördert, ist bislang nicht bekannt. Es wird jedoch deutlich, dass zur Aufrechterhaltung der Melkbereitschaft die Melkanlage von großer Bedeutung ist.

Euterkontrolle: Nach dem Versiegen des Milchflusses muss das Melkzeug manuell vom Melker oder automatisch durch technische Vorrichtungen vom Euter abgenommen werden. Dazu ist zunächst die Verbindung des Melkzeugs zum unterdruckführenden System zu unterbrechen und durch Einströmen von Luft über das Belüftungsloch des Sammelstücks der zitzenendige Unterdruck langsam abzubauen. Eine Beschleunigung des Druckausgleichs im Melkzeug (Abreißen des Melkzeuges unter Vakuum, Verstopfung des Belüftungsloches) verursacht durch den plötzlichen Lufteinbruch hohe Strömungsgeschwindigkeiten im Melkzeug, die Mastitiserreger auf die Zitzenkuppe und in den Strichkanal verlagern. Der Zeitpunkt der Melkzeugabnahme sollte so gewählt werden, dass spätestens 30 Sekunden nach Versiegen des Milchflusses das Melkzeug abgenommen wird. Eine unnötige Verlängerung des Melkaktes erhöht das Mastitisrisiko und reduziert die Melkleistung des Melksystems. Eine vorzeitige Abnahme des Melkzeuges verschlechtert den maschinellen Ausmelkgrad, der sich in einer Reduktion des Fettgehaltes in der Milch widerspiegelt. Euterkrankte Kühe reagieren auf ein unvollständiges Ausmelken mit einer Erhöhung der Zellzahl und einer Verschlechterung der sichtbaren Krankheitszeichen. Ein ungenügender maschineller Ausmelkgrad liegt vor, wenn bei mehr als 20 % der manuell nachgemolkenen Euterviertel mehr als 100 ml Milch ermelkbar sind. Mögliche Ursachen sind in Tabelle 8 aufgeführt. Durch Beobachtung des ausgemolkenen Euters und Durchführung des Melkergriffes lassen sich weitere Hinweise auf das Vorliegen einer Mastitis gewinnen. Die regelmäßige Kontrolle zum Melkende ist daher eine wichtige Maßnahme zur Erhaltung der Eutergesundheit.

Die Kontrolle der Zitzen nach Abnahme des Melkzeuges gibt Hinweise auf Fehler oder Störungen im Melkakt. Verfärbungen der Zitzenhaut ins rötlich-blaue, Verdickung der Zitzenwandung (Ödem) und ringförmige Verdickungen im Bereich der Zitzenbasis zeugen von einer mangelnden Passform des Zitzengummis und einer nicht ausreichenden Massage

des Zitzengewebes. Das Auftreten sog. Hyperkeratosen (Vorwölbungen und vermehrte Verhornung der Strichkanalmündung) ist zum größten Teil physiologisch und als Anpassungsreaktion auf die Krafteinwirkung des Zitzengummis auf die Zitzenkuppe zu sehen. Bei verstärkter Belastung durch falsch eingestellte Melktechnik können die Hyperkeratosen deutlich zunehmen und verhornen. Neben Veränderungen der Melkbarkeit sind in erster Linie die schlechtere Säuberung der Zitzenkuppe und die mögliche Ansiedlung von potentiellen Mastitiserregern an der äußeren Strichkanalmündung hervorzuheben, die das Mastitisrisiko erhöhen. Hautdefekte, wie Blasen, Knötchen oder Pusteln sind in der Regel infektiöser Natur. Die Melktechnik fungiert bei diesen Veränderungen lediglich als Vektor bei der Ausbreitung der Infektionserreger innerhalb der Herde (Tab. 12).

Tab. 12: Zitzenkonditionsmängel und mögliche Ursachen

Veränderung	Ursachen
Hyperkeratosen	<ul style="list-style-type: none"> überwiegend physiologische Anpassungsreaktion bei stärkerer Verhornung Klemmdruck des Zitzengummis zu hoch (hohe Druckdifferenz, harter Zitzengummi) Zitzendesinfektionsmittel ohne ausreichenden Pflegemittelanteil
Ringförmige Verdickung der Zitzenbasis	<ul style="list-style-type: none"> Zitzengummikopfvakuum zu lange zu hoch relativ zu hoher Zitzengummikopf Hermetischer Abschluss der Zitzengummilippen
Ödeme und Verfärbungen der Zitze	<ul style="list-style-type: none"> häufig in Verbindung mit ringförmiger Verdickung der Zitzenbasis mangelnde Massage des Zitzengummis (zu geringe Druckdifferenz, zu kurze Massagephase)
Bilaterale Abflachung der Zitzenkuppe („Bügelalte“)	<ul style="list-style-type: none"> Druckdifferenz in der Massagephase zu hoch Massagephase absolut zu lang
Nasse Zitzen	<ul style="list-style-type: none"> feuchte Euterreinigung ohne ausreichende Nach-trocknung intensiver Respray (zur Zitze gerichtete Druckgradienten) zu schnelle Belüftung des Melkzeuges
Blasen und Hautdefekte	<ul style="list-style-type: none"> verschiedene Viren
Knoten und Pusteln	<ul style="list-style-type: none"> Bakterien, speziell Staphylokokken

Zitzenpflege: Die Beurteilung der Zitzenkondition macht deutlich, dass die Zitzen durch den Melkakt mechanisch stark belastet werden. Darüber hinaus bewirken klimatische Faktoren (Kälte, Wind, Feuchtigkeit) eine Aufrauung der Zitzenhaut, die der Ansiedlung von potentiellen Mastitiserregern Vorschub leistet. Pflegemaßnahmen zur Erhaltung der optimalen Zitzenfunktion sind daher erforderlich. Sie unterteilen sich in die eigentliche Zitzenpflege und die Beseitigung der durch den Melkakt übertragenen Mastitiserreger (Desinfektion). Untersuchungen zeigen, dass möglichst beide Maßnahmen zu kombinieren sind. Die zur Verfügung stehenden Präparate beinhalten als Pflegekomponente überwiegend Glycerin oder Lanolin, während die Zahl der eingesetzten Desinfektionsmittel sehr vielfältig ist (Tab. 13).

Tab. 13: Wirksamkeit von Zitzendesinfektionsmitteln

(Ergebnisse verschiedener Studien mit natürlicher und experimenteller Exposition)

Desinfektionsmittel	Reduktion der Neuinfektionsrate (%) verschiedener Mastitiserreger	
	Staph. aureus	Strep. agalactiae (Galt)
Jodophor	58 bis 90	29 bis 67
Hypochlorit	50 bis 96	28 bis 70
Chlorhexidin	67 bis 92	71 bis 78
LDBS	50 bis 82	20 bis 80

Quelle: Hansen et al. (2002)

Die Zitzen werden vorzugsweise in einen mit Dippmittel gefüllten Becher getaucht („gedippt“), um eine vollständige Benetzung der Zitzenkuppe und optimale Wirkung zu gewährleisten. Durch Kapillarkräfte wird ein Teil des Präparates in den Strichkanal eingesaugt. Beim Versprühen des Dippmittels besteht die Gefahr, dass ein Teil des Wirkstoffes die Zitzenkuppe verfehlt. Die für Karussell- und Tandem-Melkstände angebotenen automatischen Dippsprühanlagen arbeiten weniger präzise als ein Melker. Die Treffergenauigkeit ist gering und der Dippmittelverbrauch hoch.

Die Wirkung des Dippmittels auf der Zitzenkuppe erstreckt sich nur auf wenige Stunden nach Applikation. Um sie zu verlängern und einen mechanischen Verschluss der Strichkanalmündung zu erzielen, wurden sog. Barriere-Dipps entwickelt, die auf den Zitzen einen desinfektionsmittelhaltigen, atmungsaktiven Film hinterlassen. Die Wirkung dieser Dippmittel ist abhängig von der Art und Dosierung des eingesetzten Desinfektionsmittels und setzt voraus, dass bis zum Abliegen der Kuh, der Film auf der Zitze angetrocknet ist. Wenn der Film so gestaltet ist, dass er über mehrere Tage auf der Zitzenkuppe verbleibt (z.B. in der Trockenstehphase), dann spricht man von Zitzenversiegeln („Teat Sealer“). Diese Präparate verschließen für etwa drei bis vier Tage die Zitzenkuppe. Zum Schutz vor Neuinfektionen in der Aufteuerungsphase müssen die zurzeit verfügbaren Teat Sealer alle drei bis vier Tage erneut aufgetragen werden.

Automatischen Melksystemen (AMS): Der Melkablauf im AMS beinhaltet alle Einzelschritte, die auch von einem normalen Melker durchgeführt werden, ist jedoch durch technische Hilfen modifiziert und teilweise eingeschränkt. Die Reinigung der Zitzen ist gelöst, eine ggf. erforderliche Reinigung des Euters, wie sie die Milchverordnung vorschreibt, ist weder vom Melkroboter erkennbar, noch durchführbar. Die Zitzenreinigung erfolgt durch den Einsatz von Bürsten oder Reinigungs-Bechern die vornehmlich den Zitzenschaft mechanisch oder durch pulsierende Wasserstrahlen säubern. Eine gezielte Reinigung der Zitzenkuppe ist nicht möglich. Die anschließende Verwendung von Druckluft zur Trocknung der angefeuchteten Zitzen ist nicht immer ausreichend.

Eine visuelle Beurteilung des Vorgemelkes ist zurzeit nicht möglich. Das Erkennen von Sekretionsstörungen erfolgt zurzeit indirekt über die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit. Parallel dazu sind deutliche Reduktionen der Viertel-Milchleistung, häufiger auftretende misslungene Ansatzversuche und eine geringere Besuchsfrequenz des Melkroboters hinweisend für das Vorliegen einer Eutererkrankung. Bildgebende Verfahren zur Analyse des Vorgemelkes sind zurzeit nicht praxistauglich und bedürfen noch weiterer Entwicklung. Verletzungen des Euters können nicht direkt festgestellt werden. Eine unverzügliche Separierung der ermolkenen Milch, wie sie unter konventionellen Melkbedingungen gegeben ist, ist im AMS nicht vorgesehen. Die Separierung eines Gemelkes muss in jedem Einzelfall vom Betriebsleiter nach Feststellung der Erkrankung festgelegt werden. Unter diesen Bedingungen ist das Abliefern der Milch einer Kuh, die „an einer erkennbaren Entzündung des Euters leidet“ (§3 MVO) nicht vollständig zu vermeiden. Das Vorgemelk wird, entsprechend den gesetzlichen Vorschriften, entweder über Ventile gesondert abgeführt oder mit

dem Zitzenwaschwasser abgeleitet. Die Melkende-Bestimmung und die Zitzenpflege verlaufen analog zu den bereits existierenden technischen Lösungen in konventionellen Melkanlagen. Die Unzulänglichkeiten bei der Mastitiserkennung und die unzureichende Übereinstimmung mit den gesetzlichen Vorgaben waren die Gründe, für AMS-Betriebe gesonderte Prüfkriterien zu erlassen (Tab. 14).

Tab. 14: Maßnahmen bei Überschreitung verschiedener Eutergesundheitsindikatoren in AMS-Betrieben

Kategorie	Relativer Anteil der Kühe mit Gemelkzellzahlen >250.000 pro ml	Tankmilchzellzahl *	Maßnahmen
I	unter 30%	unter den Richtwerten	nicht erforderlich
II	unter 30%	über den Richtwerten	Kontrolle aller verdächtigen Kühe** : <ul style="list-style-type: none"> • Sekretbeurteilung • CMT-Test
III	über 30%	unter den Richtwerten	Kontrolle aller verdächtigen Kühe und zyto-bakteriologische Untersuchung dieser Kühe
IV	über 30%	über den Richtwerten	Kontrolle aller Kühe der Herde und zyto-bakteriologische Untersuchung

* Richtwert: arithmetisches Mittel aus 2 Untersuchungen < 300.000 Zellen pro ml und bei keiner Probe mehr als 400.000 Zellen pro ml; ** Gemelkzellzahl > 250.000 pro ml

Quelle: Hamann et al. (2000)

2.3 Milchqualität (*M. Spohr*)

2.3.1 Zellgehalt

Der Gehalt somatischer Zellen in der Anlieferungsmilch der Molkerei (Tankzellzahl) ist ein Indikator für die Häufigkeit subklinischer Mastitiden in der Herde (Grenzwert laut Milch-Güte-Verordnung: 400.000 Zellen/ml Milch). Der Einfluss der Herdengröße und die eingeschränkte Beziehung zur Häufigkeit klinischer Mastitiden begrenzen allerdings die Verwendung der Tankzellzahl als diagnostisches Kriterium. Die Folgen vermehrter Mastitiden und damit von erhöhten Zellgehalten wirken sich nachhaltig auf die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion und die technologische Wertigkeit und Vermarktungsfähigkeit der Rohmilch aus. Die entzündlichen Reaktionen im Euter zerstören milchbildendes Gewebe. Entzündliche Prozesse im Euter verändern die Zusammensetzung der Milch und die technologische Wertigkeit nachhaltig (Tab. 15). Als Normalbereich ist ein Zellgehalt von unter 100.000 pro ml Viertelfangsgemelk anzusehen.

Tab. 15: Mastitisbedingte Veränderungen von Milch und Milchprodukten

Produkt	Veränderungen
Rohmilch	ranziger Geschmack
Pasteurisierte Milch	Hitzenaturierung des Molkenproteins; geschmackliche Abweichungen
Käse	reduzierte Starteraktivität; verzögerte Gerinnungszeit; mangelhafte Bruchfestigkeit; niedrige Käseausbeute
Butter	geringeres Aroma; Oxidationsgeschmack Hemmung der Diacetyl-Produktion; längere Butterungszeit

Quelle: Munro et al. 1984

2.3.2 Keimgehalt

Die in der Tankmilch nachgewiesenen Mikroorganismen stammen zum geringen Teil aus dem Euter (sekretorisch), zum überwiegenden Teil jedoch aus der Melkanlage und von der äußeren Zitzenhaut (postsekretorisch). Mengenmäßig spielt der sekretorische Keimgehalt (Mastitiserreger und Besiedler des Strichkanals) eine unbedeutende Rolle, wenngleich immer wieder Berichte über erhöhte Tankkeimzahlen aufgrund von *Strep. agalactiae*-Infektionen erscheinen. Problematischer sind Strichkanalbesiedlungen mit Staphylokokken. Der postsekretorische Anteil der Tankkeimzahl stammt zum überwiegenden Teil aus der Melkanlage, weder Schmutzbakterien von der äußeren Zitzenhaut, noch Bakterien aus der Luft sind in der Lage, die Tankkeimzahl nennenswert zu erhöhen. Neben der Keimzahl kann die Art der in der Milch enthaltenen Keime die weitere Milchverarbeitung stören (Verderbniserreger) oder als Krankheitserreger den Konsumenten schädigen. Von besonderer Bedeutung als Verderbniserreger sind Clostridien, da ihre hitzeresistenten Sporen bei der Schnittkäse-Herstellung zur Spätblähung oder Weißfäule führen (Tab. 16).

Tab. 16: Verderbniserreger: ihre Schädigung und Bekämpfungsmöglichkeiten

Erreger	Schadwirkung	Bekämpfungsmöglichkeit
<i>Clostridium tyrobutyricum</i>	Spätblähung im Schnittkäse	Verzicht auf Silage intensive Melkhygiene
<i>Clostridium sporogenes</i>	Weißfäule des Schnittkäse	
Bazillen (z.B. <i>Bacillus cereus</i>)	Süßgerinnung in pasteurisierter Milch und Schlagsahne	intensive Melkhygiene
Kältetolerante Keime (z.B. <i>Pseudomonas</i> , <i>Achromobacter</i> , <i>Flavobacterium</i> Enterobacteriaceae)	Minderung der Qualität und Haltbarkeit durch Proteasen und Lipasen	intensive Reinigung und Desinfektion der milchberührenden Oberflächen

Die aerob wachsenden Bazillen reduzieren die Haltbarkeit pasteurisierter Milch, während eine Vielzahl von Bakterien durch ihre hitzestabilen Enzyme (Proteasen, Lipasen) Geschmacksveränderungen und kurze Haltbarkeitszeiten provozieren. Gegenmaßnahmen, die die Zahl der Verderbniserreger reduzieren, konzentrieren sich in erster Linie auf die gründliche Reinigung und Desinfektion aller milchberührenden Oberflächen. Zusätzlich ist eine intensive Melkhygiene und, im Fall der Clostridien, die Einschränkung oder der vollständige Verzicht der Silagefütterung erforderlich (Tab. 16). Krankheitskeime, die durch die Milch auf Menschen übertragen werden können, werden in der Regel durch die zwingend durchzuführende Erhitzung der Milch abgetötet. Eine Gefährdung des Konsumenten besteht nur bei nicht ausreichend kontrollierten Rohmilchprodukten oder thermostabilen Staphylokokken-Enterotoxinen. Letztere werden jedoch durch den Verdünnungsprozess in der Molkelei unbedeutend.

Zur Gewinnung keimarmer Milch müssen alle milchberührenden Oberflächen ausreichend gereinigt und desinfiziert werden. Hierfür sind spezielle Reinigungsautomaten verfügbar. Für die optimale Wirkung der Reinigungs- und Desinfektionsmittel muss eine Temperatur von mindestens 40 °C über etwa 15 Minuten an jedem Ort der Melkanlage gewährleistet sein. Reinigungs- und Desinfektionsmittel müssen eine gute Benetzung der Oberfläche ermöglichen, ein hohes Schmutztragevermögen und eine gute Dispersionswirkung aufweisen. Sie sollten nicht korrosiv, gut zu lagern und leicht zu handhaben sein. Zur Beseitigung organischen Materials sind alkalische Reinigungsmittel geeignet, mineralische Ablagerungen werden durch Säuren entfernt. Für die Desinfektion der gereinigten Oberfläche stehen chlorhaltige Produkte, Sauerstoff-abspaltende Präparate, quartäre Ammoniumverbindungen und Ampholytseifen zu Verfügung. Um die Vermehrung von Keimen in der ermolkenen Milch zu vermeiden, muss sie in kurzer Zeit unter die von der Milchverordnung vorgeschriebene Lagerungstemperatur (8 bzw. 6 °C) herabgekühlt werden.

2.3.3 Hemmstoffe

Substanzen, die in der Lage sind, Mikroorganismen (z.B. Säuerungskulturen) in ihrem Wachstum zu hemmen, nennt man Hemmstoffe. Hierunter verbergen sich in erster Linie Antibiotika und Sulfonamide, in geringerem Umfang sind körpereigene Enzymsysteme und Desinfektionsmittelreste nachweisbar. Antibiotikarreste in Milch stellen ein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher dar und verursachen technologische Probleme bei der Herstellung fermentierter Milchprodukte. Die gesundheitlichen Risiken basieren nicht so sehr auf der direkten toxischen Schädigung (z.B. Chloramphenicol) sondern vielmehr auf der Entwicklung von Antibiotika-Resistenzen bei Mikroorganismen und der möglichen Auslösung von Allergien bei sensibilisierten Personen.

In milchverarbeitenden Betrieben wirken sich bereits Spuren von Hemmstoffen auf die Stoffwechselaktivität vieler eingesetzter Starterkulturen negativ aus. Die häufigste Ursache für den Nachweis von Hemmstoffen in Milch stellt die Verschleppung von antibiotikahaltiger Milch mit Melkzeugen und Melkutensilien dar. Wenn behandelte Kühe nicht gesondert zum Schluss gemolken werden, besteht die Gefahr, dass nach dem Melken einer behandelten Kuh Hemmstoffhaltige Milchreste in den Schläuchen und dem Sammelstück verbleiben. Ähnliche Konsequenzen hat das Überlaufen oder Umkippen des zwischengeschalteten, zum Auffangen der kontaminierten Milch eingesetzten Melkeimers. Auch plötzliche Lufteinbrüche können Milchreste in die Melkanlage mitreißen. Die Nichteinhaltung der vorgeschriebenen Wartezeiten nach Antibiotika-Behandlung ist eine weitere Ursache. In der Mehrzahl der Fälle wird die Milch von behandelten Kühen irrtümlich vor Ablauf der Wartezeit abgeliefert. Die Separierung der mit Antibiotika behandelten Kühe von der laktierenden Herde und das separate Melken zum Ende der Melkzeit sind die wichtigsten Maßnahmen zur Vermeidung von Hemmstoff-positiven Befunden (Tab. 17).

Tab. 17: Maßnahmen zur Vermeidung von Antibiotika-Rückständen in Milch

Identifikation behandelter Kühe	<ul style="list-style-type: none"> • Fußbänder • deutliche Farbzeichnung • Sperrvermerk im Herden-Managementprogramm • Information der Melkpersonen
Separierung der behandelten Kühe	<ul style="list-style-type: none"> • Behandlungsgruppen bilden • als letzte Gruppe melken • Trockensteher unmittelbar nach Antibiotikagabe aus der laktierenden Herde entfernen
Vermeidung der Verschleppung	<ul style="list-style-type: none"> • beim Melken der Behandlungsgruppe Milchdruckleitung vom Milchtank abkoppeln • ausreichend große, möglichst transparente Melkeimer verwenden • Vakuumversorgung der Melkeimer nicht über Melkleitung sondern über separate Vakuumleitung bewerkstelligen • Recorder sind nicht geeignet (Undichtigkeiten, schlecht zu reinigen) • nach dem Melken intensive Spülung aller milch-berührenden Teile durchführen
Ordnungsgemäßer Antibiotikaeinsatz	<ul style="list-style-type: none"> • Einhaltung der Herstellerangaben (Dosierung, Anwendungsart, -dauer) • Hemmstofftest vor Beginn der Milchablieferung durchführen • Hemmstoffkontrolle aller Zukaufstiere • ausreichende Aufzeichnung über Art, Dauer und Umfang des Antibiotikaeinsatzes.

Die zur Feststellung von Hemmstoffen durchgeführten Testsysteme sind in den vergangenen Jahren deutlich verfeinert worden. Daher reagieren Gemelksproben mit einem hohen Anteil körpereigener Enzymsysteme (Lactenine) häufiger falsch positiv. So entsteht irrtümlicherweise der Eindruck, dass eine verlängerte Ausscheidungszeit für Antibiotika vorliegt.

2.3.4 Gefrierpunkt

Die in der Milch gelösten Salze (Mineralstoffe/Salze des Intermediärstoffwechsels) und der Milchzucker reduzieren den Gefrierpunkt auf etwa $-0,525\text{ }^{\circ}\text{C}$. Eine Erhöhung dieses Wertes gilt als Nachweis von Fremdwasser. Milch, deren Gefrierpunkt höher als $-0,515\text{ }^{\circ}\text{C}$ ist, ist nicht verkehrsfähig. Die häufigste Ursache für Gefrierpunkterhöhungen in der Tankmilch liegt in der Verschleppung von Restwasser aus der Melkanlage in den Milchtank. Bei einem Fremdwassergehalt von mehr als 2 % ist mit einer Überschreitung des Grenzwertes zu rechnen. Darüber hinaus sind die individuellen Unterschiede im Gefrierpunkt der Gemelke sehr ausgeprägt ($-0,500$ bis $-0,555\text{ }^{\circ}\text{C}$). Diese Unterschiede werden durch die Mischung aller Gemelke überwiegend ausgeglichen. Neben der Rasse beeinflusst die Melkzeit, der Laktationsabschnitt und das Alter der Kuh den Gefrierpunkt. Fütterungs- und Stoffwechsellibbalancen (z.B. subklinische Ketosen) scheinen den Gefrierpunkt ebenfalls zu erhöhen. Maßnahmen zur Vermeidung von Fremdwasser in der Tankmilch erstrecken sich auf eine effektive Entfernung von Nachspülwasser aus der Anlage durch die Gewährleistung eines optimalen Gefälles der Melkleitungen, den Einbau selbstentwässernder Ventile im Bereich der Milchpumpe und des Milchtanks und der Austrocknung der Melkeinheiten durch Einsaugen von Luft. Der Eintrag von Fremdwasser wird vermieden, wenn die Melkanlagenreinigung nur starten kann, wenn die Milchdruckleitung vom Lagertank abgekoppelt ist und die in der Steigleitung nach der Milchförderpumpe befindliche Restmilchmenge nicht durch Nachgießen von Wasser abgepumpt wird. Das Eintauchen von Melkzeugen in ein Wasser- oder Desinfektionsbad bei laufender Melkanlage ist problematisch, da die Absperreinrichtung der Melkeinheit undicht sein kann.

2.4 Technische Überwachung von Melkanlagen (M. Hubal)

Eutererkrankungen sind in der Milchproduktion für hohe wirtschaftliche Verluste verantwortlich. Die Ursachen für Eutererkrankungen sind vielfältig; neben der Haltung oder Fütterung spielt der Melkvorgang eine weitere Rolle. Wie schon im Kapitel 2.2 gezeigt, hat der Melkvorgang sowohl Einfluss auf die Übertragung von Erregern als auch auf die Beschaffenheit der Zitze, welche unter anderem mit ihren Mechanismen dafür sorgt, dass möglichst keine Erreger in das Innere des Euters gelangen. Ziel angepasster und optimal funktionierender Melktechnik ist, diese natürlichen Mechanismen durch zügigen, schonenden und vollständigen Milchentzug zu erhalten. Daher ist es unumgänglich, die technische Überwachung von Melkanlagen regelmäßig durchzuführen. Dies sind einerseits Kontrollen durch den Benutzer selbst, andererseits umfangreiche Überprüfungen durch Fachpersonal.

In jedem Bundesland gibt es spezialisierte Einrichtungen, die Überprüfungen von Melkanlagen vornehmen. Dies sind z.B. das Fachpersonal von Landwirtschaftskammern sowie die Eutergesundheitsdienste. Sie überprüfen einerseits die normgerechte Installation von neu installierten Melkanlagen und andererseits die ordnungsgemäße Funktion bestehender Melkanlagen.

Im Folgenden sollen die Überprüfung von Melkanlagen sowie auftretende Mängel beschrieben werden, um dem Betreiber Hilfestellung zu geben, seine Melkanlage selbst und mit Hilfe von Fachpersonal in optimalem Zustand zu halten.

Grundlage der Melkanlagenüberprüfung – DIN/ISO 5707 und 6690

Für die Arbeitsweise und Funktion einer Melkanlage hat man sich auf eine Festlegung von Mindestanforderungen geeinigt, die an jeder Melkanlage nachgeprüft werden können. Natürlich gibt es darüber hinaus gehende Melkanlagenüberprüfungen; aber die Überprüfung nach technischem Regelwerk, den DIN ISO Normen, gilt für alle Melkanlagen verbindlich. Die von der Internationalen Organisation für Normung erstellten und von den nationalen Organisationen anerkannten Normen basieren auf Mindestanforderungen und gelten in ihrer Fassung vom Frühjahr 1998 für alle danach neu installierten Melkanlagen. Eine DIN ISO Prüfung benötigt ca. 3 Stunden bei bis zu 10 Melkeinheiten und bis zu 6 Stunden bei 20 bis 30 Melkeinheiten. Die Kosten für die Überprüfung von Melkanlagen belaufen sich bei einer Vollkostenrechnung (Fahrt-, Personal-, Gerätekosten) auf ca. 80 bis 100 Euro je Prüfstunde. Eine Melkanlage, die der DIN ISO Prüfung nicht standhält, zieht nicht zwangsläufig eine rapide Verschlechterung der Eutergesundheit oder der Melkleistung nach sich, die Mängel erhöhen jedoch das Risiko dafür.

DIN/ISO Prüfprotokoll: Bei der Überprüfung einer Melkanlage werden verschiedene Daten erfasst und in ein Datenblatt übertragen. Dieses Datenblatt – das DIN/ISO Protokoll – kann bei verschiedenen Organisationen unterschiedlich aussehen, beinhaltet im Wesentlichen jedoch dasselbe. Ein Beispiel ist nachfolgend aufgezeigt (vgl. Blatt 1 in diesem Abschnitt):

**Protokoll über die Milcherzeugerberatung in Niedersachsen
- Qualitätssicherungsprogramm Milcherzeugung -**

Blatt 1

Betrieb: _____	Betr.Schl.: _____	
OT, Str., Nr.: _____	Ber.Bez.Nr.: _____	KFZ-Kennz.: _____
Wohnort: _____	Molkerei-Nr.: _____	
Grund der Beratung _____	Liefer-Nr. _____	
Melkort: Stall(1) - Weide(2) _____		Herdengröße _____

Allgemeine Angaben		Material HLL(KU o. VZ) _____
Messpunkte vorhanden ("Leer" = in Ordnung, X =nicht i.O.) Material LL (KU o. VZ) _____		
1 A1 _____	Fabrikat (1 - 10) _____	HLL Länge in m _____
2 A2 _____	Art (1 - 4; T,F,S) _____	HLL Ø mm Soll _____ Ist _____
3 Vm _____	System (1 - 5) _____	Luftleit. Länge/m _____
4 Vr _____	Bed. Personen _____	LL Ø mm Soll _____ Ist _____
5 Vp _____	Kuhzahl lakt. _____	Zusatzgeräte _____
6 Pe _____	n Melkzeuge _____	Nenn-Betriebsvak. kPa _____
		Luftdruck in mbar _____
		Melkl. Länge/m _____ + _____
		ML mm Ø Soll _____ Ist _____
		ML Montage (1 bis 3) _____
		ML Gefälle % _____
		Milcheinlauf (1 oder 2) _____
		Brücke (1 oder 2) _____
		Reinigungsvakuum _____

Messungen	ME	A1	Mp	kPa	
7 Anlagenvak.	N	N	-		
8 Vakuumbreite nahe Anlagenvakuummeter					
9 Genauigkeit des Anlagenvakuummeters					zulässig 1,0 kPa (Zeile 7 zu 8)
10 V-Melksystem	N	N	Vm		
11 Betriebsvak.	J	N	Vm		
12 Empfindlichkeit der Regeleinheit					zulässig 1,0 kPa (Zeile 10 zu 11)
13 Betriebsvak. RE	J	N	Vr		
14 Betriebsvak. RE minus 2 kPa (für Z.21 u. 24)					
15 Betriebsvak. VP	J	N	Vp		
16 Meßvak. an Vm	J	J	Vm		(Zeile 11 - 2 kPa)
17 Meßvak. an RE	J	J	Vr		Vakuumbefall Milchabscheider/Regeleinheit _____ zul. 1,0 (Z.17 zu 16)
18 Meßvak. an VP	J	J	Vp		Vakuumbefall Milchabscheider/Vakuumpumpe _____ zul. 3,0 (Z.18 zu 16)
19 Vakuumbreite im Pulsraum					Vakuumbefall Milchabscheider/hö.Vakuum b-Phase _____ zul. 2,0 (Z.19 zu 11)

	ME	RE	Mp	LE	V-höhe	kPa	Luft l/min	
20 Res.durchfluss	J	J	Vm	A1	Z. 16 (.....)		Soll: Melken: _____ Reinigen: _____	
21 Ldf. mit RE	J	J	Vr	A1	Z. 14 (.....)			
22 Manueller Rdf.	J	N	Vm	A1	Z. 16 (.....)			
23 Regelverlust	< 10 % von Z. 22 o. 35 l/min				(Z.22 - Z.20)		max:	
24 Ldf. ohne RE	J	N	Vr	A1	Z. 14 (.....)			
25 Leckluft RE	< 5 % von Z. 22 o. 35 l/min				(Z.24 - Z.21)		max:	
26 Ldf. mit ME	J	N	Vr od Vp	A2	Z13oZ15 (.....)			
27 Ldf. ohne ME	N	N	Vr od Vp	A2	Z13oZ15 (.....)			
28 Luftverbrauch Melkeinheiten (35 l/min je ME)					(Z.27 - Z.26)			
29 Ldf. ohne ML	N	N	Vr od Vp	A2	Z13oZ15 (.....)			
30 Leckluft ML	10 l/min + 2 l/min/Anschluss				(Z.29 - Z.27)		max:	
31 Ldf. ohne Ls.	N	N	Vp	VP	Z. 15 (.....)			
32 Leckluft Ls.	< 5 % von Zeile 31				(Z.31 - Z. 29)		max:	
33 Ldf. Vakuump.	N	N	Vp	VP	50 kPa		Bedarf: _____ Herstellerangabe: _____	

Melkeinheiten		Beratungsaussagen	
34 Pulsatortyp(1-3,M-S) _____	Pulsierung, Wechselt./Gleicht. _____	Pulszahl _____	("Leer" = in Ordnung, X = nicht i. O.)
35 Pulsverhältnis S:E _____	Lufteinlaß an MZ (1 bis 3) _____		Vakuumbreite _____
Prüfung			Vakuumentil _____
36 Pulsatoren Anzahl _____			Dichtheit Melk- / Luftsystem _____
37 Lufteinlass am MZ _____	(4 - 10l/min.) _____		Querschnitte LL und/oder ML _____
38 Absperrventil (1,2) _____	(max. 2l/min.) _____		Einbau Luft- und/oder Melkleit. _____
39 Melkvakuum _____			Pulsatoren _____
40 Niedrigvakuum _____			Lufteinlass am MZ _____
41 Schaltpunkt _____			Gummitteile _____
42 Verzögerungszeit _____			Vakuuman schlüsse _____
43 Ldf. langer Milchschlauch bei Absenkung um 5 kPa			Milchhähne _____
44 Vakuuman schlüsse (n = ...)			R + D der Anlage _____
45 Milchhähne (n = ...)			Vakuumpumpenleistung _____
46 Staudruck an Pe _____			Kundendienst (N; J) _____

Ort, Datum..... Unterschrift: Berater/Landwirt.....

Entscheidend für den Betreiber der Melkanlage ist dabei nicht, dieses Protokoll technisch erschöpfend zu ergründen, sondern festgestellte Fehler durch Fachpersonal beseitigen zu lassen bzw. Verbesserungsmöglichkeiten kritisch zu durchleuchten und umzusetzen.

Im Protokoll werden zunächst erfasst:

- Fabrikat und Art der Melkanlage
- Anzahl der Bedienungspersonen beim Melken
- Anzahl der Melkzeuge
- Länge und Durchmesser der Leitungen (Beim Durchmesser: Ist und Soll)
- Art der Zusatzeinrichtungen, wie z.B. automatische Melkzeugabnahme
- Nenn-Betriebsvakuum, Reinigungsvakuum und atmosphärischer Luftdruck

Anschließend werden Daten zu Vakuumhöhen ermittelt. Hier kann der Betreiber erkennen, ob zulässige Abweichungen überschritten werden und bei Überschreitungen den Fachmann zur Abhilfe konsultieren. Die Daten geben Auskunft über die Funktion des Manometers (Zeile 9), der Regeleinheit (Zeile 12) sowie der Auslegung der Vakuumleitungen (Zeile 17-19).

Danach werden mittels Luftdurchflussmessungen Reservekapazität, Regelverlust, Leckluft der Regeleinheit sowie Dichtigkeit der Melk- und Vakuumleitungen geprüft. Der Reserve-durchfluss lässt sich anhand von Tabellen jeweils für das Melken und Reinigen der Anlage bestimmen. Der jeweils höhere Wert ist ausschlaggebend. Hier kann der Betreiber anhand des Sollwertes erkennen, ob seine Melkanlage den Anforderungen genügt (Zeile 20). Der Regelverlust beschreibt den Zusammenhang zwischen der Dimensionierung der Hauptvaku-umleitung und der daraus resultierenden Funktion der Regeleinheit, welche natürlich auch davon abhängt, wo diese montiert ist. Bei Überschreitung des Grenzwertes ist die ordnungs-gemäße Funktion der Vakuumregelung eingeschränkt (Zeile 23). Die Leckluft der Regeleinheit (Zeile 25) gibt Auskunft über mögliche Verunreinigung oder Beschädigung des Regel-ventils.

Die Zeilen (26 bis 28 im oben gezeigten Protokoll) zeigen den Luftverbrauch der Melkein-heiten an (nicht gefordert laut DIN/ISO) und erlauben beim Vergleich mit den Herstelleran-gaben Rückschlüsse über evtl. Fehlfunktionen luftverbrauchender Teile, wie z.B. Pulsatoren.

Jetzt folgt die Dichtigkeitsprüfung der Anlagenabschnitte Melksystem und Luftsystem. Auch hier lassen sich die Grenzwerte mit den Messwerten vergleichen und somit Undichtigkeiten aufdecken. Diese führen zu unnötigem Leistungsverlust und Eindringen von Schmutz in das Leitungssystem (Zeile 29 bis 32). Abschließend wird die Leistung der Vakuumpumpe (Luftdurchfluss bei 50 kPa) festgestellt (Zeile 33). Diese kann mit der Herstellerangabe sowie mit dem tatsächlich erforderlichen Bedarf verglichen werden. Ein anderer wesentlicher Teil der Anlagenüberprüfung ist die Messung der Pulsatoren. Diese Messung wird in der Regel gesondert dokumentiert, da die Messergebnisse für das Protokoll zu umfangreich sind. Die Funktion sowie eine typische Pulsgrafik sind in Kapitel 2 (Melktechnik) erklärt. Fehlerhafte Pulsatoren sind sofort zu reparieren, da sie direkt die Zitzengummibewegung beim Melken beeinflussen.

Im unteren Teil des Protokolls (Zeile 36-46) werden noch einige optionale Messungen und schließlich kurze Beratungsaussagen getätigt. Der Lufteinlass am Melkzeug, welcher den Abtransport der Milch bewirkt, wird ebenso ermittelt wie die Funktionstüchtigkeit des Absperrventils. Der Luftdurchfluss am langen Milchschauch, welcher vom Hersteller melkan-lagenspezifisch angegeben wird, ist für die Vakuumversorgung am Melkzeug und den Abtransport der Milch mit entscheidend (Zeile 43). Punkte wie das Niedrigvakuum, Schalt-punkt und Verzögerungszeit sind Hersteller- und Anlagenspezifisch und sollten somit den Herstellerangaben entsprechen. Hier gibt es jedoch auch Einflussgrößen, die durch die Melkbarkeit der Herde bestimmt werden und in einem gewissen Spielraum einstellbar sind.

Die Beratungsaussagen sind kurz abgefasst und sollten durch ein abschließendes Gespräch mit der Prüfperson ergänzt werden.

Fehlerhäufigkeiten in Melkanlagen

Die Erwartung, dass eine neu montierte Melkanlage auch zwangsläufig fehlerlos und funktionstüchtig ist, trifft leider immer nicht zu, wie langjährige Erfahrungen belegen. Neben dem Einbau defekter Bauteile und der mangelhaften Abstimmung der Bauteile zueinander stehen Montagefehler im Vordergrund. Die LWK Hannover hat seit 1998 vertraglich festgelegte Vereinbarungen mit den maßgeblichen Melkanlagenherstellern auf dem deutschen Markt, die eine Melkanlagenprüfung nach DIN ISO Standard vorsieht. Die Ergebnisse der Melkanlagenüberprüfungen der letzten Jahre belegen einen konstant hohen Anteil von Anlagen, die nicht DIN ISO gerecht sind. Dieser Anteil reduzierte sich zwar bis zum Jahr 2002 auf ca. 30 % der geprüften Anlagen, er stieg in den beiden letzten Jahren jedoch wieder auf ca. 50 % an. Dieser hohe Anteil ist verwunderlich, da sowohl in der Werbung als auch in den Verkaufsgesprächen und Kaufverträgen eine DIN ISO gerechte Melkanlage zugesichert wird. Bei festgestellten Mängeln ist die gekaufte Ware als mangelhaft einzustufen. Um Schwierigkeiten in diesem Bereich zu vermeiden, sollten Landwirte sich beim Kauf einer Melkanlage die Funktion entsprechend den Anforderungen der DIN ISO zusichern und die Hersteller dies durch eine Prüfung entsprechend belegen lassen. Für die Durchführung der DIN ISO Prüfung sollte zweckmäßigerweise eine neutrale, fachkundige Organisation beauftragt werden.

Ergebnisse der Melkanlagenüberprüfungen

Im Folgenden werden beispielhaft die Ergebnisse der Neuanlagenprüfungen im Gebiet der LWK Hannover von 1998 - 2004 dargestellt.

Vakuumpumpe: Neu montierte Melkanlagen mit nicht ausreichender Vakuumpumpenleistung wurden in 13 % der Fälle festgestellt. In den meisten Fällen reichte die Leistung zum Melken aus, war jedoch für die Reinigung der Anlage oder für den Betrieb mit Geräten der Milchleistungsprüfung zu gering. Eine deutlich zu hohe Leistung der Vakuumpumpe wurde auch in einigen Fällen festgestellt, was zum einen zu erhöhten Energiekosten und zu mehr Lärmbelastung führt, zum anderen das Leitungssystem überfordert, so dass es zu Problemen bei der Regelung des Vakuums kommt.

Vakuumentil: Nicht DIN ISO gerechte Vakuumentile waren in 12 % der Anlagen feststellbar. Die Ursachen hierfür waren verschieden und konzentrierten sich zum einen auf technische Defekte innerhalb der Regelventile (herstellerbedingt) oder auf eine fehlerhafte, das heißt den Vorschriften des Herstellers widersprechenden Montage, die zu einer Einschränkung in der Regelgenauigkeit und Leckluft führt. Erschwerend für die Montage war, dass die firmenspezifischen Angaben oft aufgrund baulicher Gegebenheiten nicht eingehalten werden konnten.

Vakuumleitung: Die Vakuumleitung muss so konzipiert sein, dass sie die Leistungsfähigkeit der Vakuumpumpe so wenig wie möglich behindert. Dies geschieht durch einen ausreichend großen Innendurchmesser und einen möglichst geradlinigen und kurzen Verlauf. Der daraus resultierende Strömungswiderstand ist die Voraussetzung dafür, dass in die Melkanlage eindringende Luft innerhalb kürzester Zeit abgesaugt werden kann, um das Melkvakuum stabil zu halten. Als Maß für den Strömungswiderstand der Vakuumleitung ist der messbare Vakuumabfall von der Pumpe über das Regelventil bis zum Milchabscheider zu werten.

Im Kammergebiet Hannover wurden 12 % der Anlagen aufgrund von Mängeln in der Dimensionierung der Vakuumleitung beanstandet. In den letzten Jahren wurde zusätzlich beobachtet, dass die Vakuumleitungen häufig montagebedingt nicht dicht sind. Dies ist auf den Umstieg von Stahlleitungen auf Kunststoff und die Verarbeitungstechnik (Kleben) zurückzuführen, sowie (fallweise) die unsachgemäße Installation vor Ort. Auch die steigende Anzahl der an die Vakuumleitung angeschlossenen Komponenten (Abnahmeautomatik, Pulsatoren, Torsteuerungen etc.) erhöht das Risiko von Undichtigkeiten. Dieser Fehler betraf 20 % der überprüften Anlagen.

Prüfstutzen und Messpunkte: Prüfstutzen sind nicht nur für die Kontrolle der neu installierten Melkanlage erforderlich, sondern für jede weitere jährliche Kontrolle der Melkanlage unerlässlich. Ohne diese Messpunkte ist eine Bewertung der Leistungsfähigkeit der Anlage und eine zielgerichtete Fehlersuche nicht möglich. Die DIN ISO gibt präzise Anweisungen

über Anzahl, Art und Position dieser Messpunkte. Trotzdem fehlen diese Messpunkte häufig oder sind am falschen Platz gesetzt. Dies traf zwar nur bei ca. 3 % der Anlagen zu, ist aber de Facto häufiger der Fall, da die Messpunkte oft erst auf Anweisung des Prüfers gesetzt wurden und dies dann nicht in die Fehlerstatistik aufgenommen wurde.

Melkleitung: Die Bewertung der Melkleitung basiert auf mehreren Einflussgrößen. Ziel ist ein gleichmäßiger Milchfluss in der Melkleitung, der eine kontinuierliche und stabile Vakuumversorgung der Melkeinheiten ermöglicht. Beeinflusst wird dies durch die Anzahl der Melkeinheiten je Melkleitungsstrang, den Durchmesser der Melkleitung sowie das Gefälle. Weiterhin spielen die Melkarbeit (Luftleinbrüche, Ansetzintervall) sowie die Melkbarkeit (Höhe des Milchflusses) eine Rolle. Fehler im Bereich der Melkleitungsdimensionierung sind mit 3 % eher gering. Häufiger wurden Fehler in der gleichmäßigen Verlegung des Gefälles sowie in der Dichtigkeit der Melkleitung gefunden

Melkeinheiten: Die DIN ISO Norm schreibt für die Melkzeuge eine ausreichende Abdichtung von Absperreinrichtungen sowie einen definierten Lufteinlass im Sammelstück vor. Fehler in diesem Bereich traten nur noch selten auf (4 %). Für die Erhaltung des korrekten Lufteinlasses am Sammelstück ist im laufenden Betrieb der Landwirt selbst verantwortlich, indem er die Öffnung regelmäßig zu kontrollieren bzw. zu reinigen hat, da es sonst zu Abflussstörungen der Milch kommt.

Pulsation: Pulsationsmängel waren in den geprüften Melkanlagen mit 1 % relativ selten zu finden, da die heutigen elektronischen Pulsatoren als zuverlässig gelten. Lediglich Einstellungs- oder montagebedingte Störungen durch Späne führen hier bisweilen zu Beanstandungen.

Montagequalität: Bei der Durchführung der Melkanlagenprüfung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn ein Mitarbeiter der Montagefirma während der Messung anwesend war. Durch die Zusammenarbeit während der Prüfung konnten messtechnische Zusammenhänge abgeklärt und dadurch einzelne Montagemängel nachhaltig vermieden werden.

Technische Überprüfung während des Melkens

Zur technischen Überprüfung von Melkanlagen während des Melkens lassen sich im Wesentlichen Geräte zur Aufzeichnung von Drücken (Vakuummessgeräte mit entsprechender Auflösung) und von Milchflüssen (Lactocorder) einsetzen.

Vakuumverlauf im Zitzengummikopf: Vakuumverläufe im Zitzengummikopf bedürfen einer Aufzeichnungsrate wie beim Messen der Pulsation, da hier die Änderungen in gleicher Weise verlaufen. Das Vakuum im Zitzengummikopf sollte bei herkömmlichen Melkverfahren bis zum Abfallen des Hauptmilchflusses möglichst niedrig sein (ca. unter 10 bis unter 5 kPa) bei möglichst geringen Schwankungen. Dies deutet dann auf einen guten Sitz des Zitzengummis hin. Ebenfalls kann das Kopfvakuum durch die Qualität der Anrüstung und nasse Zitzenhaut beeinflusst werden.

Vakuumschwankungen im kurzen Milchschauch: Vakuumschwankungen im kurzen Milchschauch sollten mit einer Aufzeichnungsrate von mindestens 170 Hz gemessen werden (DIN/ISO 6690, in Vorbereitung). Hier gibt es Hinweise, dass Schwankungen über 10 kPa bei Wechseltakt bzw. über 15 kPa bei Gleichtakt zu einem erhöhten Infektionsrisiko führen können. Dies kann zu Rückspray von Milchteilchen mitsamt Erregern in die Zitze führen. Bei zu hohen Vakuumschwankungen in diesem Bereich sollte das Melkzeug auf die Kapazität des Sammelstücks und den Durchmesser der kurzen Milchschräuche hin überprüft werden.

Vakuumschwankungen in der Melkleitung: Vakuumschwankungen in der Melkleitung sollten mit einer Aufzeichnungsrate von mindestens 48 Hz gemessen werden (DIN/ISO 6690, in Vorbereitung). Die DIN/ISO 5707 gibt vor, dass in der Melkleitung die Vakuumschwankungen 2 kPa nicht überschreiten sollten. Wird dieser Grenzwert überschritten, sollte die Melkleitung auf Gefälle (mögl. 2 %) und auf ihren Durchmesser hin überprüft werden. Werte hierfür sind in der DIN/ISO 5707 angegeben.

Milchflussskurven: Zur Aufzeichnung von Milchflussskurven wird mittlerweile weltweit der Lactocorder als anerkanntes Gerät eingesetzt. Außer der Milchleistungsprüfung und Milchflussskurven zur Beurteilung der Melkarbeit lassen sich auch Nachmelkautomatik und Abnahmeautomatik mit diesem Gerät kontrollieren. Dabei sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass das Gerät unter bestimmten Bedingungen selbst einen Einfluss auf die genannten Geräte ausüben kann. Sind jedoch die Abnahmezeitpunkte aller Geräte gleichmäßig bei einem bestimmten Milchfluss, der je nach Herde unter 200-250 ml/Minute liegen sollte, so kann bei gutem Ausmelkgrad mit hoher Sicherheit von ordnungsgemäßer Funktion ausgegangen werden. Dies kann ebenso auf das Einsetzen der Nachmelkfunktion bei ca. 800 ml/Minute angewandt werden.

Eigenkontrolle und Wartung durch den Betreiber

Auch bei regelmäßiger Kontrolle der Melkanlage durch Fachpersonal gibt es gewichtige Punkte, die der Betreiber der Melkanlage selbst sicherzustellen hat. Dazu zählen unter anderem:

- tägliche Kontrolle der Vakuumbreite am Betriebsvakuummeter
- täglich Ölstand der Ölversorgung der Vakuumpumpe kontrollieren
- Sichtprüfung der Melkzeuge und Schläuche bei jedem Melken
- regelmäßiges Reinigen des Regelventils nach Bedienungsanleitung
- regelmäßiges Austauschen der Zitzengummi nach Herstellerangabe

3 Genetik und Züchtung (W. Brade)

3.1 Zoologische Klassifizierung und Domestikation

Rinder bilden eine Unterfamilie innerhalb der großen Familie der Hornträger. Man kann klar zwischen Büffel-Arten und Nicht-Büffelarten differenzieren (Tab. 18).

Tab. 18: Chromosomenzahlen einiger Haus- und Wildrinder

Art	Chromosomenzahl
Hausrind, einschl. Zebu [<i>Bos primigenius</i> f. dom.]	60
Hausyak [<i>Bos mutus</i> f. grunniens]	60
Bali(haus)rind [<i>Bos javanicus</i> f. domestica]	60
Gayal [<i>Bos gaurus</i> f. frontalis]	58
Hausbüffel/Flussbüffel [<i>Bubalus bubalis</i>]	50
Afrik. Wildbüffel [<i>Syncerus caffer</i>]	52
Amerikanischer Bison	60

Hinsichtlich der Einordnung der verschiedenen Wild- und Hausrinderarten in das zoologische System werden nicht immer einheitliche Auffassungen vertreten. Bereits vor mehr als 10 Jahren wurde belegt, dass Wisente mit dem Yak näher verwandt sind als beide mit dem Ur (*Bos primigenius*). Wenn allerdings der Yak der Gattung *Bos* zugeordnet wird, gehören folglich auch Amerikanische Bison und Wisent dazu. Schließlich ergeben sowohl die Verpaarung Hausrind-Bulle x Yak-Kuh als auch die Verpaarung Hausrind-Bulle x Bison-Kuh lebensfähige Nachkommen, wobei in beiden Fällen nur die weiblichen Tiere fruchtbar sind. Demgegenüber sind Kreuzungen zwischen Hausrind und Büffel (*Bubalus*, *Syncerus*) bisher nicht gelungen. Die phylogenetischen Beziehungen zwischen verschiedenen Nicht-Büffel-Rinderarten sind nachfolgend gegeben (Abb. 8):

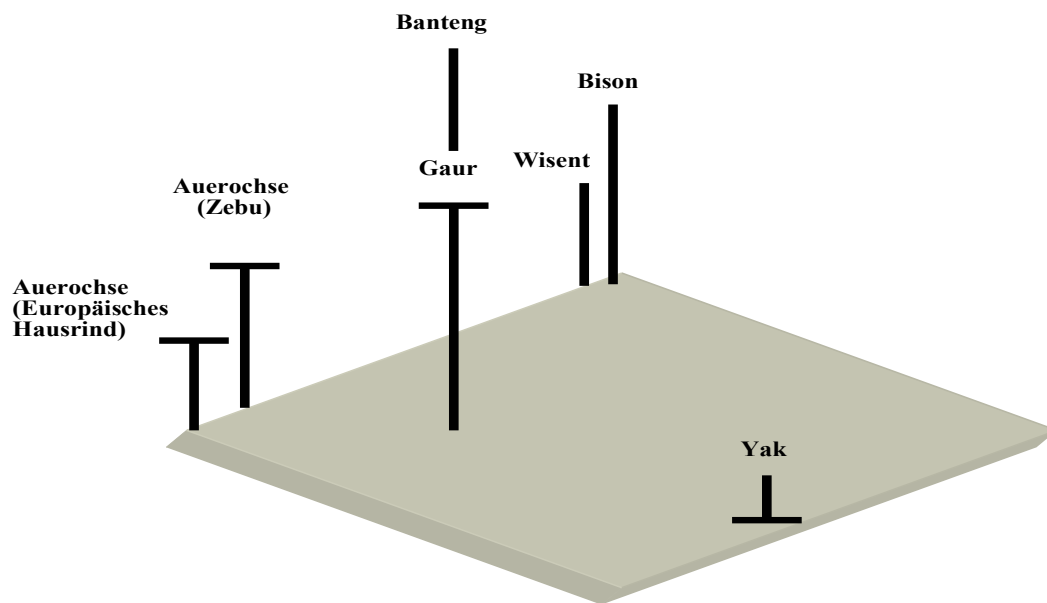


Abb. 8: Phylogenetische Beziehungen zwischen verschiedenen Nicht-Büffel-Arten (Buntjes, 1997, modifiziert)

Domestizierte Formen des Wasserbüffels sind in Form des Flussbüffels (Chromosomenzahl: 50) bzw. des Sumpfbüffels (Chromosomenzahl: 48) vorhanden. Ein wesentlicher äußerer Unterschied zwischen dem Wasserbüffel und dem Hausrind liegt im Hornquerschnitt. Er ist beim Hausrind rund bis oval, das Horn des Wasserbüffels dagegen hat einen dreieckigen Querschnitt. Der in Südost- bzw. in Südeuropa (Italien) beliebte Flussbüffel wird zur Milchgewinnung (Mozzarella-Produktion) gehalten („Milchbüffel“). Er erfreut sich einer zunehmenden Beliebtheit auch in Deutschland.

Domestikation ist ein Prozess bei dem eine Population von Tieren sich an den Menschen und an eine eingeschränkte Umwelt anpasst. Diese Anpassung erfolgt durch genetische Änderungen im Verlauf vieler Generationen und umweltinduzierter Entwicklungsereignisse (Prägung etc.), die sich in jeder Generation wiederholen. Im engeren Sinn ist Domestikation ein evolutionärer Prozess sowie ein Entwicklungsphänomen.

Die wohl ältesten Nachweise von Hausrindern sind Funde aus Griechenland (Argissa-Magula, ~ 6500 v. u. Z.; Nea-Nikomedea, ~ 6100 v. u. Z.). Weitere archäologische Nachweise liegen für Kreta (~ 6100 v. u. Z.) sowie Catar Hüyük, Türkei (~ 5800 v. u. Z.) vor.

Das Rind nimmt in der Geschichte der Domestikation eine besondere Rolle ein. Mit ihm wurde erstmalig die Arbeitskraft der Tiere erschlossen, ganz abgesehen von seiner Bedeutung als Nahrungs- und Rohstofflieferant. Im alten Mesopotamien spielte der Stier, ebenso wie in anderen frühen Kulturen eine wichtige Rolle in der Religion. Der Stierkult erreichte seinen frühen Höhepunkt in der minoischen Kultur Kretas (Zeuner, 1967). Noch heute werden aus religiösen Gründen im afrikanischen Raum Rinder gezielt auf halbmondförmige Hörner zu Ehren der Mondgöttin „Luna“ selektiert.

Neuere DNA-Analysen ergaben, dass bereits die Ahnen der Zebus bzw. taurinen Rinder genetisch differenziert waren. Diese Divergenz gilt als Beweis, dass mindestens zwei separate Domestikationsprozesse (einer im östlichen Mittelmeergebiet/Persien und ein zweiter in Vorderindien/indischer Subkontinent) unter Einbeziehung von zwei Unterarten des Auerochsen stattfanden (Abb. 9). Dafür sprechen auch zytogenetische Unterschiede im Y-Chromosom des europäischen und indischen Rindes. Neueste molekulargenetische

Untersuchungen schließen eine zusätzliche Domestikation von Rindern auf dem afrikanischen Kontinent (im Gebiet der östlichen Sahara) nicht mehr aus.

Aus den Wildtieren entstanden zahlreiche Rinderrassen, die sich in ihrer äußeren Erscheinung (Körperformen, Behornung, Farbe etc.) sowie in ihren Leistungen unterscheiden. Miteinander liegt die beobachtete Differenziertheit zwischen zwei Rassen lediglich in einem einzigen Genort (Farbe, Behornung) begründet, um eine Rassenzuordnung vorzunehmen.

Rassenbildung: Unter einer Rasse versteht man eine Fortpflanzungsgemeinschaft (Population) von domestizierten Tieren innerhalb der Art, die einander in wesentlichen morphologischen und physiologischen Merkmalen ähnlich sind und eine gemeinsame Zuchtgeschichte haben. Allerdings ist die Variation innerhalb der Rassen oft sehr erheblich. Man unterscheidet mehr als 800 Rinderrassen, die in Internetpräsentationen zwischenzeitlich gut dokumentiert sind (z. B.: www.ansi.okstate.edu/breeds/cattle oder www.tiho-hannover.de/einricht/zucht/eaap).

Da Haustiere und damit Rassen einer ständigen züchterischen Beeinflussung durch den Menschen unterliegen, bleibt gleichzeitig eine hohe Dynamik sowohl zwischen als auch innerhalb der Rassen anzuerkennen. Mit anderen Worten: sowohl die einzelne Rasse als auch die vorhandene Rassenvielfalt unterliegen einer ständigen Veränderung.

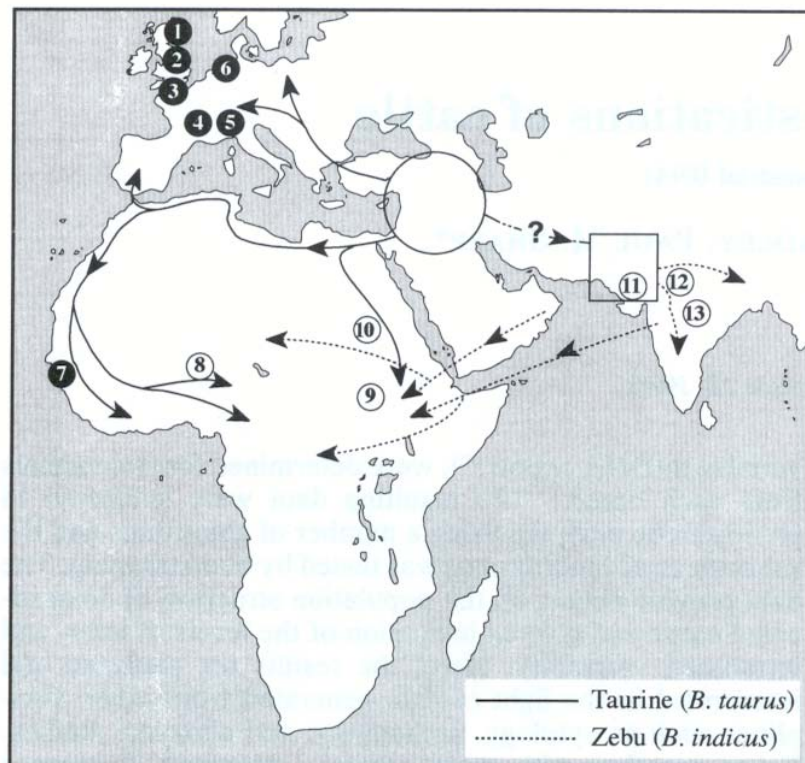


Abb. 9: Domestikationszentren und Migrationswege (1= Aberdeen Angus, 2= Hereford, 3=Jersey, 4=Charolais, 5= Simmentaler 6=Friesian, 7= 'N'Dama, 8= White Fulani, 9= Kenana; 10= Butana, 11=Tharparkar, 12=Sahiwal 13=Hariana (entnommen: [Loftus et al., 1994](#))

3.2. Rinderrassen

In der Bundesrepublik hat sich die Rassenstruktur in den letzten 4 Jahrzehnten stark verändert. Die bereits weit verbreiteten Rassen haben in der Regel ihren Anteil zu Lasten zahlenmäßig kleinerer Milch- und Zweinutzungsrasen vergrößert.

Nach Nutzungsrichtungen können unterschieden werden:

- Milchrinderrassen
- Fleischrinderrassen
- Zweinutzungsrassen Milch-Fleisch
- Dreinutzungsrassen Milch-Fleisch-Arbeit.

Zu den in Deutschland vorhandenen Rinderrassen, die betont auf hohe Milchleistung selektiert werden, gehören:

- Deutsche Holsteins (= "holsteinisierte" Schwarz- /Rotbunte)
- Braunvieh (mit hohem Brown Swiss-Genanteil)
- Angler/Rotvieh (mit Einkreuzungen Schwedischen Rotviehs bzw. Red Holsteins)
- Jerseys (zunehmend mit US-Jersey-Genanteil).

Zu den in Deutschland verbreitetsten Zweinutzungsrassen Milch-Fleisch gehören:

- Deutsches Fleckvieh
- Deutsches Gelbvieh.

Interessante Internetbeiträge über die verschiedenen Zuchtziele findet man beispielsweise unter: www.holstein-dhv.de; www.fleckvieh.de oder www.braunvieh.de.



Abb. 10: Red Holstein-Kuh „Belinda 1021214397“.
Z.: GbR Lattwesen, Hohnhorst (Nordrind GmbH, Verden) Foto: KeLeKi

Eine Zusammenstellung bedrohter Rinderrassen enthält Tabelle 19.

Tab. 19: Übersicht über bedrohte Rinderrassen in Deutschland

extrem gefährdet	stark gefährdet	gefährdet	zur Bestandsbeobachtung
Limburger Vogtländer Rotvieh Murnau-Werdenfelser Glanvieh Ansbach-Triesdorfer Angler(alte Zuchtricht.)	Dt. Shorthorn Orig. Braunvieh	Hinterwälder Dt. Schwarzbuntes Niederungsrind Pinzgauer	Gelbvieh Vorderwälder Rotbunte (Doppelnutzung)

Die zahlenmäßig wichtigste Milchrinderrasse ist das Holstein-Rind. Das Fleckvieh ist die verbreitetste Zweinutzungsrasse (Milch-Fleisch). Nach der neuesten Rasseschätzung der ADR entfielen vom gesamten Rinderbestand in Deutschland im Jahr 2004 54,3 % auf die Rasse Holstein (schwarz- und rotbunte Farbrichtung), 24,8 % auf das Fleckvieh, 4,9 % auf das Braunvieh, 2,7 % auf andere Milch- und Zweinutzungsrasen und 13,4 % auf die Fleischrinderrassen (Tab. 20).

Tab. 20: Anteile der Rinderrassen in Deutschland 1992 - 2004

Jahr	Holstein (Schwarz- bunt)	Holstein (Rotbunt)	Fleck- vieh	Braun- vieh	sonstige Milchrinder- rasen	Fleisch- rinder- rasen
1992	48,4	11,6	27,8	6,1	2,1	4,0
1996	45,5	10,7	26,5	5,2	1,8	10,3
2000	45,2	8,3	25,9	5,1	1,8	13,7
2004	47,4	6,9	24,8	4,9	2,7	13,4

Quelle: ADR-Information 26/2005

Die Holsteins haben generell den höchsten Milchertrag. Die Jerseys weisen den höchsten Milchfett- und -eiweißgehalt auf. Das Braunvieh besitzt eine Milchproteinzusammensetzung, die eine gute Käseereitauglichkeit der Milch sicherstellt. Das Fleckvieh kombiniert Milch und Fleisch auf hohem Niveau.

3.3 Molekulargenetische Grundlagen

3.3.1 Aufbau des Rindergenoms

Nukleinsäuren speichern und übertragen genetische Informationen. Es müssen zwei Nukleinsäuren unterschieden werden:

- die *Desoxyribonukleinsäure* (DNA)
- die *Ribonukleinsäure* (RNA).

Das Genom (= Gesamtheit der vorhandenen Erbinformationen) des Rindes besteht aus DNA-Molekülen. Die genetischen Informationen sind hier in der Reihenfolge der Basen (= Basensequenz) in den DNA-Strängen verschlüsselt.

Genetische Informationen liegen in den Zellen nicht als „Einzelstückchen“ vor. Vielmehr sind die DNA-Moleküle in „organisierter“ Form als Chromosomen vorhanden, d. h. sie sind verdichtete und verpackte Zellbestandteile (Tab. 21). Beim Hausrind besteht die im Zellkern vorhandene Chromosomenausstattung aus 60 Chromosomen: 58 Chromosomen liegen als homologe Paare vor (je eines von jedem Elter). Darüber hinaus besitzt jedes weibliche Rind in jeder Zelle zwei X-Chromosomen. Jedes männliche Tier trägt zusätzlich ein X- und ein Y-Chromosom. Die reifen Keimzellen (Spermien/Eizelle) enthalten nur einen einfachen (= haploiden) Chromosomensatz, da sich sonst die Genomgröße in jeder Generation verdoppeln würde. Man schätzt, dass etwa 35.000 Gene im Zellkern, verteilt auf 30 Chromosomenpaare vorhanden sind.

Die Mitochondrien-DNA (mt DNA) enthält insgesamt 37 Gene, die in gleicher Weise wie beim menschlichen mitochondrialen DNA-Molekül angeordnet sind. Da jedes Mitochondrium mehrere Kopien dieses ringförmigen DNA-Moleküls enthält und in einer einzelnen Zelle bis zu mehreren hundert Mitochondrien vorhanden sein können, kann die gesamte mitochondriale DNA-Menge einer somatischen Zelle bis zu 0,5 % der nukleären DNA-Menge erreichen. Mitochondrien-DNA wird stets nur von der Mutter auf ihre Nachkommen übertragen. Die gesonderte Beachtung der mitochondrialen Vererbung in der Züchtungspraxis kann wie folgt zusammengefasst werden:

- spezifische Einbeziehung in die Kuhselektion (Erbbfad Kuh-Kuh)
- gezielte Oozyten-Auswahl im Rahmen der In-vitro-Erzeugung von Embryonen
- Bewertung der Erhaltungswürdigkeit von Rassen
- Erfassung möglicher mitochondrialer Erkrankungen
- mögliche Überschätzung der Pedigree-Zuchtwerte von Jungbullen
(bei Nichtberücksichtigung der mt DNA-Einflüsse der Mutter)

Tab. 21: Genome des Rindes

	Kerngenom	Mitochondriengenom*
Größe	~ 3.000 Mb	16,4 kb
Zahl verschiedener DNA-Moleküle (= Genkopplungsgruppen)	30 (bei XX) oder 31 (bei XY) alle linear	ein ringförmiges DNA-Molekül
Gesamtzahl der DNA-Moleküle pro Zelle	30 in haploiden Zellen 60 in diploiden Zellen	mehrere Tausend
Zahl der Gene	ca. 35.000 (Schätzungen)	37
Transkription	meistens Gene einzeln	gemeinsame Transkription mehrerer Gene
Introns	in den meisten Genen	fehlen
Anteil der codierenden DNA	2 bis 3 %	~ 95 %
genetischer Code	spezifisch Kerngenom	spezifisch bei mt-Genom
Rekombination	in homologen Chromosomen- paaren regelmäßig	keine
Vererbung	nach Mendelschen Regeln für Sequenzen auf X und Autosomen; väterlich für Sequenzen auf Y	ausschließlich maternal

[*Anm.: Neuere Erkenntnisse aus der Mäusegenetik: Eine Häufung von Mutationen in den Mitochondrien ist eine Ursache typischer Alterserscheinungen (Haarausfall etc.). Untersuchung an Mäusen, die aufgrund einer genetischen „Manipulation“ der mitochondrialen DNA ungewöhnlich schnell altern, ergaben: Die Tiere zeigten sehr viel früher als ihre unveränderten Artgenossen typische Alterserscheinungen – Haarausfall und ergrauendes Fell, Muskelabbau, brüchige Knochen sowie eingeschränktes Hör- und Sehvermögen.]

3.3.2 Stand der Kartierung des bovinen Kerngenoms

Das Erbgut des Rindes (konkret eines Hereford-Rindes) ist zwischenzeitlich vollständig sequenziert worden. Die Ergebnisse eines US-Forscherteams sind im Internet verfügbar. Nach dem Hereford-Rind sollen nun auch Genome anderer Rinderrassen „entziffert“ werden.

Der Stand der Kartierung des Rindergenoms ist im Vergleich zum menschlichen Genom aber noch gering. Internationale Projekte lassen aber auch hier einen schnellen Erkenntniszuwachs erwarten.

Gleichwohl steht die Genomanalyse hinsichtlich der Kartierung und Aufklärung der molekularen Grundlagen wichtiger Nutzeigenschaften des Rindes erst am Anfang.

Darüber hinaus wird an den Erfolgen der Kartierung des menschlichen Genoms partizipiert, da eine gewisse "konservierte Übereinstimmung" spezifischer Chromosomenabschnitte beim Menschen und Rind zu beobachten ist.

Die meisten Nutzeigenschaften beim Rind werden allerdings durch mehrere Genorte beeinflusst, wobei jeder Genort nur einen kleinen Teil zur Merkmalsvariation beiträgt. Diese Genorte heißen QTL (engl.: Quantitative Trait Loci).

Sie werden häufig von DNA-Markern erfasst, die diese QTLs gewissermaßen „flankieren“. Allerdings umspannen die verfügbaren Marker häufig einen DNA-Bereich von mehreren Millionen Basenpaaren. Darin eingeschlossen kann sich eine Vielzahl von Genen befinden. Von Interesse ist häufig nur eines oder wenige, so dass eine weitere Eingrenzung der QTL-Position mit immer enger werdenden Markern angestrebt wird (= Feinkartierung).

Beim Rind befinden sich beispielsweise die Kaseine eng zusammenliegend auf dem Chromosom 6. Die Gene für die Molkenproteine liegen getrennt von den Kaseinen auf Chromosom 3 und 16.

Nachdem der Nachweis erfolgte, dass sich bezüglich der Verfestigungszeit in der Käseherstellung und bei der Käseausbeute signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen κ -Kasein-Genotypen ergeben, hat die Berücksichtigung des κ -Kasein-Genotyps bzw. weiterer Milchproteinvarianten in konventionellen Zuchtprogrammen oder beim Nachweis seltener Allele in bedrohten Nutztierassen an Bedeutung gewonnen.

3.4 Züchtung innerhalb der Rasse

Unter züchten versteht man die Beurteilung, Selektion und Verpaarung von Tieren einer Population mit dem Ziel, Nachkommen zu erzeugen, die in ihren Leistungen dem angestrebten Zuchtziel im Mittel näher stehen als die zugehörige Elterngeneration.

3.4.1 Erfassung der genetischen Variabilität

Das Vorhandensein genetischer Variabilität ist die Grundlage jeder tierzüchterischen Arbeit.

Obwohl alle grundlegenden Erkenntnisse der Genetik auf Vererbungsstudien an qualitativen Merkmalen (= Merkmale, die von Einzelgenen bestimmt werden) beruhen, zeigen die meisten wichtigen Nutzeigenschaften (z.B. Milchleistung, Körpergewicht) eine kontinuierliche Variation. Die Ursachen sind in einer Vielzahl beteiligter, frei kombinierbarer bzw. teilweise gekoppelter Gene (= Polygenie) sowie in der gleichzeitig gewöhnlich starken umweltbedingten Beeinflussbarkeit zu sehen.

Damit ist die auf einer eindeutigen Klassifizierung von Phänotypen beruhende "Mendel"-Analyse bei quantitativen Merkmalen nicht möglich. Für diese Merkmale gleicht die Häufigkeitsverteilung innerhalb einer genügend großen Herde einer „Glocke“ (= Gaußsche Glockenkurve). Mit anderen Worten: die meisten Beobachtungswerte sind symmetrisch um den Mittelwert zu finden.

Die Bestimmung der genetischen Varianz (s^2_g) erfolgt hier durch Auswertung der Ähnlichkeit („Kovarianz“) verwandter gegenüber nichtverwandter Tiere auf der Basis genetisch-statistischer Verfahren. Im Interesse der Vergleichbarkeit wird die genetische Varianz häufig in Bezug zur Gesamtvarianz ($=s^2_p$, phänotypische Varianz) angegeben. Dieser Varianzanteil nennt man auch Heritabilität (h^2):

$$h^2 = \frac{s^2_g}{s^2_p}$$

Die Heritabilität kann Werte zwischen 0 und 1 (bzw.: zwischen 0 % und 100 %) annehmen. Der mögliche Erfolg selektiver Maßnahmen ist generell umso höher, je bedeutender die

genetische Varianz an der Gesamtvarianz ist. Folgende Orientierungswerte können gegeben werden (Abb. 11):

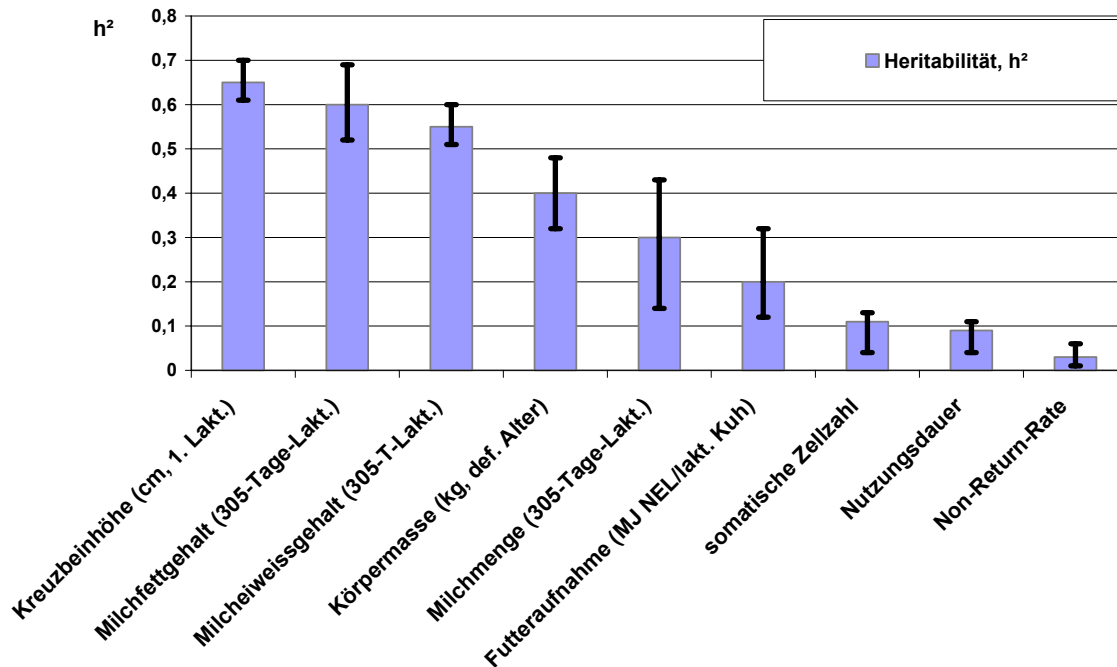


Abb. 11: Heritabilitäten (h²) verschiedener Merkmale des Rindes

Zu vermerken bleibt, dass die genetische Variabilität (s_g^2) in verschiedenen Rassen verschieden sein kann und zusätzlich eine Abhängigkeit vom Produktionsniveau besteht. Neben der Heritabilität interessieren die genetischen Beziehungen zwischen den Merkmalen. Ihre Erfassung erfolgt durch Bestimmung der genetischen Korrelation (r_g), die Werte zwischen $-1,0$ und $+1,0$ annehmen kann (Tab. 22).

Tab. 22: Heritabilitäten (h²) und genetische Korrelationen (r_g) in den ersten 100 Tagen nach 1. Abkalbung

	Milch-kg	Eiw.-%	Eiw.-kg
Milch-kg	0,23	-0,53	0,87
Eiw.-%		0,37	-0,05
Eiw.-kg			0,20

Anm.: h² in der Diagonalen, r_g = Werte oberhalb d. Diagonalen
Datenmaterial: über 100.000 Holstein-Kühe (SRV-Material)

Ist die genetische Korrelation $r_g = 0$, besteht keine Abhängigkeit zwischen den beiden Merkmalen. Ist die genetische Korrelation nahe Eins ($r_g = \leq 1,0$), besteht ein enger positiver Zusammenhang. Strebt die Korrelation gegen -1 ($r_g \geq -1,0$), so besteht ein deutlich negativer Zusammenhang, d. h., verbessern sich die Merkmalswerte bezüglich einer Eigenschaft reduzieren sich die Merkmalswerte in der anderen Eigenschaft.

3.4.2 Zuchtwertschätzung (BLUP)

Bei der Zuchtwertschätzung werden Leistungs- und Abstammungsinformationen miteinander verknüpft, um die genetische Veranlagung eines Tieres aus der beobachtbaren (= phänotypischen Leistung) bestmöglich zu ermitteln.

Der Zuchtwert eines Tieres ist im Gegensatz zu seinem Genotyp keine fixe, sondern eine variable Größe und ändert sich mit der jeweiligen Population, zu der man das betreffende Tier in Beziehung setzt.

Mathematische Definition des Zuchtwertes: Nach der Theorie der Populationsgenetik entspricht der *wahre Zuchtwert* eines Tieres für ein bestimmtes Merkmal folgender Beziehung (Essl, 1996):

$$ZW = 2 \cdot (NKD - PD)$$

mit PD = Durchschnitt der jeweiligen Referenzpopulation,
 NKD = Leistungsdurchschnitt der Nachkommen des Tieres,
 ZW = zuchtwertbedingte Abweichung des Tieres von PD,

wenn folgende (idealisierte) Annahmen zutreffen:

1. die Anzahl der Nachkommen geht gegen unendlich,
2. die Paarungspartner reflektieren genetisch die Referenzpopulation,
3. die Umwelt, in der die Nachkommen ihre Leistung erbringen, muss im Durchschnitt jener der Referenzpopulation vollständig entsprechen.

Die Multiplikation der Abweichung (NKD - PD) mit 2 berücksichtigt den Fakt, dass ein Tier die Erbanlagen seiner Nachkommen nur zur Hälfte bestimmt, während die andere Hälfte von den jeweiligen Paarungspartnern stammt.

Betrachtet man die oben dargestellte Definition des Zuchtwertes, so wird klar, dass der *wahre Zuchtwert* eines Tieres unbekannt bleibt, weil die für seine Bestimmung notwendigen Bedingungen in der Praxis nie vollständig erfüllbar sind (Essl, 1996). Grundlage der aktuellen Zuchtwertschätzung ist deshalb die Beschreibung beobachtbarer Leistungen mittels eines gemischten linearen Modells, indem die auszuwertenden Tiere in aller Regel als zufällig und die gleichzeitig zu erfassenden verschiedenen (!) Umwelteinflüsse (Herde, Alter, Kalbesaison) als fixe Einflussgrößen betrachtet werden. Die moderne Zuchtwertschätzung beinhaltet folglich den Aufbau und die Lösung eines umfangreichen Gleichungssystems.

Das so genannte **BLUP-Verfahren (BLUP = Best Linear Unbiased Prediction)** hat hier seine konsequente Anwendung erfahren.

Das BLUP-Verfahren setzt Kenntnisse in der Matrizenrechnung voraus. Gleichzeitig sind zuverlässige Kenntnisse über verschiedene genetische Parameter erforderlich. Detaillierte Beschreibungen der verwendeten Zuchtwertschätzmodelle findet man Online bei den zuständigen Rechenstellen (z.B. www.vit.de).

Aktuell wird an der zusätzlichen Integration von molekulargenetischen Daten in das BLUP-Zuchtwertschätzverfahren gearbeitet (Reinhardt et al., 2003).

Die flächendeckende Teilnahme der rinderhaltenden Betriebe an der MLP stellt die Grundlage des Prüfeinsatzes von Testbullen im Feld dar. Gleichzeitig nimmt die Verantwortung der Betriebe für die Qualität der zu erhebenden Daten stetig zu, da die staatliche Förderung der Milchkontrolle abnimmt bzw. künftig möglicherweise völlig entfällt. Bereits jetzt meldet der Tierhalter Geburts- und Kalbedaten, die Kennzeichnung geborener Kälber sowie vorliegende Abgänge im Rahmen der VVVO. Ein immer größer werdenden Teil der Landwirte übernimmt im Rahmen der so genannten MLP-Besitzerkontrolle (= B-Methoden der MLP) die unmittelbare Erfassung der Milchleistung. Auch Fehler, die bei der Datenerfassung entstehen, werden zukünftig weiter auf die tierhaltenden Betriebe verlagert. Gleichzeitig bemühen sich

die Zuchtorganisationen, den Testeinsatz von Bullen stärker zu planen (Beispiel: Ausschluss von solchen Herden mit mangelhafter Datenerhebung.)

3.4.3 Genetischer Fortschritt

Der mögliche Selektionserfolg (ΔG) pro Jahr wird bei Auslese innerhalb der Rasse (Population) von folgenden Faktoren bestimmt:

- Genauigkeit der Zuchtwertschätzung (r_{zw})
- Selektionsintensität (i)
- genetische Variabilität (s^2_g)
- Generationsintervall (L).

Dazu kommen weitere Faktoren (Populationsgröße, Zahl der gleichzeitig berücksichtigten Merkmal etc.) auf deren Darstellung hier verzichtet werden soll.

Der zu erwartende Selektionserfolg kann mit folgender Gleichung näherungsweise bestimmt werden:

$$\Delta G/\text{Jahr} = \frac{r_{zw} \cdot i \cdot s_g}{L}$$

Die Selektionsintensität (i) ist vom Anteil der zur Zucht verwendeten Tiere abhängig. Sie ist umso höher je geringer der Anteil derjenigen Tiere ist, die zur Weiterzucht verwendet werden. Auf der Ebene der Population sind vier Pfade zu berücksichtigen:

1. Vater - Sohn (VS)
2. Vater - Tochter (VT)
3. Mutter - Sohn (MS)
4. Mutter - Tochter (MT).

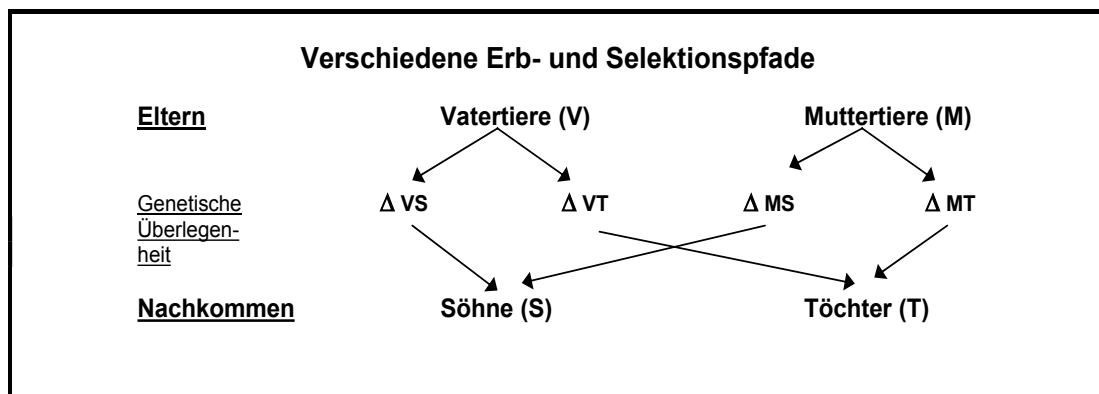


Abb. 12: Erb- und Selektionspfade in der Rinderzucht

Modellrechnungen belegen, dass der Zuchtfortschritt vor allem von der konsequenten Auslese zuverlässig geprüfter Bullen und Bullenmütter abhängt (Erbspfad: VS, VT, MS).

Rinderzuchtprogramme erfolgen heute länderübergreifend. Die weltweit bestverfügbaren Väter werden über künstliche Besamung (KB) als Bullenvater genutzt. Gleichfalls werden die potentiellen Bullenmütter sehr intensiv in mehreren Stufen vorselektiert und häufig (zumindest die jungen Kühe) unter einheitlichen, praxisnahen Bedingungen (Station) geprüft. Die Jungbullen, erzeugt aus den besten Bullen und Kühen, werden einem begrenzten Prüfeinsatz unterzogen und nur bei einem überragenden Testergebnis nachfolgend breit eingesetzt (vgl. Abschnitt „Nutzung moderner Biotechniken“).

3.5 Verbesserung einzelner Merkmalskomplexe

3.5.1 Zuchtzielformulierungen

Milcherzeuger unterscheiden sich nicht von anderen landwirtschaftlichen Produzenten. Sie können gleichfalls die Preise kaum beeinflussen und müssen daher stets die Produktivität erhöhen und die Stückkosten senken. Nur so kann bei tendenziell steigenden Kosten die notwendige Wettbewerbsfähigkeit gesichert werden. Eine weitere Steigerung der Milchleistung pro Kuh und Laktation bleibt deshalb für die spezialisierten Milchkuhbetriebe anzuerkennen. So nimmt der Futterenergieaufwand pro kg Milcheiweiß mit zunehmender Produktivität ab (vgl. Kapitel 7 und 9).

Laut deutschem Tierzuchtrecht kann jede Zuchtorganisation sein eigenes Zuchtziel festlegen, so dass regionale Abweichungen vom Rassezuchtziel möglich sind.

Generell sollte das Zuchtziel die Rentabilität des Erzeugerbetriebes positiv beeinflussen, die erzeugten Produkte die von den Verbrauchern gewünschte Qualität aufweisen, die Gesundheit der Tiere nicht gefährden und nicht im Widerspruch zum Tierschutz stehen. Das Zuchtziel ist somit in der Regel komplex. Für die Aufnahme eines Merkmals in ein Zuchtziel sollten folgende Bedingungen erfüllt sein:

- die wirtschaftliche Bedeutung sollte gegeben sein (direkt oder indirekt),
- das Merkmal muss eine genügend große genetische Variation (s^2_g) aufweisen,
- das Merkmal muss mit genügender Genauigkeit erfassbar/messbar sein.

In der Hobbyzucht spielen demgegenüber wirtschaftliche Überlegungen oftmals keine Rolle.

Verständlicherweise besitzen die Milchmengenmerkmale sowie die Inhaltsstoffe eine zentrale Stellung in der Milchrinderzucht. Daneben sind funktionelle Merkmale zu nennen (Abb. 13).

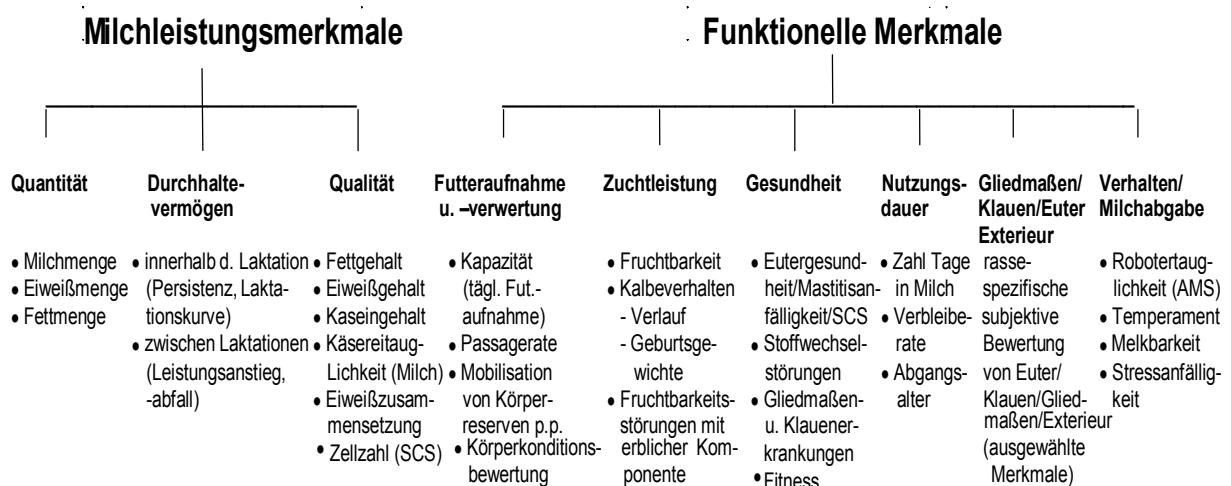


Abb. 13: Wichtige Merkmale in der Milchrinderzuchtung

Beispielsweise sind die Exterieur-Merkmale häufig nur lose mit der Leistungsveranlagung der Tiere verknüpft. Demgegenüber sind Zusammenhänge zwischen einzelnen Exterieurmerkmalen und Nutzungsdauer/Langlebigkeit vorhanden. Außerdem besitzen z.B. Euteraufhängung oder die Strichstellung z. T. beachtliche Beziehungen zum Betreuungsaufwand (Melkarbeit) sowie zur Gesundheit der Tiere.

Mit der Milcherzeugung stehen Fruchtbarkeit und Abkalbung in enger Verbindung. Allerdings sind die Heritabilitäten der Reproduktionsmerkmale gering (Abb. 11).

Die konsequente Beachtung von Erbfehlern ist aus Gründen des Tierschutzes, aber auch der Ökonomie, angezeigt. Potentielle Besamungsbullen werden deshalb vor Beginn des Testeinsatzes auf das Vorhandensein eines/mehrerer unerwünschter rezessiver Gene untersucht.

Neben den oben genannten Merkmalen erfährt die Fleischleistung bei der Zuchtarbeit mit Zweinutzungsrindern (Milch-Fleisch) eine gebührende Aufmerksamkeit. Die Fleischleistung umfasst dabei häufig nicht nur eine hohe Wachstumsleistung sondern berücksichtigt auch die Schlachtausbeute und Fleischqualität.

3.5.2 Spezielle Merkmale

Milcheiweißgehalt: Alle aktuellen Zuchtzielformulierungen bei Milchrindern sind auf eine betonte Verbesserung der Milcheiweißmenge orientiert. Dem Milcheiweißgehalt wird in einzelnen Zuchtprogrammen eine gesonderte Bedeutung (zwecks Vermeidung des Absinkens des genetischen Niveaus) eingeräumt. Die gleichzeitige Einbeziehung der Eiweißmenge und des Eiweißgehaltes in den Selektionsprozess, wie bei Holsteins und anderen Rassen bereits praktiziert, ist - bei nachgewiesenen negativen Zusammenhängen zwischen Milchweißmenge und -gehalt - berechtigt (vgl. weitere Details bei Brade, 1999).

Futteraufnahme: Die Futteraufnahme hängt wie die übrigen Eigenschaften von genetischen und nicht-genetischen Faktoren ab. Zu den "vom Tier bedingten" Faktoren gehören die Milchleistung, die Lebendmasse sowie der Trächtigkeits- und Laktationsstatus. Als ein wichtiger nichtgenetischer Einflussfaktor muss die Grundfutterqualität genannt werden. Sie kann durch Kriterien wie Verdaulichkeit, Energiedichte, Schmackhaftigkeit und physikalische Futterstruktur charakterisiert werden.

Zwischen Lebendgewicht und Futteraufnahme besteht ein tendenziell positiver Zusammenhang. Als Faustzahl rechnet man bei ausgewachsenen, hochleistenden Milchkühen und guter Futterqualität mit einer täglichen Aufnahme an Trockensubstanz (im ersten Laktationsdrittel) von 3,2 bis 3,5 % der Körpermasse. Zu Beginn der Laktation ist die Futterenergieaufnahme im Vergleich zur -abgabe über die Milch geringer als im zweiten oder dritten Drittel der Laktation. Die Folge ist ein Energiedefizit in den ersten 8 bis 12 Wochen; erkennbar als deutliches "Abfleischen" nach der Kalbung. Nur Gewichtsverluste bis zu 6 % des Körpergewichtes können als biologisch normal erachtet werden. Eine im Verhältnis zur Milchleistung ungenügende Futteraufnahme verursacht zusätzlich Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsstörungen. Das zu empfehlende Selektionsziel lautet daher nicht eine absolut hohe Futteraufnahme sondern nach Gravert und Papst (1986) „eine der Milchleistung entsprechende Futteraufnahme, d.h. ein geringes Energiedefizit, insbesondere in der Laktationsspitze“.

Es ist bekannt, dass größere, schwere Kühe mehr fressen können als kleinere, leichtere. Die größere, schwere Kuh benötigt allerdings auch mehr Erhaltungsfutter (Kapitel „Fütterung“).

Es ist leicht, große und schwere Kühe zu züchten. Die zugehörigen Heritabilitäten sind generell höher als für die Milchleistung (Abb. 11). Aber nicht Körpergröße und Futteraufnahme allein bestimmen die Wirtschaftlichkeit sondern nur eine der Milchleistung angemessenen Energie-/Futteraufnahme (Gravert und Papst, 1986). Eine ungenügende Futteraufnahme, insbesondere zu Beginn der Laktation, kann durch regelmäßige Beurteilung der Körperkondition (= body condition scoring, BCS) erfasst werden. Zusätzlich kann die Höhe des tierindividuellen Energiedefizites auch über Milchinhaltsstoffe (Acetongehalt, Fett/Eiweißquotient u.a.) beurteilt werden.

Exterieur: Die Exterieurbeurteilung besitzt - in Verbindung mit der Erfassung von Körpermaßen - eine lange Tradition. Als Gründe können u.a. angeführt werden:

- Zuchtausschluss von Tieren mit Missbildungen/Erbfehlern;
- Sicherung der Gesundheit, speziell der Gliedmaßen und Klauen sowie des Euters (z.B. größere Verletzungsgefahr bei einem übergroßen Euter) und der Milchqualität;

- mögliche Verlängerung der Nutzungsdauer;
- arbeitswirtschaftliche Aspekte (z.B. Arbeitserleichterung - bei günstigen Euterformen - im Rahmen des Melkens);
- Einhaltung formulierter Rassenstandards und Verkaufsförderung.

Im engeren Sinn versteht man unter Exterieurbewertung ein Verfahren zur Beurteilung von ausgewählten Typ- und Eutermerkmalen nach einem definierten Notensystem. Ihre einfache und kostengünstige Durchführung, verbunden mit zum Teil relativ hohen Heritabilitäten, sind hier von Vorteil.

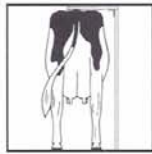
Die verschiedenen Rasseverbände haben spezifische Bewertungssysteme erarbeitet. Im linearen Bewertungssystem des DHV (= Deutscher Holsteinverband) werden die Exterieurmerkmale mittels einer Notenskala von 1 bis 9 (durch subjektive Bewertung zugelassener Tierbeurteiler) individuell beschrieben (Tab. 23 sowie Abb. 14).

Tab. 23: Körpermerkmale für die (subjektive) Nachzuchtbeurteilung (DHV-Schlüssel)

Größe	1 = klein	9 = groß
Stärke	1 = sehr schwach/schmal	9 = sehr stark und breit
Körpertiefe	1 = sehr wenig Tiefe	9 = sehr viel Tiefe
Milchcharakter	1 = sehr derb und massig	9 = sehr scharf /fein
Beckenneigung	1 = sehr stark ansteigend	9 = sehr stark abfallend
Beckenbreite	1 = sehr schmal	9 = sehr breit
Hinterbeinwinkelung	1 = sehr steil	9 = sehr gewinkelt
Klauen	1 = sehr flache Trachten	9 = sehr hohe Trachten
Sprunggelenk	1 = derb	9 = trocken
Hinterbeinstellung	1 = hackeneng	9 = parallel
Hintereuterhöhe	1 = tief /schmal	9 = hoch /breit
Zentralband	1 = schwach	9 = stark
Strichplatzierung vorn	1 = außen	9 = innen
Strichplatzierung hinten	1 = außen	9 = innen
Vordereuteraufhängung	1 = lose	9 = fest
Eutertiefe	1 = tief	9 = hoch
Strichlänge	1 = kurz	9 = lang

Seit Juli 2004 wird zusätzlich optional (beim DHV) der Rippenwinkel, der Body Condition Score (BCS) sowie der Bewegungsablauf erfasst.

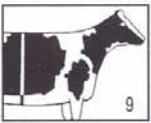
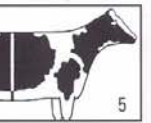
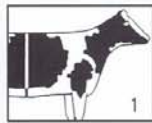
Exterieurmerkmale • Type traits • Caractéristique d'exterieur
Características de Tipo



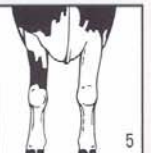
Größe (Grö) · Stature (Sta)
 Grandeur · Tamaño



Milchcharakter (MCh) · Dairy Character (DC)
 Caractère laitiers · Carácter lechero



Körpertiefe (KTI) · Body Depth (BD)
 Profondeur du corps · Profundidad corporal



Stärke (Stä) · Strength (Str)
 Vigueur · Fuerza



Beckenneigung (BNe) · Rump Angle (RA)
 Inclinaison du bassin · Colocación de los isquiones



Beckenbreite (BBr) · Rump Width (RW)
 Largeur du bassin · Amplitud de la grupa



Hinterbeinwinkel (HBW) · Rear Leg Set (RLS)
 Angle du jarret · Patas posteriores



Klauen (Kla) · Feet (Ft)
 Onglons · Pezuñas



Sprungelenk (SpG) · Hocks
 Jarret · Corvejón



Hinterbeinstellung (HBS) · Rear leg set rear view
 Position membres arrière · Posición patas posteriores



Hintereuterhöhe (HEu) · Rear Udder Height (RUH)
 Hauteur du pis de derrière · Altura de la ubre trasera



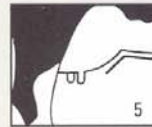
Zentralband (Zba) · Suspensory ligament (SL)
 Ligament central · Ligamento suspensor



Strichplatzierung vorne (SPv) · Fore Teat Placement (TP)
 Implantation des trayons devant · Colocación de pezones delanteros



Strichplatzierung hinten (SPh) · Rear Teat Placement (TPr)
 Implantation des trayons arrière · Colocación de pezones traseros



Vordereuteraufhängung (Eau) · Fore Udder Attachment (FUA)
 Suspension du pis de devant · Suspensión de la ubre delantera



Eutertiefe (ETi) · Udder Depth (UD)
 Profondeur du pis · Profundidad de la ubre



Strichlänge (SLä) · Teat Length (TL)
 Longueur des trayons · Longitud de pezones

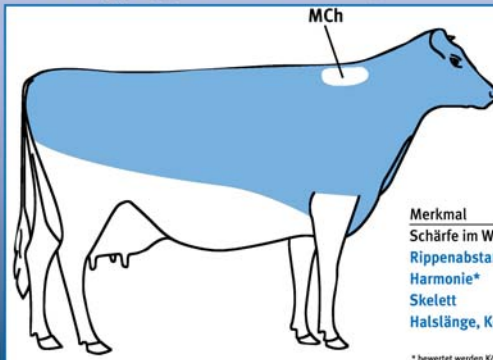
Abb. 14: Beurteilungssystem des deutschen Holsteinverbandes (DHV)

Aus der zusätzlichen Bewertung des Milchtyps, des Körpers, des Fundaments und des Euters resultiert eine Endnote (Abb. 15).

Diese durch Addition der gewichteten Merkmalskomplexe resultierende Endnote lässt sich am besten an einem Beispiel erläutern (DHV, Stand Jan. 2003):

Milchtyp	84 Punkte x 15 % = 12,6 Punkte
Körper	80 Punkte x 20 % = 16,0 Punkte
Fundament	78 Punkte x 25 % = 19,5 Punkte
Euter	80 Punkte x 40 % = <u>32,0 Punkte</u>
Gesamtpunktzahl (gerundet)	80 Punkte

Milchtyp (15 % der Gesamtnote)




Merkmal	Beurteilung	
	negativ	positiv
Schärfe im Widerrist	rund	scharf
Rippenabstand	eng	weit
Harmonie*	wenig	viel
Skelett	derb	fein
Halslänge, Kopfform	kurz	lang

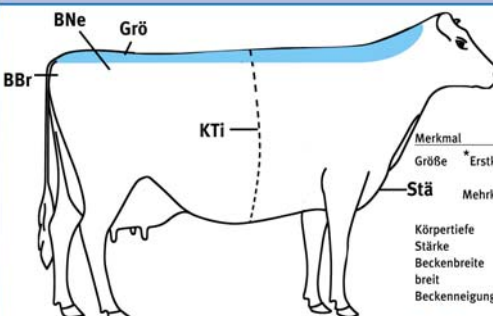
* bewertet werden Körperproportionen, Übergänge, Oberlinie, Haut, Haare

- Milchcharakter (MCh)

Harmonie, Skelett



Körper (20 % der Gesamtnote)




Merkmal	Beurteilung		
	negativ	positiv	
Größe	* Erstkalbskühe	< 142 cm oder > 153 cm	-
	Mehrkalbskühe	< 145 cm oder > 156 cm	-
Körpertiefe	aufgezogen	tief	
Stärke	schwach	stark	
Beckenbreite	schmal	breit	
Beckenneigung	ansteigend,	leicht geneigt	
	stark abfallend		
Körperlänge	kurz	lang	
Beckenlänge	kurz	lang	

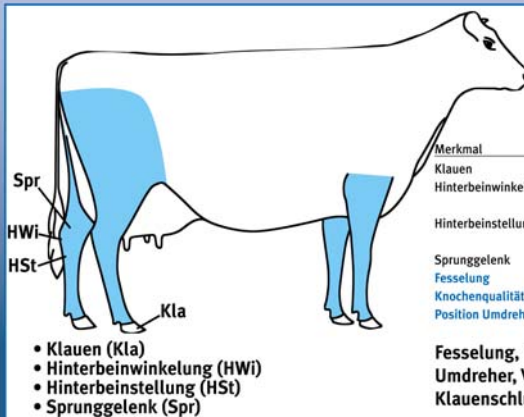
- Größe (Grö)
- Körpertiefe (KTI)
- Stärke (Stä)
- Beckenbreite (BBr)
- Beckenneigung (BNe)

Körperlänge, Beckenlänge

*Im Zuchtziel wird eine durchschnittliche Größe von 145 bis 156 angestrebt. Deshalb werden für extreme Unten- und Obergrößen Abzüge vorgenommen, wobei zu kleine Kühe einen stärkeren Punktabzug erhalten als zu große Kühe. Mängel: weicher Rücken, wenig Herztiefe, weiche Niere, lose Schulter, tiefliegender Schwanzansatz



Fundamente (25 % der Gesamtnote)

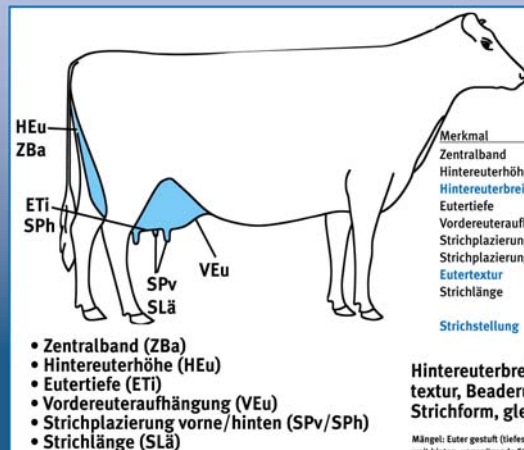


- Klauen (Kla)
- Hinterbeinwinkelung (HWi)
- Hinterbeinstellung (HSt)
- Sprunggelenk (Spr)

Merkmal	Beurteilung	
	negativ	positiv
Klauen	niedrig	hoch
Hinterbeinwinkelung	stark gewinkelt, zu steil	Ø
Hinterbeinstellung	kuhnessig	leicht hacken-eng bis parallel
Sprunggelenk	unklar, gefüllt	trocken
Fesselung	weich	straff
Knochenqualität	derb	fein
Position Umdreher	zu weit hinten	mittig angesetzt

Fesselung, Knochenqualität, Umdreher, Vorderbeinstellung, Klauenschluß, Galle

Euter (40 % der Gesamtnote)



- Zentralband (ZBa)
- Hintereuterhöhe (HEu)
- Eutertiefe (ETi)
- Vordereuteraufhängung (VEu)
- Strichplazierung vorne/hinten (SPv/SPh)
- Strichlänge (SLä)

Merkmal	Beurteilung	
	negativ	positiv
Zentralband	schwach	stark
Hintereuterhöhe	niedrig	hoch
Hintereuterbreite	schmal	breit
Eutertiefe	tief	hoch
Vordereuteraufhängung	schwach	fest
Strichplazierung vorne	weit, zu eng	mittig
Strichplazierung hinten	weit, zu eng	mittig
Eutertextur	fleischig	drüsig
Strichlänge	sehr kurz, sehr lang	Ø
Strichstellung	nach außen	gerade, leicht nach innen

Hintereuterbreite, Vordereuteraufhängung, Eutertextur, Beaderung, Strichstellung, Stufigkeit, Strichform, gleichmäßige Viertellung

Mängel: Euter gestuft (tiefes Hintereuter, kopflastiges Vordereuter), hintere Striche zu weit hinten, ungenügende Strichform (z.B. Tütenstriche, zu dünne Striche), Strichfalten

Abb. 15: DHV-Exterieurbeurteilungsschema

Die Punkteskala für die einzelnen Merkmalskomplexe bzw. für die Gesamtnote reicht von 65 bis 99 Punkte. Für die Punkteskala gilt folgende Bewertung (Vorgaben des DHV):

- ab 90 Punkte: exzellent
- 85-89 Punkte: sehr gut
- 80-84 Punkte: gut
- 75-79 Punkte: befriedigend
- 70-74 Punkte: ausreichend
- 65-69 Punkte: mangelhaft.

Die Beurteilung der Töchter von Besamungsbullen bildet die Grundlage der Zuchtwerte für Merkmale des Exterieurs. Sie werden in der Regel standardisiert und bei einem Mittelwert von 100 in Balkendiagrammen dargestellt. Der interessierte Landwirt kann so die Vorzüge und Schwächen des Bullen erkennen und ihn dann sehr gezielt in seiner Herde einsetzen.

Lahmheiten: Klauenerkrankungen sind eine wesentliche Abgangsursache in den Milchrinderbestände; verbunden mit einer Abnahme der Futteraufnahme und Milchleistung. Sprecher et al. (1997) haben ein System zur Früherkennung bzw. Bewertung (Schweregrad) von Klauenerkrankungen entwickelt.

Ähnlich wie bei der Konditionsbeurteilung (BCS) erhält jedes Tier eine Lahmheitsnote. Das Beurteilungsschema umfasst fünf Kategorien (Tab. 24).

Tab. 24: Bewertungsschema Lahmheiten

Note	Bewertung	Rückenlinie	Bemerkung
1	normal	gerade	Kuh steht und läuft mit geradem Rücken
2	leicht lahm	leicht gekrümmt	Rücken im Stand noch gerade, beim Laufen leicht gekrümmt
3	mäßig lahm	gekrümmt	Rücken im Stehen und Laufen gekrümmt, Kuh macht kurze Schritte
4	lahm	gekrümmt	Rücken im Stehen und Laufen gekrümmt, Kuh belastet einzelne Beine kaum, steifer Gang
5	schwer lahm	stark gekrümmt	Rücken im Stehen und Laufen stark gewölbt, Kuh läuft mit großer Anstrengung, versucht einzelne Beine nicht zu belasten

Quelle: Sprecher et al. (1997)

Mit Hilfe dieses Bewertungsschlüssels kann die Klauengesundheit einer Milchviehherde beurteilt und frühzeitig pflegebedürftige Tiere erkannt werden.

Nutzungsdauer: *Wie alt kann maximal eine Milchkuh werden?*: Die Antwort lautet: 35 bis 40 Jahre. Ein Alter von 39 Jahren wurde nachweislich von einer Milchkuh, die interessanterweise eine Kreuzungskuh Jersey x Holstein war, in Wisconsin (USA) erreicht.

Die Nutzungsdauer ist das Zeitintervall zwischen Erstabkalbung und Abgang. Sie ist häufig von der Milchleistung abhängig, die eine Kuh zum möglichen Selektionsentscheid realisiert. So werden Kühe mit schlechter Leistung früher gemerzt; der Landwirt betreut generell Kühe mit hoher Milchleistung intensiver. Für die Selektion ist es deshalb notwendig, die Nutzungsdauer unabhängig von der aktuellen Leistung zu bewerten.

Leider ist die Erblichkeit der Nutzungsdauer niedrig ($h^2 \sim 8\%$). Milchkuhhalter haben durch Optimierung des Kuhkomforts, der Fütterung und durch intensive Melkarbeit einschl. Fruchtbarkeitskontrolle die durchschnittliche Lebensleistung ihrer Kühe somit vorrangig selbst in der Hand. Aus züchterischer Sicht besteht darüber hinaus das Problem, dass die direkte Merkmalerfassung erst zu einem relativ späten Zeitpunkt möglich wird. Bevor die Nutzungsdauer aller Töchter (aus dem Prüfeinsatz) eines Bullen bekannt ist, ist der Bulle weit über 10 Jahre alt und damit kaum mehr züchterisch von Interesse.

Erinnert man sich daran, dass die Hauptabgangsgründe in der Milchrinderhaltung Unfruchtbarkeit, Probleme in der Eutergesundheit einschl. Eutermängel sowie Fundamentschwächen sind, liegt es nahe, solche Merkmale zusätzlich zu nutzen, die deutliche Beziehungen zur Langlebigkeit aufweisen (= funktionelle Merkmale). Hier erfahren die Zellzahl oder die Euteraufhängung als Vorinformation über die zu erwartende Nutzungsdauer eine gebührende Beachtung. Auch gibt es Hinweise, dass kleinere Holstein-Kühe tendenziell eine längere Nutzungsdauer als ihre großrahmigen Herdengefährtinnen aufweisen. Anscheinend kommen viele Milchkuhhalter mit den höheren Ansprüchen großrahmiger HF-Kühe nicht gut zurecht.

Eine hohe Nutzungsdauer ist jedoch nicht in jedem Fall nur positiv zu bewerten. So ist es aus einzelbetrieblicher Sicht oftmals empfehlenswert, eine ältere Kuh mit geringer Leistungsveranlagung bei Zeiten durch eine Färse mit höherer genetischer Veranlagung zu ersetzen. Zuchtfortschritt ist nur zu erzielen, wenn eine ausreichende Remontierung stattfindet.

Merkmale der Gesundheit: Moderne Zuchtprogramme berücksichtigen Merkmale der Tiergesundheit. Als Gründe sind zu nennen:

- die direkte Verbesserung der Gesundheit ermöglicht eine Kostenreduzierung und bietet die Möglichkeit der Verlängerung der Nutzungsdauer der Milchkühe;
- Sicherung einer permanent hohen Produktqualität (z. B. höhere Gefahr von Antibiotikarückständen mit Zunahme notwendiger Mastitisbehandlungen);
- Verbesserung der Tiergesundheit ist Tierschutz.

Erbfehler: Erbfehler sind genetisch bedingte Abweichungen von der Norm in Körperbau oder Körperfunktion mit nachteiliger Wirkung auf die Lebensfähigkeit bzw. das Leistungsvermögen. Sie beeinträchtigen die Tiergesundheit und reduzieren die Wirtschaftlichkeit der Tierhaltung.

Da Erbkrankheiten nicht therapierbar sind, erfordert ihre Einschränkung tierzüchterische Beachtung. Die Häufigkeit genetisch bedingter krankhafter Störungen kann mit 0,2 bis 0,5 % der geborenen Kälber angegeben werden.

In der praktischen Züchtung werden z. Z. folgende Erbkrankheiten diskutiert:

BLAD (= bovine Leukozyten-Adhäsions-Defizienz) - Krankheitsursache ist eine Punktmutation im CD 18-Gen, das zu einer Herabsetzung der Immunabwehr führt (einfach autosomal rezessiver Erbgang vor allem bei Holsteins vorkommend).

CVM (= Complex Vertebral Malformation) ist ein autosomal rezessiver Gendefekt (vor allem bei Holsteins). Kennzeichnend sind Missbildungen im Bereich der Wirbelsäule, verkrümmte Gelenke sowie ein verringertes Geburtsgewicht. Betroffene Kälber werden meistens tot geboren. Oftmals führt der Gendefekt zu einer Verkabung bereits im ersten und zweiten Trächtigkeitsmonat.

DUMPS (= Deficiency of Uridine-Mono-Phosphat Synthetase) - rezessiv erbliche Enzymopathie mit Synthesestörung im Pyrimidin-Stoffwechsel, wodurch ein embryonaler Frühtod nach dem 40. Trächtigkeitstag eintritt.

Arachnomelie (Spinnengliedrigkeit) - Abnormität der Gliedmaßen (äußerst dünne, überlange Röhrenknochen), verlängerter Ober- oder verkürzter Unterkiefer. Ein monogen bedingter autosomal-rezessiver Erbgang mit deutlichen Störungen bei der Geburt (vor allem beim Brown-Swiss).

MF (Mulefoot, Syndaktylie) autosomal rezessiver Erbgang, der das Vorhandensein nur einer Klaue an einer bzw. mehreren Extremitäten bewirkt.

DF (Dwarfismus, Zwergwuchs)

hereditäre Hernia umbilicalis (erblich bedingter Nabelbruch), wahrscheinlich polygenbedingter Erbfehler

spastische Parese polygen bedingte Erbkrankheit, die sich als ein- oder beidseitige unvollständige Lähmung der Nachhand zeigt. In Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Manifestation Frühparese (Kälber) bzw. Spätparese (adulte Rinder). Das Hauptkennzeichen ist ein kurzer, straffgespannter Fersensehnenstrang mit Steilstellung eines oder beider Sprunggelenke (Achillessehnenverkürzung, Stuhlbeinigkeits).

Bei Vorliegen eines monogen bedingten autosomal-rezessiven Erbfehlers (Autosomen: alle Chromosomen mit Ausnahme des X- und Y- Chromosoms)) sind reinerbig gesunde Tiere, mischerbige Anlageträger (=unauffällig) und Merkmalsträger vorhanden (Abb. 16).

Die Verpaarung von zwei mischerbigen Anlageträger (Bb mal Bb) führt mit einer Wahrscheinlichkeit von einem Viertel zum Auftreten solcher Tiere (bb), die die Erbkrankheit manifestieren (= Merkmalsträger).

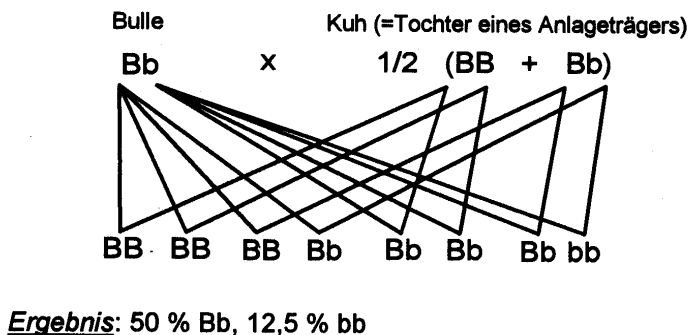
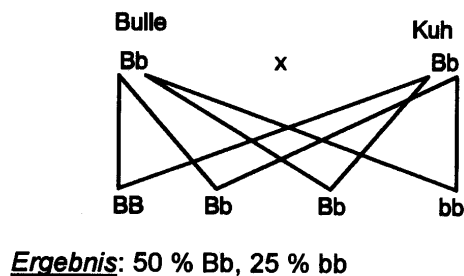
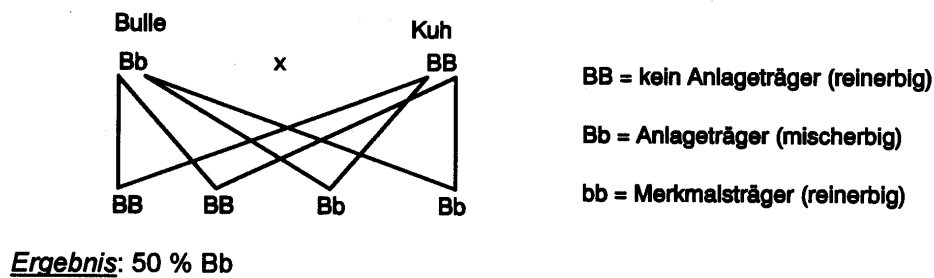


Abb. 16: Vererbungsschema für einen monogen rezessiven Erbfaktor

Die Anpaarung eines reinerbig gesunden Tieres (BB) an einen Merkmalsträger (Bb) stellt sicher, dass kein Nachkomme an dem Erbfehler leiden muss. Der Erbfehler ist aber in der Nachkommenschaft weiter zu finden!

Eutergesundheit: Mastitiden gehören zu den bedeutendsten Abgangsursachen. Der Zellgehalt des Einzelmelkes wird bereits seit längerem in der Zuchtpraxis berücksichtigt. Die Zellzahl ist ein umfassender, aber wenig präziser Parameter bezüglich der Eutergesundheit. Ein konsequenterer züchterischer Ansatz schließt die Nutzung erkrankungsbezogener Daten (wie es in Skandinavien seit einigen Jahren mit Erfolg praktiziert wird) mit ein. Weitere Kenngrößen mit hoher Erblichkeit und gleichzeitigem Einfluss auf die Eutergesundheit sind die Zitzenlänge/Zitzenform, die Form der Zitzenkanalöffnung, die Weite/Länge des Zitzenkanals,

die Melkbarkeit oder die Zitzenplatzierung vor allem am Voreuter. Vatertiere mit einem eindeutig negativen Zuchtwert für Eutergesundheit sind zu merzen. Die größten Erfolge in der Mastitisbekämpfung sind jedoch, wie die Heritabilitäten für Zellzahl oder Mastitishäufigkeit erkennen lassen, durch eine Optimierung des Managements auf Betriebsebene zu erreichen.

Fruchtbarkeitsmerkmale/ Stoffwechselkrankheiten: Die Fruchtbarkeit ist ein außerordentlich komplexes Merkmal. Aus genetisch-züchterischer Sicht sind drei differenzierte Komponenten gleichzeitig wirksam:

- ein *paternaler* Effekt (z. B. Spermaquantität und -qualität)
- ein *maternaler* Effekt (z. B. Bildung befruchtungsfähiger Eier, Eileiter- und Uterusmilieu)
- ein *filialer* Effekt (z. B. Lebensfähigkeit des Embryos).

Unter den Bedingungen der Besamungszucht ist eine Vielzahl von Fruchtbarkeitsparametern in Auswertung (z.B. der Besamungsindex, die Non-Return-Rate).

Zur Beschreibung der filialen Komponente dienen die Häufigkeit von Aborten bzw. (soweit erfassbar) die prozentuale embryonale Sterblichkeit. Die generell niedrigen Erblichkeitsgrade für Fruchtbarkeitsmerkmale zeigen, dass der Komplex der Herdenfruchtbarkeit wiederum vor allem der Milchkuhalter selbst durch seine tägliche Arbeit bestimmt.

Erkrankungen, vor allem des Stoffwechsels, sind demgegenüber in der Regel genetisch einfacher zu erfassen als die Fruchtbarkeit, da diese nur von der genetischen Veranlagung des auszuwertenden Tieres selbst abhängen. Detaillierte Untersuchungen belegen eine genetisch-züchterisch nutzbare Variabilität auch für bestimmte Stoffwechselkrankheiten (Lyons et al., 1991, u. a. m.).

3.5.3 Rassenkreuzungen

Während Gebrauchskreuzungen zur systematischen Erzeugung von Mastrindern (Beispiel: Charolais x Holstein) schon seit langem etabliert sind, werden zunehmend auch Rassenkreuzungen zur Erzeugung von „problemloseren“ Milchkühen praktiziert. Nachfolgend werden wichtige genetischen Grundlagen von Kreuzungen aufgezeigt. Auch sollen immer wieder zu lesende falsche Aussagen (z.B. „Heterosis ist nur in einer F₁-Generation vorhanden“; „F₁-Tiere sind als „Endprodukte“ anzusehen“) korrigiert werden.

Kreuzung setzt Reinzucht voraus: Die Züchtung innerhalb einer Rasse wird als Reinzucht bezeichnet. Sie wird seitens der deutschen Rinderherdbuchorganisationen oftmals immer noch als einzige akzeptable Zuchtmethod anerkannt. Bei anderen Tierarten (z.B. Schwein) haben sich längst Methoden zur zusätzlichen Nutzung von Kreuzungseffekten etabliert. So sind F₁-Sauen deutlich vitaler und fruchtbarer als Reinzuchtsauen. Allerdings bietet das Rind mit seiner begrenzten Vermehrungsrate im weiblichen Geschlecht und dem langen Generationsintervall weniger günstige Voraussetzungen für Kreuzungsprogramme als andere Tierarten.

Rassendifferenz und Heterosis: Die systematische Umverteilung der Genotypen nach Kreuzung bewirkt in der F₁-Generation einen so genannten Heterosiszuwachs (h^1) in Abhängigkeit von den Genfrequenzen in den beiden Ausgangspopulationen sowie der Bedeutung von Dominanz und Epistasie (= intra- und intergenische Wechselwirkungen) für das jeweils betreffende Merkmal. Dominanz und Epistasie werden zusammenfassend auch als nicht additive Genwirkungen bezeichnet. Soweit der beobachtete Heterosiseffekt ausschließlich auf Dominanz beruht, bleibt die Hälfte dieses Heterosiszuwachses (h^1) in den folgenden Generationen erhalten. Der Heterosiszuwachs (h^1) kann wie folgt definiert werden: $h^1 = F_1 - (P_1 + P_2)/2$, wenn mit F₁ bzw. P₁ und P₂ das Mittel der ersten Kreuzungsgeneration bzw. der beiden Elternpopulationen bezeichnet wird. Zwei Beispiele sind nachfolgend dargestellt (Abb. 17): Im Beispiel A ist die F₁-Generation den beiden Ausgangspopulationen überlegen. Im Beispiel B erreicht die F₁-Generation nicht das Niveau der besseren Elternpopulation.

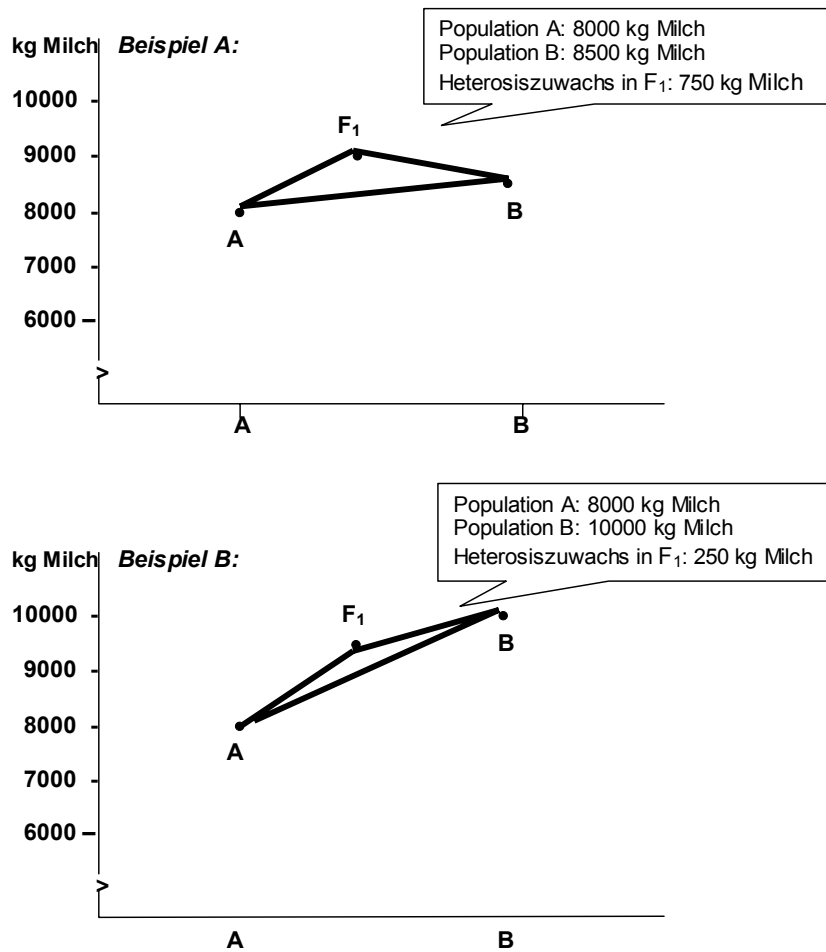


Abb. 17: Leistung der F₁-Generation unter verschiedenen Bedingungen

Zu erwähnen bleibt: Bei fehlender Dominanz bzw. Epistasie gibt es keine Heterosis; d.h. die F₁-Generation repräsentiert dann das Mittel der beiden Ausgangspopulationen. Kreuzungsverfahren können wie folgt gegliedert werden:

- Kreuzungsverfahren mit vorrangiger Nutzung additiver Genwirkungen
- Kreuzungsverfahren mit kontinuierlicher Nutzung nicht additiver Genwirkungen.

Kreuzungsverfahren mit vorrangiger Nutzung additiver Genwirkungen sind in Form der Veredlungs- oder Verdrängungskreuzung bekannt.

Ein bekanntes Beispiel für eine Verdrängungskreuzung ist die „Holsteinisierung“ des (alten) deutschen Schwarzbuntrindes. Kreuzungsverfahren mit kontinuierlicher Nutzung nicht additiver Genwirkungen sind in verschiedenen Formen bekannt (Brade, 2002).

Bei den so genannten Rotationskreuzungen werden beispielsweise die weiblichen Tiere zur Weiterzucht verwendet (Abb. 18).

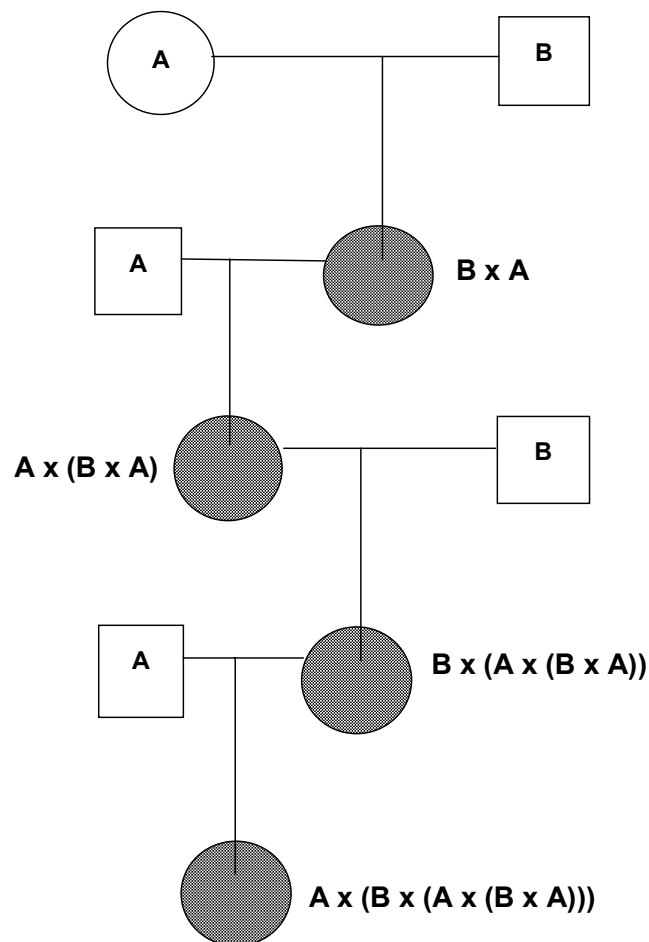


Abb. 18: Kontinuierliche Kreuzungen mit zwei Rassen (A, B)

Die wechselnde Anpaarung verschiedener Vatterassen führt zu einer variierenden genotypischen Zusammensetzung der Kreuzungspopulation. Auch ist die vollständige Nutzung des Heterosiszuwachses nicht möglich.

In der Tabelle 25 sind einige Heterosiswerte (h^1) bei verschiedenen Rassenkreuzungen zusammengestellt.

Tab. 25: Heterosis (h^1 %)¹ für Milchleistungsmerkmale nach Rassenkreuzung

Institut/ Region	Literatur	Tierzahl	relativer Heterosiszuwachs h^1 in %			Rasse
			Milch-kg	Fett-kg	Eiweiß-kg	
München	Graml u. a. (1984, gekürzt)	145	3,4	5,7		FV, Pin
München	Distl u. a. (1990)	25793	1,0			FV, GV
Hamilton (Neuseeland)	Ahlborn-Breier et al. (1991)	42554	6,1	7,2		NF, J
östl. Bundes- länder	Brade (1992)	> 100000	5,9	7,5	6,8	J, F

Anmerkung: J = Jersey; F = europäische Friesian (Schwarzbunte); NF = Neuseeländische Friesian, FV = Fleckvieh; GV = Gelbvieh, Pin = Pinzgauer; Quelle: Brade (2002)

Diese Ergebnisse belegen, dass für Milchleistungs- oder Fruchtbarkeitsmerkmale sowie für die Lebensleistung Heterosiseffekte vorliegen.

Zu erwähnen bleibt, dass neuseeländische Milcherzeuger seit vielen Jahren eine Rotationskreuzung zwischen Jerseys und Friesians praktizieren.

Aus den USA wird berichtet, dass beispielsweise die Kreuzung Jersey x Holstein eine signifikant längere Nutzungsdauer als die reinrassigen Holsteinkühe hat.

Auswirkungen auf Zuchtprogramme/Ausblick: Fragt man nach der künftigen Bedeutung von systematischen Rassenkreuzungen, so ist eine weitere Zunahme nicht auszuschließen. Entscheidend wird sein, inwieweit es den Züchtern der spezialisierten Milchrinderrassen (z. B. Holstein) bzw. des Fleckviehs gelingt, neben der genetisch-züchterischen Erhöhung der Milchleistungsveranlagung gleichzeitig die Gesundheit und Fruchtbarkeit sowie die Nutzungsdauer – konkurrenzfähig gegenüber möglichen Kreuzungen – durch Selektion innerhalb der betreffenden Rasse zu verbessern.

Die Zuchtziele und Züchterfolge in den Reinzuchtpopulationen werden letztlich darüber entscheiden, inwieweit systematische Rassenkreuzungen in der künftigen Milcherzeugung dominieren. Prinzipiell gilt: Der Milchkuhhalter sollte diejenige Rasse/Rassenkombination nutzen mit der er unter seinen Bedingungen am besten zu Recht kommt. Die Bedingungen sind nicht einheitlich sondern vielfältig!

3.6 Nutzung moderner Biotechniken

Biotechnologische Verfahren bei Milchrindern lassen sich aus methodischer Sicht nach molekulargenetischen und reproduktionsbiologischen Verfahren zusammenfassen (Abb. 16):

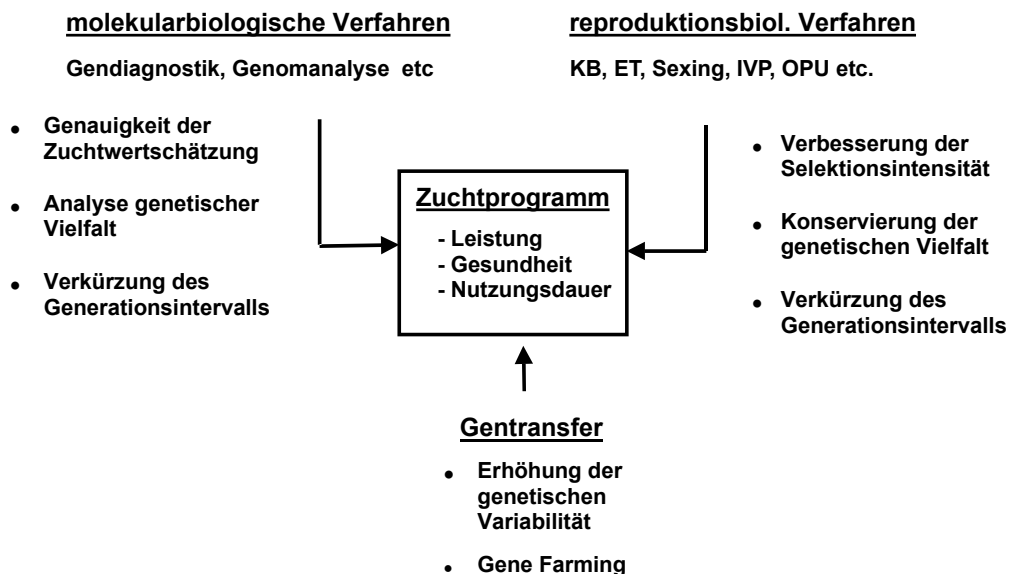


Abb. 19: Bedeutung der Bio- und Gentechnik in der Tierzucht

Molekularbiologische Verfahren, die notwendigerweise ein molekulargenetisches Labor voraussetzen, dienen beispielsweise der Diagnostik von Erbfehlern auf DNA-Ebene, der Identitätssicherung (Abstammungskontrolle) bzw. der Genomanalyse.

Zu den reproduktionsbiologischen Verfahren, die z. T. im Züchterstall erfolgen, zählen: die künstliche Besamung (KB), der Embryotransfer (ET), das Sexing, die In-vitro-Produktion von Embryonen (IVP) oder die Klonierung. Die Akzeptanz der verschiedenen Biotechniken ist von einer Vielzahl gleichzeitig wirkender Einflussfaktoren abhängig (Abb. 20).

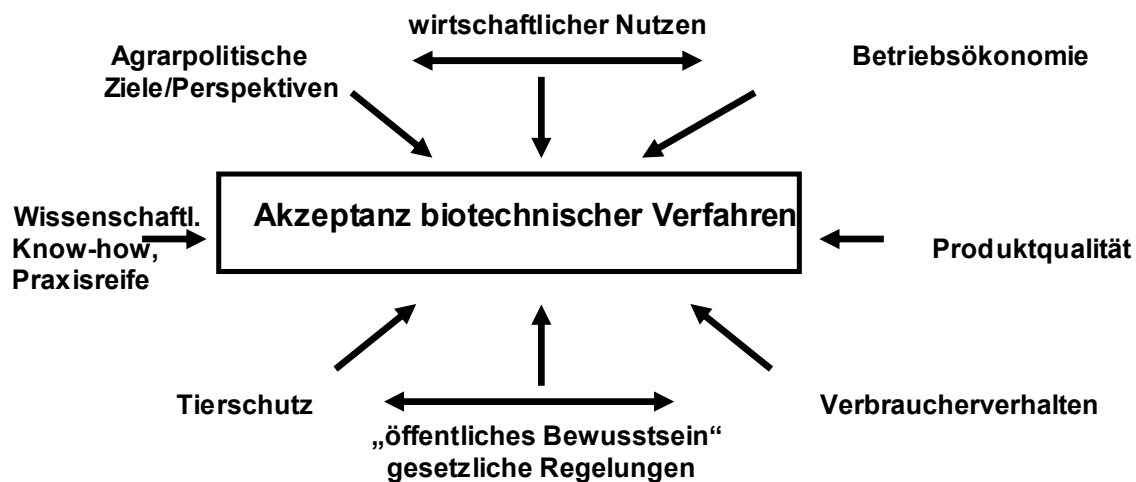


Abb. 20: Einflussfaktoren auf die Akzeptanz biotechnischer Verfahren

Der Einsatz moderner Biotechniken beschleunigt über verschiedene Faktoren (Selektionsintensität, verbesserte Genauigkeit der Zuchtwertschätzung, Verkürzung des Generationsintervalls etc.) den möglichen Zuchtfortschritt.

Allerdings sind moderne Zuchtprogramme heute nicht mehr einseitig auf Milchleistung orientiert, sondern sehr komplex und vielgestaltig. Mit anderen Worten: Alle einseitig orientierten Zuchtziele mit Reduzierung der Tiergesundheit sind abzulehnen.

Die Gentechnologie ermöglicht es, einzelne Gene zu isolieren, zu analysieren bzw. zu verändern. Unter einer Gendiagnose soll nachfolgend die Untersuchung einer Eigenschaft auf der DNA-Stufe verstanden werden. In der Tierzucht bieten sich vielfältige Nutzungsmöglichkeiten an:

- direkte Erfassung qualitäts- und quantitätsbeeinflussender Gene (z. B. k-Kaseinvarianten etc.)
- Erfassung von Erbfehlern z. B. Bovine Leukozyten Adhäsions Defizienz (BLAD), Complex Vertebral Malformation (CVM) bei Holsteins
- Geschlechtsdiagnose z.B. Geschlechtsdiagnose von Embryonen
- „Markerassisted“ Selektion (MAS) z. B. Erfassung genetischer Marker für QTLs
- Identitätssicherung/Abstammungskontrolle z. B. DNA-Fingerprinting
- Erfassung von Farbgenorten (z.B. Rotfaktor in der Holstein-Zucht) bzw. der Hornlosigkeit (Polled-Gen) vor allem zur Erkennung heterozygoter hornloser Tiere
- Bewertung genetischer Distanzen zwischen Rassen oder Tiergruppen/ Beurteilung der Erhaltungswürdigkeit von Rassen oder Tiergruppen

Künstliche Besamung und Spermasexing: Die KB wurde Ende der 40er Jahre zunächst aus tiermedizinischen Gründen eingeführt, um die Infektionskette von Geschlechtskrankheiten zu unterbrechen. Die zusätzlichen züchterischen Vorteile wurden schnell offensichtlich (bessere Auslastung überlegener Vatertiere, schnellere und genauere Zuchtwertschätzung). Ein weiterer Fortschritt wurde Ende der 50er/Anfang der 60er Jahre erzielt, als es gelang, Spermata tiefzufrieren und international auszutauschen. In der Milchrinderzucht werden heute mehr als 90 % aller Kühe besamt. Aus einem Bullenejakulat lassen sich durchschnittlich etwa 250 bis 800 tiefgefriertaugliche Besamungsportionen herstellen. Von einzelnen Vatertieren sind über 1 Million Spermportionen weltweit eingesetzt worden.

Der Erfolg einer Besamung erfordert ein zeitlich richtiges Zusammentreffen („Timing“) von Samenzellen und Eizellen im Eileiter des weiblichen Tieres. Bei zu früher (= zu Beginn der

Brunst) oder zu später Besamung (nach Abklingen der äußeren Brunst) sind die Trächtigkeitsaussichten deutlich schlechter.

Tab. 26: Kennzahlen zur Reproduktion des Rindes

Kenngröße	Orientierungswert
- Alter bei Geschlechtsreife (Pubertät)	320 bis 400 Tage (Rassenunterschiede)
- Lebendmasse bei Geschlechtsreife	240 bis 300 kg (Rassenunterschiede)
- Brunst-(=Östrus)zyklus	21 Tage (Variation: 19 bis 24 Tage)
- Dauer der Brunst (Vor- und Hauptbrunst)	18 h (Variation: 6 bis 26 h)
- Häufigkeit von Zwillingsgeburten	0,3 bis 4,5 % (Rassenunterschiede)
- Trächtigkeitsdauer	270 bis 290 Tage (Rassenunterschiede)
- Geburtsgewichte (in % des Muttergewichtes)	7,5 bis 8,0 % (1. Kalb) 6,5 bis 7,5 % (2. Kalb) (männliche Kälber schwerer als weibliche)

Die Brunstintervalle betragen bei Kühen im Mittel 21 Tage (Tab. 26). Jungrinder weisen in der Regel etwas kürzere Zyklen als Kühe auf. Eine intensive Brunstbeobachtung ist notwendige Voraussetzung für hohe Trächtigkeitsergebnisse auf Betriebsebene.

Generell zu empfehlen ist, Milchkühe erst etwa 60 bis 80 Tage nach dem Abkalben erstmalig zu besamen. Bei Kühen mit geringerer Milchleistung kann (nach vorheriger Untersuchung auf Besamungstauglichkeit) schon eher besamt werden. Frühzeitiges Belegen der Kühe ist somit keine Maßnahme, um mangelhafte Zwischenkalbezeiten in Problembetrieben „in der Griff zu bekommen“. Der optimale Besamungszeitpunkt (innerhalb der Brunst) liegt gegen Ende der äußeren Brunst vor, da hier die besten Aussichten für eine Trächtigkeit bestehen. Rinder sind nur bei Vorhandensein von klarem viskösem Brunstschleim zu besamen. Ist der Brunstschleim trüb oder mit Eiterflöckchen versetzt (leichter Genitalkatarrh), ist eine Gebärmutterbehandlung erforderlich (Lotthammer u.a., 1994). Neueste Ergebnisse belegen, dass sich die Dauer der Hauptbrunst mit zunehmender Milchleistung reduziert; damit wird das Erkennen brünstiger Tiere schwieriger (Tab. 27). Die abnehmende Brunstdauer mit zunehmender Milchleistung wird wahrscheinlich mit durch eine abnehmende Östradiol-Konzentration bei Hochleistungskühen mit verursacht (Tab. 28).

Tab. 27: Dauer der Hauptbrunst bei Milchkühen mit unterschiedlicher Milchleistung (Holstein)

Kenngrößen	weniger leistende Milchkühe (Grenzwerte)	hochleistende Milchkühe (Grenzwerte)
mittl. Milchleistung (kg/Tag) ^{*)}	33,5 ± 0,3 (20,1 - 39,2)	46,4 ± 0,4 (39,5 - 59,3)
Dauer der Hauptbrunst (h) ^{**)}	10,9 ± 0,7 (0,4 - 25,7)	6,2 ± 0,5 (0,4 - 26,5)

Anm.: ^{*)} mittlere Milchleistung, erfasst über 10 Tage vor der Brunst; ^{**)} Zeitdauer von Beginn bis Ende des „Stehens“ im Rahmen der Brunst; Quelle: Lopez et al. (2004)

Tab. 28: Korrelationen zwischen Milchleistung, Hauptbrunstdauer, Östradiol-Konzentration sowie Follikelgröße (P = Signifikanztest)

Kenngröße	Milch (kg/Tag) ^{*)}	Brunstdauer (h)	Östradiol (pg/ml)
Brunstdauer	- 0,51 (P < 0,0001)		
Östradiol (pg/ml)	- 0,57 (P < 0,0001)	0,57 (P < 0,0001)	

Anm.: ^{*)} mittlere Milchleistung, erfasst über 10 Tage vor der Brunst; Quelle: Lopez et al. (2004)

Tab. 29: Brunstphasen mit inneren und äußeren Anzeichen

Phase	äußere Brunstzeichen	innere Brunstzeichen
Vorbrunst	Unruhe, Anschwellen der Schamlippen, Abgang von klumpigem Schleim, Aufspringen auf andere Kühe, stärkere Durchblutung der Scheidenvorhofschleimhaut (leichte Rötung und Feuchtigkeit beim Öffnen der Schamlippen)	pralle Eiblaste, beginnende Kontraktionsbereitschaft der Gebärmutter, beginnende Öffnung des Muttermundes, feuchte und leicht gerötete Scheidenschleimhaut
Hauptbrunst	Brüllen, stärkere Unruhe, Kontaktsuche, Duldung des Aufspringens anderer Kühe (die Kuh „steht“), Abgang von glasklarem, fadenziehendem Brunstschleim; z. T. Rückgang der Milchleistung	reife Eiblaste, Kontraktionsbereitschaft der Gebärmutter, Öffnung des Muttermundes, Bildung von Brunstschleim im Gebärmutterhals, Ansammlung des Brunstschleimes in der Scheide, Drüsenwachstum in der Gebärmutterhalsschleimhaut
Nachbrunst	Abklingen der äußeren Brunstzeichen, die Kuh „steht“ nicht mehr, Haut der Schamlippen ist wieder gefältelt, abgehender Schleim wird dünnflüssiger, Abbluten am Ende der Nachbrunst	Eiblastensprung, Verminderung der Schleimproduktion, noch geringe Öffnung des Muttermundes, nachlassende Kontraktionsbereitschaft der Gebärmutter, blutiger Schleim (Abbluten) in der Scheide

Quelle: Lotthammer und Wittkowski (1994, verändert)

Weitere Fortschritte bei der Trennung von X- und Y-Chromosomen-tragenden Spermien haben zwischenzeitlich Methoden verfügbar gemacht (z. B. „Beltsville Sperm Sexing Technology“), um das Geschlecht vorzubestimmen.

Rinderspermien unterscheiden sich darin, dass das X-Spermium etwa 3,8 % mehr DNA enthält als das Y-Chromosom tragende Spermium. Der individuelle Spermien-DNA-Gehalt kann bestimmt und zur Geschlechtsdifferenzierung mittels eines Durchflusszytometers genutzt werden. Mit Hochgeschwindigkeits-Flowzytometern und spezieller Software für die Sortierung von Spermien können pro Sekunde bis zu 30000 Samenzellen identifiziert und hiervon rund 20 % sicher auf ihren chromosomalen Gehalt überprüft und bei hoher Trenngenaugigkeit (über 90 %) sortiert werden (Rath, 2002). Damit stehen pro Stunde 20 bis 25 Mio. "gesexte" Spermien für die Besamung zur Verfügung.

Sollten sich die zur Zeit noch bestehenden patentrechtlichen Fragen klären lassen und die Sortiergeschwindigkeiten weiter erhöht werden, darf erwartet werden, dass diese Technik die zentrale Stellung der KB in aktuellen Zuchtprogrammen weiter stärkt (Zunahme der Selektionsschärfe in der Kuhbestandsreproduktion auf Betriebsebene, weitere Ausdehnung von Rassenkreuzungen etc.). Gleichzeitig könnte die Verfügbarkeit genetisch überlegener weiblicher Kälber verbessert werden. Gesextes Bullensperma lässt sich tiefgefrieren und ähnlich für die Besamung einsetzen, wie normales Bullensperma, das nicht gesext wurde. Aktuelle Studien zufolge sind die Non-Return-Raten bei Einsatz von gesextem Sperma gegenüber normalen Besamungen zurzeit noch deutlich geringer. Erste Besamungsstationen bieten gesextes Sperma in Europa zum Kauf an; allerdings sind die aktuellen Preise noch sehr hoch. Die Entwicklung wird aber auch hier nicht stehen bleiben, denn die ökonomischen Vorteile liegen auf der Hand: Gezielte Erzeugung weiblicher Nachkommen zur Kuhbestandsreproduktion und männlicher Tiere (einschl. Kreuzungen) für die Fleischerzeugung.

Embryotransfer und In-Vitro-Produktion von Embryonen: Embryotransfer (ET) dient, in Kombination mit einer Superovulationsbehandlung, der Erhöhung der Reproduktionsfähigkeit des weiblichen Geschlechts.

Von einem Embryo spricht man, wenn nach der Befruchtung einer Eizelle, d. h. dem Eindringen eines Spermiums und der Vereinigung des männlichen und weiblichen Genanteiles, eine Zygote entsteht und diese mehrere Furchungen (= Zellteilungen) durchläuft. Dies kann sowohl im Tier selbst („in vivo“) als auch in einem „Reagenzglas“ („in vitro“) ablaufen. Ein Embryo des Rindes befindet sich etwa am sechsten/siebenten Tag seiner Entwicklung im Stadium des Überganges von einer Morula (= Maulbeere) zur Blastozyste. Der Keimling lässt sich ab diesem Zeitpunkt in Embryoblast und Trophoblast differenzieren (Abb. 21). Der eigentliche Fetus entwickelt sich ausschließlich aus den Embryoblastzellen.

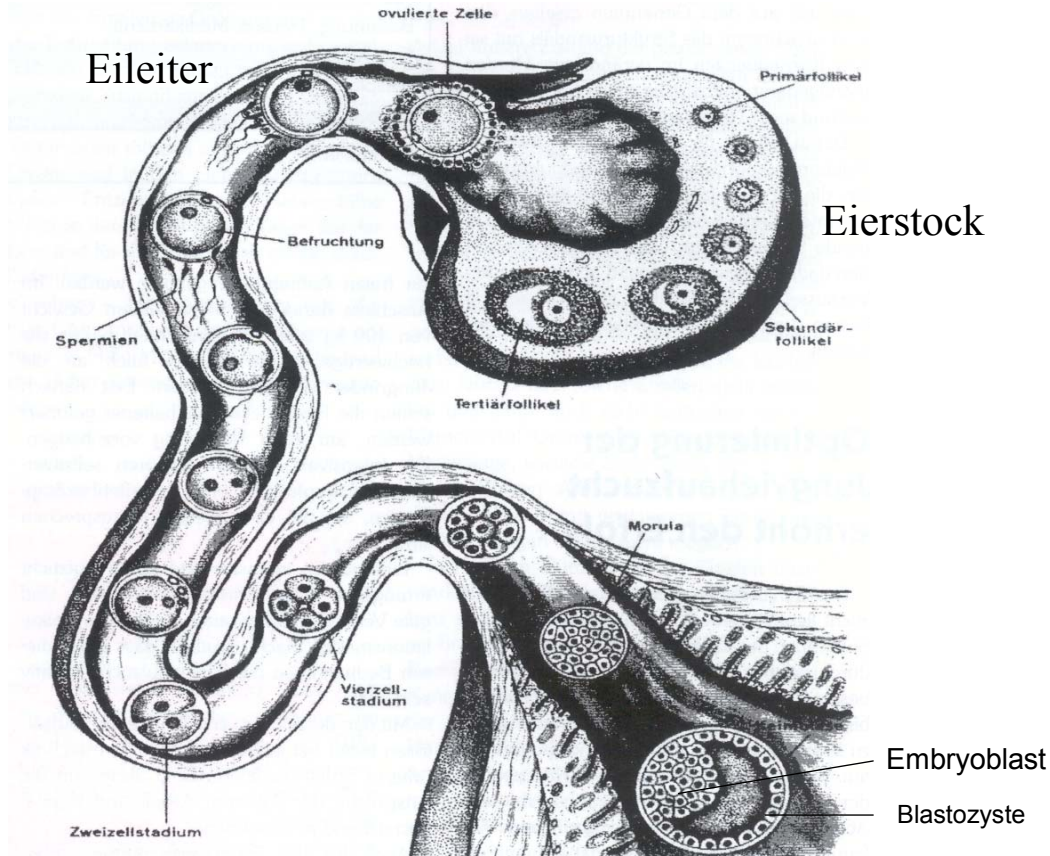


Abb. 21: Entwicklungsphasen von einer Ureizelle in einem Primärfollikel bis zur Blastozyste (Roschlau, 2003, verändert)

Der „klassische“ Embryotransfer (ET) - mit Gewinnung der Embryonen im frühen Blastozystenstadium (7.Tag nach KB) - hat zwischenzeitlich einen Stand erreicht, in der sowohl die unblutige (= nichtchirurgische) Gewinnung als auch Übertragung von Embryonen fester Bestandteil moderner Zuchtprogramme ist. Der Transfer erfolgt, falls keine Tiefgefrierkonservierung vorgesehen ist, auf zyklussynchrone Empfängertiere (7 Tage nach Brunst) in das ipsilaterale (= Gelbkörper zugewandte) Gebärmutterhorn (Trächtigkeitserfolg bei Frischtransfer: 60 bis 65 %). Mittels ET kann die Zahl der Nachkommen von Muttertieren um da 10fache, in Ausnahmefällen (Dauerspender mit sehr guter, wiederholter Ovulationsreaktion) um das 20fache gesteigert werden (Tab. 30).

Tab. 30: Zahl der Nachkommen eines Spenders, die mittels klassischem ET zusätzlich erzeugt werden können

Anzahl	Trächtigkeitsrate	Anzahl transfertauglicher Embryonen je Spülung/Spender					
		4	8	12	4	8	12
Nutzungsperioden mit ET-Anwend.	nach Transfer (%)	Zahl Spülungen in einer Laktation (Periode): 1x			Zahl der Spülungen in einer Laktation (Periode): 2x		
1	50	2	4	6	4	8	12
	75	3	6	9	6	12	18
2	50	4	8	12	8	16	24
	75	6	12	18	12	24	36

Neben diesem klassischen Weg können alternativ unreife Eizellen auch direkt aus den über eine Ultraschallsonde sichtbar gemachten Eierstöcken von unbehandelten Spendern abgesaugt (OPU = ovum pick up) und anschließend im Labor zu Embryonen entwickelt werden (IVP = In-vitro-Produktion). Hierbei wird der Fakt genutzt, dass in jedem Eierstock eines weiblichen Rindes etwa 100.000 Eizellen (in so genannten Primärfollikel) angelegt sind. Die Mehrzahl der Eizellen geht jedoch durch eine Rückbildung im Verlaufe des Lebens eines weiblichen Rindes verloren. Zu jedem Zeitpunkt im Leben eines weiblichen Tieres (Jungrind, Kuh) liegen jedoch etwa 200 bis 300 Follikel, die sich in einer aktiven Wachstumsphase befinden, vor. (Der Follikel ist eine Struktureinheit im Eierstock, der die sich entwickelnde Eizelle enthält und Östrogene (= Sexualhormone) sezerniert). Was liegt näher, einen Teil dieser im Wachstum befindlichen Follikel mit dem Ziel, die darin enthaltenen Eizellen zu gewinnen, zu nutzen. Hier kommt nun die In-vitro-Produktion von Embryonen ins Spiel. Die In-vitro-Produktion („im Reagenzglas erzeugt“) von Rinderembryonen beinhaltet im Wesentlichen drei Schritte:

- die In-vitro-Reifung (IVM)
- die In-vitro-Befruchtung (IVF)
- die In-vitro-Kultivierung (IVC)

Innerhalb von etwa 10 bis 12 Tagen werden so unter Laborbedingungen die Reifung weiblicher und männlicher Keimzellen (Eizellen bzw. Spermien), deren Verschmelzung (Befruchtung) sowie Weiterentwicklung der befruchteten Eizelle bzw. des frühen Embryos unter Laborbedingungen (bis zur transfertauglichen Morula bzw. Blastozyste) durchgeführt.

Mittels ultraschallgeleiteter Follikelpunktion von Eierstöcken am lebenden Tier ist es möglich, Eizellen sowohl von laktierenden bzw. trockenstehenden Kühen als auch Färsen zu gewinnen. Dieses Verfahren kann bei einem Spender im Abstand von 3 bis 4 Tagen wiederholt werden, so dass (theoretisch) pro Spendertier - unter Einbeziehung der IVP - wöchentlich eine Trächtigkeit erzielt wird (~ 50 bis 55 Nachkommen pro Spender/Jahr). Die Kosten für die In-vitro-Erzeugung einer Trächtigkeit kann mit 400 bis 500 EUR veranschlagt werden.

Die ausschließliche Nutzung des ETs mit dem Ziel, die Reproduktionsfähigkeit überlegener Spender (Bullenmütter) zu erhöhen, verbessert die Wirksamkeit konventioneller Besamungszuchtprogramme jedoch nur begrenzt (5 - 15 %).

Als Begründung bleibt die üblicherweise (auch ohne Anwendung des ETs) vorliegende sehr hohe Selektionsschärfe bei der Bullenmütterauslese zu nennen. Dies lässt sich mit der gut bekannten Basisformulierung von Rendel u. Robertson (1950) für das 4-Pfade-Modell ($\Delta G/\text{Jahr} = \sum r_i \sigma_g / \sum L$) leicht zeigen (Tab. 31).

Tab. 31: Wirkung der zusätzlichen Nutzung des ETs auf den jährlichen Selektionserfolg (Beispiel: Milcheiweißmenge in kg)

Variante	Kenngröße	Erb- und Selektionspfade				genet. Fortschritt (ΔG) pro Jahr (kg)
		Vater - Sohn	Vater - Tochter	Mutter - Sohn	Mutter - Tochter	
1. reguläres KB-Programm	p (%)	1,0	10,0	3,5	90,0	2,956
	i	2,665	1,755	2,207	0,195	
	r_G	0,80	0,80	0,50	0,46	
	L	6,5	6,5	5,5	5,5	
2. KB-Programm + ET im Pfad Mutter - Sohn	p (%)	1,0	10,0	1,0	90,0	3,099
	i	2,665	1,755	2,665	0,195	
	r_G	0,80	0,80	0,50	0,46	
	L	6,5	6,5	5,5	5,5	

Anm.: p (%) = Remontierungsprozentsatz, i = Selektionsintensität r_G = Genauigkeit der Zuchtwertschätzung,

$\sigma_g = 15$ kg Milcheiweiß, $\sigma_g/\Sigma L = 0,625$ mit L = Generationsintervall, Quelle: Brade (1995)

Aber erst die Nutzung des ETs in der Weise, dass gleichzeitig eine radikale Verkürzung des Generationsintervalls (L) sichergestellt wird, steigert den möglichen jährlichen Selektionserfolg ($\Delta G/\text{Jahr}$) nachhaltig. Hier werden Zuchtprogramme in Kernherden (= Nuklei), in denen gleichzeitig ET (und weitere assoziierte Biotechniken) äußerst intensiv angewendet werden, diskutiert (= "MOET-Nukleuszuchtprogramme"). Diesbezüglich sind wiederholt spezielle "juvenile MOET-Nukleuszuchtprogramme" als bemerkenswert überlegen, gemessen am jährlichen genetischen Fortschritt ($\Delta G/\text{Jahr}$), aufgezeigt worden (Tab. 32 u. 33). Hierbei wird MOET bereits (kurze Zeit nach Eintritt der Geschlechtsreife) bei Jungtieren, vorselektiert vorrangig aufgrund der Eltern- bzw. Halbgeschwisterleistungen, durchgeführt, so dass Generationsintervalle von deutlich unter 2,5 Jahren möglich sind.

Tab. 32: Verschiedene MOET-Zuchtprogramm-Varianten*

Bezeichnung	MOET-Typ	Offenheit	Prüfart	vorrangige Informationsquellen (für Spender)
"reine" Modelle (ohne Nachkommenprüfung von Bullen)	juvenil	geschlossen	stationär (in Nuklei)	Mutter, Halbgeschwister
	adult	geschlossen	stationär (in Nuklei)	Mutter, Halbgeschwister, Vollgeschwister, Eigenleistung
"gemischte" Modelle (mit Nachkommenprüfung von Bullen)	juvenil	offen	im Feld und stationär	Mutter, Halbgeschwister
	adult	offen	im Feld und stationär	Mutter, Halbgeschwister, Eigenleistung

*Anm.: MOET = Multiple Ovulation and Embryo Transfer

Die Gliederung von MOET-Projekten ist damit keinesfalls vollständig. In den "reinen" MOET-Projekten wird die radikale Verkürzung des Generationsintervalls auch auf der männlichen Seite durch systematischen Verzicht auf eine Nachkommenprüfung abgesichert. Die Vater-tiere werden gleichfalls aufgrund der Ahnen- und Geschwisterleistungen ausgewählt. Geschlossene MOET-Projekte setzen die Prüfung der Zuchttiere in den Nuklei voraus, die in diesem Sinne gleichzeitig als spezielle Prüfstationen, verbunden mit der Möglichkeit einer erweiterten Merkmalerfassung (z. B. Futteraufnahme), einschließlich sehr genauer Leistungsprüfungen, zu charakterisieren sind.

In der Tat kann eine Unterlegenheit konventioneller Besamungszuchtprogramme, vor allem dann, wenn eine Eigenleistungsprüfung der Spendertiere über mehrere Laktationen im Feld praktiziert wird, gezeigt werden (Tab. 33). Das Risiko der Zuchtarbeit in geschlossenen Kernherden ist, gemessen am Standardfehler des erwarteten genetischen Fortschritts (ΔG), deutlich erhöht:

Tab. 33: Genetische Fortschritte aufgrund unterschiedlicher Zuchtprogramme bei Milchrindern nach Untersuchungen in den Niederlanden

Zahl genutzter Bullenväter	genet. Fortschritt (ΔG)		Standardfehler (= Risiko) $s_{\Delta G} (* 10^{-2})$ - ΔG gemessen in σ_g -	Generationsintervalle	
	in kg Milch/ Jahr ¹⁾	in kg Milch/Jahr ²⁾		Bullen (Jahre)	Kühe (Jahre)
1. konventionelles Nachkommenprüfprogramm:					
4	98,4	123,0	2,27	6,1	4,3
8	96,0	120,0	1,73	6,2	4,3
16	92,4	115,5	1,41	6,2	4,3
2. modernes KB-Programm mit jungen Bullenmüttern:					
4	111,2	139,0	4,40	6,1	2,1
8	105,2	131,5	3,16	6,1	2,2
16	97,6	122,0	2,18	6,2	2,2
3. geschlossenes Nukleuszuchtprogramm:					
4	119,6	149,5	19,6	2,0	2,3
8	118,8	148,5	14,7	2,0	2,3
16	116,0	145,0	10,3	2,3	2,3

Anm.: Selektion ausschließlich auf Milchleistung ($h^2 = 0,25$);

Populationsgröße: 1.000.000 Kühe; Quelle: Meuwissen, 1990 und 1991 (wesentlich gekürzt)

¹⁾ errechnet unter der Voraussetzung: $\sigma_g = 400$ kg Milch

²⁾ errechnet unter der Voraussetzung: $\sigma_g = 500$ kg Milch

Trotz der wiederholt nachgewiesenen Überlegenheit vor allem geschlossener juveniler Nukleuszuchtprogramme, gemessen am möglichen Selektionserfolg ($\Delta G/\text{Jahr}$), haben sich diese bisher nirgendwo umfassend etablieren können. Als Gründe sind zu nennen:

- geringe Akzeptanz wenig zuverlässig geprüfter Besamungsbullen durch die Milchproduzenten (= potentielle Spermakäufer);
- zunehmendes Interesse an Merkmalen mit nur geringer Heritabilität (z. B. Langlebigkeit, Nutzungsdauer, Merkmale der Gesundheit);
- mögliches Auftreten von Genotyp-Umwelt-Interaktionen (GUI);
- erheblicher Inzuchtzuwachs;
- hoher Kapitalbedarf für die Installation derartiger Projekte in die Zuchtpraxis.

Kennzeichnend ist vielmehr, MOET (und assoziierte Techniken wie Kryokonservierung und Sexen) gezielt zur Effektivitätssteigerung konventioneller Besamungszuchtprogramme zu nutzen.

Diese konventionellen Besamungszuchtprogramme entwickeln sich zunehmend zu "dispersed open nucleus breeding programs", d.h. offene und gestreute Nukleuszuchtprogramme mit Beibehaltung einer Nachkommenprüfung der KB-Bullen im Feld (Dekker, 1992). Die eigentlichen Zuchtherden, die MOET konsequent anwenden und noch Besamungsbullen erzeugen, sind über das gesamte Zuchtgebiet verteilt, aber werden zahlenmäßig, infolge gezielter Vorauswahl nach genetischem Niveau der Zuchttiere und zunehmendem Kostendruck durch konsequente Anwendung dieser Techniken, immer stärker eingegrenzt.

Neuere Bullenmütterprüfstationen in praxi: Die konsequente Nutzung moderner Biotechniken ermöglicht frühzeitige Selektionsentscheide sowie frühe Zuchtbenutzungen sowohl auf der männlichen als auch weiblichen Seite. Die Prüfung potentieller, junger Bullenmütter auf einer neutralen Teststation ist jetzt von verschiedenen Zuchtverbänden in praxi realisiert worden. (Beim Osnabrücker Zuchtverband (OHG) wird diese Form der Bullenmütterprüfung (vorrangig mit Zweitkalbskühen im Anbindestall) schon seit vielen Jahren praktiziert.) Die Vorteile liegen auf der Hand:

- kurzes Generationsintervall (bei Prüfung in der 1. Laktation)
- bessere Vergleichbarkeit potentieller Bullenmütter
- hohe Prüfgenauigkeit unter praxisnahen Bedingungen (Laufstallhaltung)
- vereinfachte Einbeziehung weiterer Merkmale (z.B. Futteraufnahme)

In der Tabelle 34 sind einige Eckdaten derartiger Programme - aus der Sicht der Altersstruktur potentieller weiblicher Zuchttiere - zusammengestellt. Festzuhalten bleibt, dass bei Körnung der Jungbullen aus OPU/IVT die zugehörigen Mütter bereits stationsgeprüft sind und lediglich 32 Monate alt sind. Die konsequente Anwendung ist in einzelnen Zuchtprojekten längst gegeben (Tab. 35 u. 36).

Tab. 34: Struktur juveniler Rinderzuchtprogramme (Milchrinder)

Kennzeichen/Biotechnik	Alter
• OPU-IVP/ET	10 bis 12 Monate alte Jungrinder (Ziel: 10 transfertaugliche Embryonen je Jungrind).
• Geburt der ET-Nachkommen	Weibliche Jungrinder sind etwa 21 Monate alt.
• Eigene Trächtigkeit/Abkalbung	24 Monate alte Rinder kalben ab; anschließend Testung über 180 bis 240 Tage auf einer Teststation/Prüfbetriebe.
• Selektionsentscheid	Aufgrund eigenleistungsgeprüfter Mütter (jetzt etwa 32 Monate alt) sowie weiterer Verwandtenleistungen (z.B. väterliche Halbgeschwister); die ET-Nachkommen sind selbst 10 bis 12 Monate alt

Tab. 35: Eckdaten einiger spezieller ausländischer Zuchtprogramme mit Donor-Testherden

	Cogent	Delta
Land	GB	NL
getestete Färsen (Zahl/Jahr)	180 bis 200	160 bis 200 (70 bis 100 von priv. Züchtern)
1. Nutzung der wbl. Tiere (in Mon.) mittels spez. Reprod.-techniken	10 bis 12	8 bis 12
Selektionsschärfe	1 : 10	1 : 5
Anzahl Bullenmütter (BM)/Jahr	15 bis 20	40 bis 50
Anzahl Testbullen (TB) aus geprüften BM/Jahr	80 bis 100	80 bis 100
Anteil TB an Gesamtkapazität	40 bis 50 %	50 bis 60 %

Tab. 36: Neuere Donor-Testherden in Deutschland

	Sachsen (SRV) „Tessa“- Projekt	NOG
Beginn	März 2000 (240er Laufstall)	April 2001 (Karkendamm)
getestete Färsen/Jahr	60 bis 80	160 bis 190
Selektionsintensität	1 : 4	1 : 4
Anteil (%) an Gesamtkapazität	25 bis 30%	40 bis 50 %

Anm.: SRV = Sächsischer Rinderzuchtverband; NOG = Nord-Ost-Genetik-Programm verschiedener nord- bzw. mitteldeutscher Holsteinverbände

Kennzeichnend für alle bedeutenden Zuchtprogramme ist somit, KB, ET und weitere assoziierte Techniken gezielt zur Effektivitätssteigerung vorhandener Besamungszuchtprogrammen (= Beibehaltung einer Nachkommenprüfung der Besamungsbullen) zu nutzen. Eine umfassende und zuverlässige Milchleistungsprüfung auf Betriebsebene bleibt damit Voraussetzung aller modernen Rinderzuchtprogramme. Gleichzeitig ist eine weitere Globalisierung der Züchtung - wiederum infolge des konsequenten Einsatzes moderner Reproduktionstechniken - zu erwarten.

Transgene Milchrinder: Unter transgenen Tieren versteht man Tiere, die in Keim- und Körperzellen Fremd-DNA besitzen. Sie werden erzeugt, indem man genetisches Material experimentell in das Genom der Keimbahn einschleust. Dies erreicht man beispielsweise durch Mikroinjektion von DNA in den männlichen Vorkern (Pronucleus) einer befruchteten Eizelle (Zygote). Ein Teil der transgenen Tiere exprimiert das fremde Gen und überträgt es auch auf seine Nachkommen (Expression: Ausprägung der in den Genen enthaltenen Informationen). Zwischenzeitlich sind eine Reihe transgener Wiederkäuer erzeugt worden. Die geringen Erfolgsraten von Gentransferprogrammen, die sich aktuell dadurch charakterisieren lassen, dass sich in der Regel weniger als 1 % der mikroinjizierten und übertragenen Embryonen zu transgenen Tieren entwickeln, setzen hohe finanzielle Aufwendungen voraus. Neben der Expression von Fremdproteinen gewinnt auch die Veränderung der Eigenschaften bzw. Zusammensetzung der Milch ein zunehmendes Interesse in der Gentransfertechnik. Die Durchführung gentechnischer Arbeiten sowie der Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen sind anzeige- und genehmigungspflichtig. In Deutschland gelten einschneidende rechtliche Vorschriften (z.B. das Gentechnikgesetz (GenTG), die Gentechniksicherheitsverordnung (GenTSV), das Tierschutzgesetz (TschG) sowie die Gentechnikaufzeichnungsverordnung (GenTAufzV)), die einen Missbrauch dieser Technik verhindern sollen.

Klonierung: Die Klonierung erfährt als neue Reproduktionstechnik zunehmende Aufmerksamkeit in der Tierzucht. Der Begriff „Klon“ kommt aus dem Griechischen und bedeutet Ast oder Zweig. In der Natur findet man genetisch identische Tiere in Form eineiiger Zwillinge (= monozygote Zwillinge). Beim Rind beträgt die Häufigkeit monozygoter Zwillinge etwa 0,1 bis 0,4 % bzgl. der Gesamtgeburtenrate. In der modernen Tierzucht versteht man darunter die Erstellung mehrerer genetisch identischer Tiere (Nachkommen). Zwei Verfahren sind von Bedeutung:

- mikrochirurgische Teilung frühembryonaler Entwicklungsstadien (bis zur Blastozyste).
Resultat: Erzeugung chromosomal und mitochondrial identischer Tiere
- Klonierung durch Zellkerntransfer eines erwachsenen Tieres auf geeignete Empfängerzellen und deren weitere Kultivierung („Adultklonierung“).
Resultat: Unterschiede bezüglich des mitochondrialen Genotyps sind möglich.

Die wichtigsten Schritte der Adultklonierung sind in Abbildung 22 beschrieben.

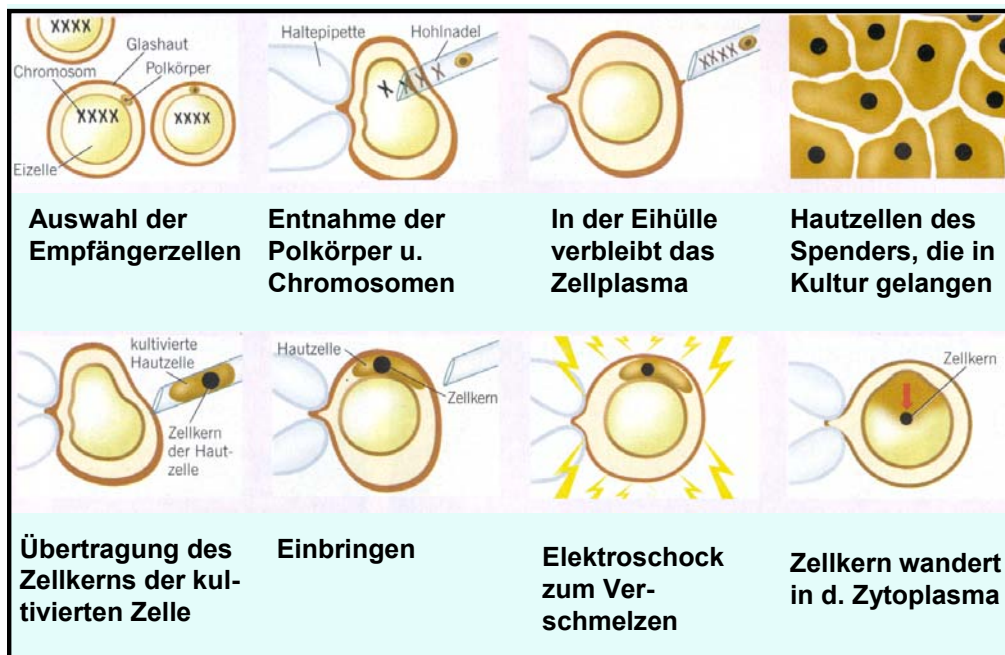


Abb. 22: Wichtige Schritte bei der Adultklonierung durch Kerntransfer auf entkernte ausgewählte Empfängerzellen (Lanza et al., 2000, vereinfacht)

Zweifelsfrei belegt ist, dass aus Zellen adulter (= erwachsener) Rinder Nachkommen erstellt werden können, die den chromosomalen Genotyp des Spendertieres repräsentieren.

Insgesamt ist die Adultklonierung jedoch noch sehr aufwendig. Brem (2000) nennt weitere Nachteile:

- hohe Ausfallraten beim Klonieren adulter Zellen
- mögliche „Alterungsprozesse“ verwendeter (somatischer) Zellen
- veränderte Entwicklungskapazitäten („Large Carf Syndrom“) und hohe Aborthäufigkeiten in Klonierungsprogrammen
- hohe Mortalitätsraten nach der Geburt (infolge von Immunschwächen u. ä.)

Trotz bemerkenswerter Erfolge beispielsweise in Form der Klonierung ausgewählter Spitzentiere lassen die mäßigen Erfolgsraten und vor allem die sehr hohen Kosten adulter Klonierungsprojekte (> 10.000 EUR/Tier) diese Technik noch längst nicht für die breite Praxis ausgereift erscheinen.

Fazit:

- nur die Zuchtprogramme sind langfristig wettbewerbsfähig, die moderne biotechnologische Verfahren (KB, ET etc.) konsequent nutzen;
- Fortschritte bei der Trennung von X- und Y-Chromosomen-tragenden Spermien haben Methoden verfügbar gemacht, um das Geschlecht der Nachkommen bereits bei der Besamung der weiblichen Tiere vorzuselektieren. Erste Besamungsstationen bieten gesextes Spermia in Deutschland an. Der Preis, die reduzierten Besamungsergebnisse sowie patentrechtliche Fragen begrenzen aktuell den breiten Einsatz von gesextem Spermia;
- mittels moderner Reproduktionstechniken (OPU/IVP) können zahlreiche Nachkommen bereits von züchterisch wertvollen, sehr jungen weiblichen Rindern erzeugt werden. Das Generationsintervall kann so verkürzt und juvenile Zuchtprogramme realisiert werden;
- somatisches Klonieren befindet sich in einer ersten Stufe der Praxiseinführung (Klonieren ausgewählter Einzeltiere). Beim gegenwärtigen Stand der Klonierungstechnik ist man allerdings noch weit entfernt, ganze Milchrinderherden mittels dieser Technik zu erstellen;

- Gentransferprogramme sind nach wie vor auf Experimentaleinrichtungen beschränkt. Die Zuchtpraxis könnte jedoch langfristig von solchen transgenen Experimenten profitieren, die eine Erhöhung einer spezifischen Krankheitsresistenz zum Ziel haben bzw. zur gezielten qualitativen Veränderung der Milch beitragen;
- Da mittels neuer Biotechniken die Reproduktionsfähigkeit von Individuen erhöht wird, bleiben Maßnahmen, die eine sichere Bewertung von Zuchttiere sicherstellen, von zentralem Interesse. Die Sicherstellung einer zuverlässigen Leistungsprüfung des Einzeltieres bleibt Voraussetzung für den Erfolg züchterischer Maßnahmen sowohl auf der Ebene des Einzelbetriebes als auch des Zuchtverbandes.

4 Verhalten (*L. Schrader, C. Mayer*)

Das Verhalten von Rindern zu kennen und zu berücksichtigen, ist Voraussetzung für eine tiergerechte Gestaltung ihrer Haltung. Denn neben Ansprüchen an beispielsweise ihre Ernährung sowie ihre Gesundheitsfürsorge und -pflege haben Rinder auch Ansprüche an ihre Haltungsumwelt. Nach § 2 des deutschen Tierschutzgesetzes müssen wesentliche Verhaltensansprüche der Tiere in ihrer Haltung erfüllt werden. Zum Erkennen der Verhaltensansprüche ist es wichtig, das sogenannte Normalverhalten der Tiere zu kennen, das sich im Laufe der Stammesgeschichte entwickelt hat. Vergleiche zwischen verschiedenen Rassen und Untersuchungen an in natürlicher Umgebung lebenden Rindern zeigen, dass sich das Verhalten der Rinder durch Domestikation und Züchtung zwar in der Häufigkeit und Dauer, mit der verschiedene Verhaltensweisen gezeigt werden, geändert hat, die einzelnen Verhaltensweisen grundsätzlich aber im Verhaltensrepertoire der Tiere erhalten geblieben sind. In diesem Kapitel wird daher zunächst eine Übersicht über das Verhalten von Rindern gegeben, um hieraus anschliessend einige grundsätzliche Anforderungen an ihre Haltungsumwelt abzuleiten.

4.1 Sinnesleistungen

Hauptsinne der Rinder sind ihr Gesichts- und ihr Geruchssinn. Rinder sind farhentüchtig, können aber langwelliges Licht (Rot, Orange, Gelb) besser unterscheiden als kurzwelliges (Grün, Blau, Violett). Da die Linse der Rinderaugen nicht gut akkomodieren kann, ist ihre Sehschärfe deutlich schlechter als z.B. beim Menschen. Ihr binokulares Sehfeld beträgt nur ca. 30-50°. Dafür beträgt ihr gesamtes Sehfeld jedoch ca. 330°. Rinder verfügen über einen sehr ausgeprägten Geruchssinn, der besonders für die Nahkommunikation im Zusammenhang mit ihrem Sexualverhalten und dem individuellen Erkennen wichtig ist. Für die Nahrungswahl scheint der Geruchssinn keine große Rolle zu spielen. Der Hörbereich von Rindern liegt zwischen 23 Hz und 35.000 Hz. Am empfindlichsten ist ihr Gehör bei 8.000 Hz. Im Vergleich zum menschlichen Gehör ist das Hörvermögen der Rinder sowohl im tief- als auch im hochfrequenten Bereich besser. Die Frequenzauflösung und das Richtungshören sind bei Rindern jedoch schlechter als bei Menschen. Rinder können die Geschmacksrichtungen süß, salzig, sauer und bitter unterscheiden. Dabei wird die Geschmacksqualität salzig am besten an der Zungenspitze, die Geschmacksqualität süß am Zungengrund wahrgenommen. Mechano-, Thermo- und Schmerzrezeptoren in der Haut sind bei Rindern an Lippen, Zunge, Flotzmaul, Euter und Schamlippen am dichtesten verteilt.

- Hauptsinne der Rinder sind das Sehen und Riechen.
- Rinder hören über einen weiten Frequenzbereich und verfügen über eine empfindliche Geschmacks-, Tast-, Temperatur- und Schmerzempfindung.

4.2 Nahrungsaufnahme und Elementarverhalten

Fressen: Rinder grasen im langsamen Vorwärtsgehen im sog. Weideschritt. Da hierbei ihre Vorderbeine versetzt hintereinander stehen, können sie mit dem Maul die Nahrungspflanzen gut erreichen. Während der Nahrungsaufnahme bewegen sie ihren Kopf halbkreisförmig hin und her. Nahrungspflanzen werden mit der Zunge umschlungen, in das Maul gezogen und zwischen Schneidezähnen und Kauplatte des Oberkiefers eingeklemmt. Durch Kopfruck werden die Pflanzen dann abgerissen. Nachdem ein Rind eine Reihe von Pflanzenbüscheln abgerissen hat, wird der Futterballen vor dem Abschlucken wenige Male gekaut. Im Durchschnitt liegt die Kaufrequenz während des Fressens und Wiederkäuens bei 50-70 Kauschlägen pro Minute, was – abhängig von der Qualität der Nahrung – zu einer Gesamtzahl von über 40.000 Kauschlägen pro Tag führt.

Die Menge an Nahrung, die ein Rind aufnimmt, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, u.a. von der Qualität der Nahrung, der Jahreszeit, dem Klima, dem physiologischen Zustand der Tiere (z.B. Laktationsstadium) und ihrem Alter.

Rinder zeigen die höchste Fress- und Bewegungsaktivität in der Morgen- und Abenddämmerung und weniger ausgeprägte Aktivitätsphasen am Vor- und Nachmittag. In den Mittagsstunden wird meist eine Ruhephase eingelegt. Bei Kurztagen nehmen sie auch nachts vermehrt Nahrung auf. Auch bei Stallhaltung mit ad libitum Fütterung zeigen sich diese charakteristischen tageszeitlichen Verteilungen, wobei es aber oft zu einer Erhöhung der Anzahl an Phasen mit Nahrungsaufnahme kommt. Während Rinder bei Weidehaltung 8-12 Stunden pro Tag Nahrung aufnehmen, reduziert sich die Nahrungsaufnahme bei Stallhaltung auf 4-7 Stunden pro Tag.

Wiederkauen: Ca. 30-60 Minuten nach der Nahrungsaufnahme beginnen Rinder mit dem Wiederkäuen. Rinder kauen meist im Liegen wieder. Das Wiederkäuen nimmt pro Tag 5-9 Stunden in Anspruch und wird am intensivsten während der ausgedehnten Ruhephasen in den Nachtstunden gezeigt. Die Dauer des Wiederkäuens ist in hohem Maße vom Rohfasergehalt, der Trockenmasseaufnahme und der Feuchte abhängig. Abb. 23 zeigt am Beispiel der Maissilage den Zusammenhang zwischen dem Rohfasergehalt des Futtermittels und der Fress- bzw. Wiederkauzeit. Ausreichendes Wiederkäuen ist insbesondere auch für die Speichelproduktion wichtig, durch die der pH-Wert in den Vormägen auf optimalem Niveau gehalten wird. Bei kranken oder stark gestressten Tieren kann das Wiederkäuen stark reduziert sein.

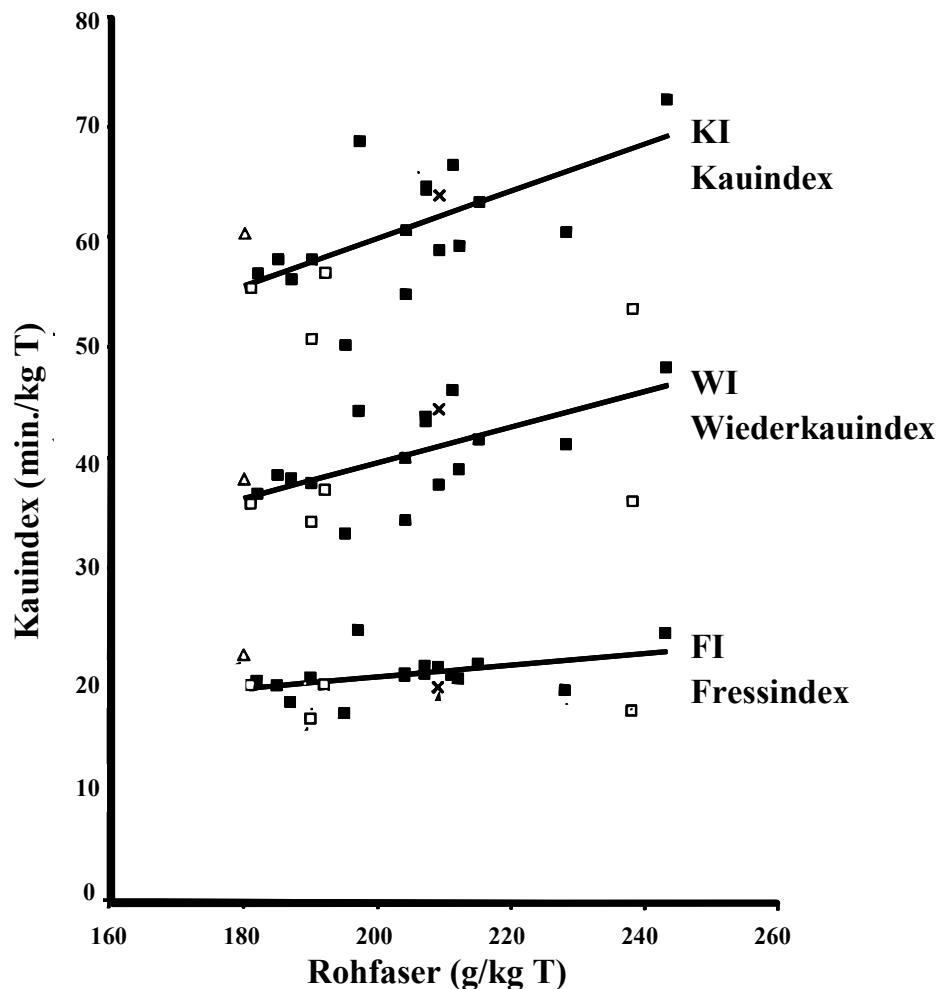


Abb. 23: Veränderung des Kauindex in Abhängigkeit vom Rohfasergehalt der Maissilage (nach De Brabander et al. 1996)

Trinken: Beim Trinken wird das Maul ca. 3 cm tief ins Wasser getaucht, wobei die Nasenlöcher über dem Wasserspiegel bleiben. Das Wasser wird hochgesaugt. Die täglich aufgenommene Wassermenge schwankt zwischen 10 und 170 Litern (vergl. 6.3.3.) und hängt von verschiedenen Faktoren ab: der Umgebungstemperatur, der Höhe der Milchleistung, der Lebendmasse des Tiers, der Beschaffenheit des Futters (z.B. Wasser-, Nährstoff- und Mineralstoffgehalte, Meyer et al., 2004). Von wesentlicher Bedeutung sind ebenfalls die Verfügbarkeit und die Qualität des Wassers. Auf der Weide trinken Rinder 2-5 mal am Tag. Ein Trinkvorgang dauert 2-3 Minuten und während dieser Zeit können 20-30 Liter aufgenommen werden. In Anbindehaltung trinken Rinder bis zu 20 mal.

Elimination: Kühe wölben beim Koten und noch stärker beim Harnen ihren Rücken und stellen ihren Schwanz ab. Harn und Kot werden von Kühen meist im Stehen und selten im Gehen abgesetzt. Pro Tag produzieren Rinder 30-40 kg Kot und Urin und bei ganztägiger Weidehaltung koten sie ca. 16-18 mal am Tag, wobei keine bestimmten Plätze bevorzugt werden.

Fortbewegung: Aufgrund ihrer Ernährungsweise sind Rinder stammesgeschichtlich an viel Bewegung angepasst. Auf der Weide legen sie täglich zwischen 2 bis zu 13 km zurück, abhängig von der Größe der Weide, der Verfügbarkeit und Qualität der Nahrung, der Rasse,

dem Geschlecht, dem Alter und der Umgebungstemperatur. Bei Rindern lassen sich drei Fortbewegungsarten unterscheiden: Beim Gehen haben mindestens zwei Füße gleichzeitig Bodenkontakt. Vorder- und Hinterbeine bewegen sich nicht synchron. Im Trab hat kurzzeitig kein Fuß Bodenkontakt. Vorder- und Hinterbeine bewegen sich synchronisiert, wodurch der Trab die rhythmischste schnelle Fortbewegung darstellt. Im Galopp hat über längere Phasen kein Fuß Bodenkontakt und die Vorder- und Hinterextremitäten werden asymmetrisch bewegt.

Liege- und Ruheverhalten: Bevor sich ein Rind ablegt, wird ein möglicher Liegeplatz ausführlich geprüft, indem die Tiere langsam mit gesenktem Kopf gehen und den Boden geruchlich erkunden. Während des Aufstehens müssen Rinder ihren Schwerpunkt mit Schwung verlagern. Sie benötigen hierfür nach vorne etwa 80 cm Platz (Abb. 24).

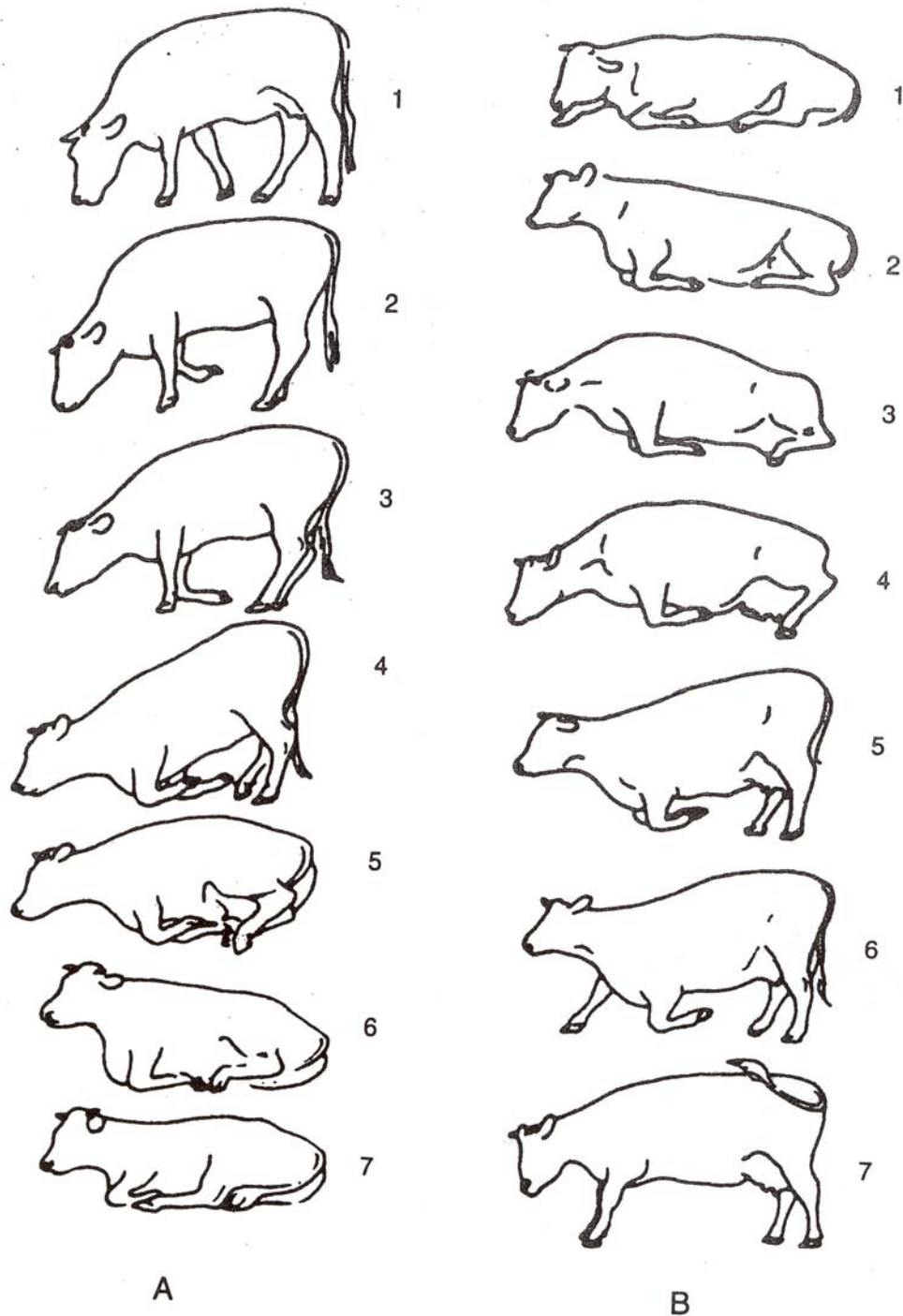


Abb. 24: Abliegen (A) und Aufstehen (B) des Rindes.

Abliegen: (1) Kontrolle des Bodens, (2) Versammeln der Beine unter dem Rumpf und Anwinkeln eines Vorderbeines, (3) Aufsetzen eines Vorderbeines (Röhrlende und Karpalgelenk), (4) Einknicken des zweiten Vorderbeines, Verlagerung des Gewichtes auf die vorderen Karpalgelenke und Vortreten der Hinterbeine, (5) Einknicken der Hinterbeine, (6) seitliches Abliegen, (7) Orientierung der Beine in Ruhestellung.

Aufstehen: (1) Aufrichten des Rumpfes, (2) Einschlagen der Karpalgelenke der Vorderbeine, (3) Vorschieben des Rumpfes nach vorne und Abstützen auf die vorderen Karpalgelenke, (4) Streckung des Kopfes, um die Hinterbeine zu entlasten, (5) Hochschnellen der Hinterbeine, (6) Strecken der Vorderbeine, (7) Schritt nach vorne (entnommen aus: [Fraser u. Broom 1990](#))

Am häufigsten liegen Rinder mit aufgerichtetem Vorderkörper und seitlich leicht verkantetem Hinterkörper, wobei die Hinterbeine zur einer Seite weisen. Die Vorderbeine können angewinkelt oder auch gestreckt sein. In vollständiger Seitenlage mit gestreckten Gliedmaßen liegen adulte Tiere nur selten, Kälber häufiger. Zum Schlafen wird der Kopf auf das Substrat abgelegt oder seitlich zum Rücken gedreht. Neben der Qualität des Liegeplatzes (Verformungswiderstand, Wärmedämmung, Witterungsschutz) spielen auch soziale Faktoren eine Rolle bei der Wahl des Liegeplatzes. Oft legen sich Tiere mit vergleichbarem Rang nebeneinander.

Die Liegezeiten pro Tag nehmen mit zunehmendem Alter ab. Kälber liegen mit 1-5 Wochen etwa 90 %, mit 21-25 Wochen 70-75 % des Tages. Während Kühe pro Tag 7-10 Stunden liegen, liegen Bullen mit ca. 12 Stunden pro Tag etwas länger. Erwachsene Rinder zeigen pro Tag insgesamt nur ca. 30 min Tiefschlaf, der in 6-10 kurze Perioden aufgeteilt ist.

Körperpflege: Zum Schutz vor Ektoparasiten und Fliegenbefall betreiben Rinder Körperpflege mit ihrer Zunge (Lecken), ihren Hörnern, ihren Klauen und ihrem Schwanz. Zusätzlich reiben sie sich an Gegenständen oder auch an anderen Rindern. Untereinander belecken sich Rinder auch gegenseitig. Hier werden solche Körperpartien bevorzugt, die die Tiere selber nicht oder schlecht erreichen (Kopf, Hals, Widerrist und Kreuzbereich). Neben der Körperpflege hat das gegenseitige Lecken eine wichtige soziale Funktion.

- Rinder grasen im Weideschritt und legen dabei bis zu 13 km täglich zurück.
- Ihre Hauptaktivitätsphasen liegen in der Morgen- und Abenddämmerung.
- Bei Weidehaltung verbringen sie 8-12 h mit Nahrungsaufnahme und 5-9 h mit Wiederkäuen. Dabei machen sie bis über 40.000 Kauschläge pro Tag.
- Für das Abliegen und Aufstehen benötigen Rinder im Kopfbereich 80 cm Platz.
- Rinder betreiben – auch untereinander – intensive Körperpflege.

4.3 Sozialverhalten

Wildrinder leben als Herdentiere in individualisierten Sozialverbänden, d.h. die einzelnen Tiere kennen sich gegenseitig. Der Grundtyp dieser Sozialverbände besteht aus einer Kleinherde mit 20-30 Tieren. Im Winter können sich mehrere Kleinherden zu Grossherden zusammenschliessen. 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 mit Erreichen der Geschlechtsreife nach ca. 2 Jahren die Herde und bilden sogenannte Junggesellengruppen (2 bis 4 Tiere) oder leben, insbesondere ältere Bullen, als Einzelgänger.

Das Verhalten der Tiere einer Herde ist meist stark synchronisiert, d.h. die einzelnen Tiere zeigen ihre Hauptaktivitäten (Fressen, Ruhen) mehr oder weniger gleichzeitig. Trotz ihres ausgeprägten Herdenverhaltens halten die Tiere eine Individualdistanz zueinander ein, die lediglich während sozialer Interaktionen unterschritten wird. Diese Distanz beträgt zwischen 0.5 und 3 Metern (Bezugspunkt sind jeweils die Köpfe) und ist vom jeweiligen Rangverhältnis der Tiere zueinander abhängig. Tiere vergleichbaren Ranges halten zueinander eine geringere, Tiere unterschiedlichen Ranges eine größere Distanz ein. Bei enthornten Tieren verringert sich die Individualdistanz und Kälber zeigen sie noch gar nicht.

Der tatsächliche Abstand zwischen einzelnen Tieren variiert mit der jeweiligen Aktivität. Auf der Weide ist der Abstand im Stehen am geringsten, zwischen liegenden Tieren beträgt er 2-3 Meter und zwischen grasenden Tieren 9-12 Meter.

Kommunikation: Das Zusammenleben innerhalb der Gruppe wird bei Rindern über Dominanzbeziehungen geregelt. Um diese herzustellen und aufrecht zu erhalten, setzen Rinder verschiedene, vor allem optische Signale ein (Ausdrucksverhalten). Hierzu gehören primär die Haltung und Stellung des Kopfes (Drohen, Bodenhornen), die Position des

Rumpfes (Breitseitsimponieren), sowie Scharren mit den Klauen und die Haltung des Schwanzes.

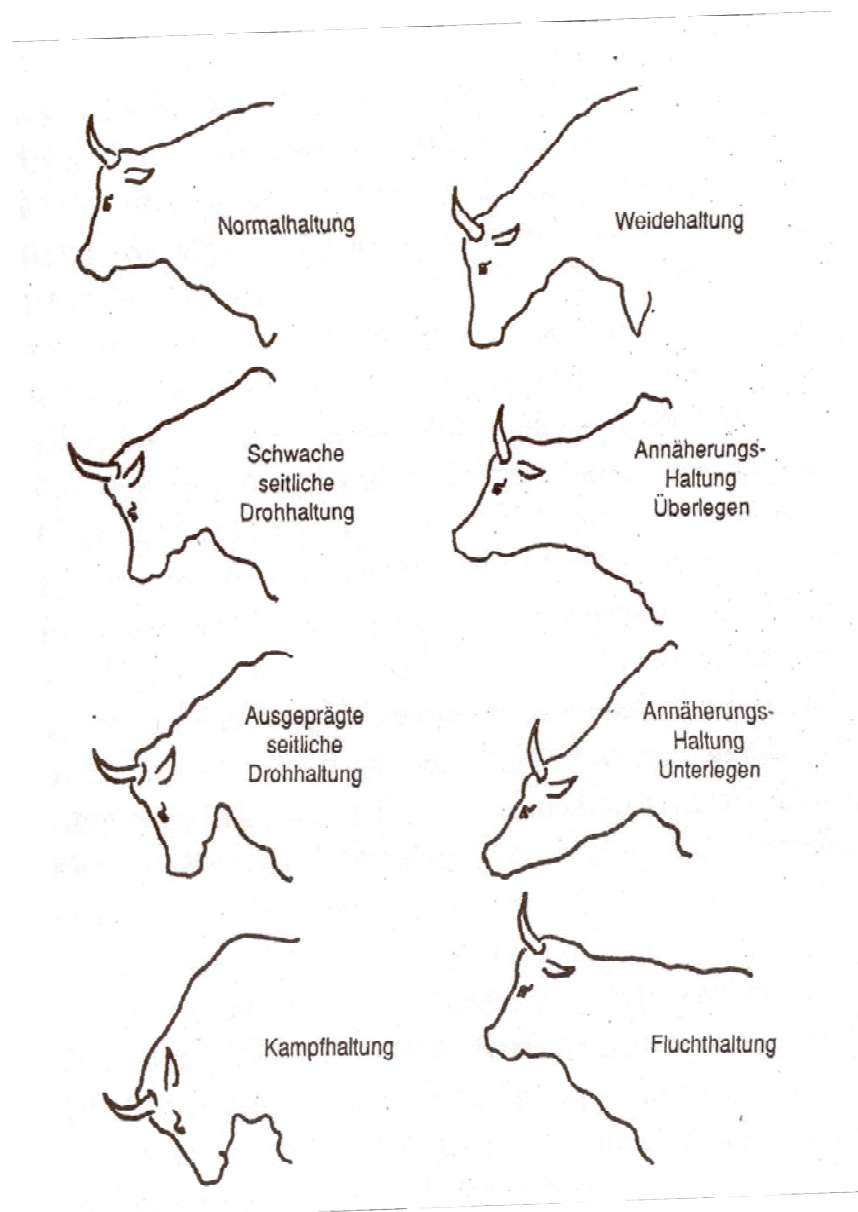


Abb. 25: Verschiedene Kopfstellungen als Ausdrucksverhalten beim Rind
(entnommen aus: Zeeb 1970)

Die akustische oder vokale Kommunikation ist bei Rindern nicht so ausgeprägt wie z.B. bei Schweinen. Es können aber auch bei Rindern verschiedene Lauttypen unterschieden werden. Relativ häufig äußern Rinder Laute z.B. bei Trennung von Herdenmitgliedern, bei Hunger oder auch bei Schmerz.

Eine sehr wichtige Rolle spielt die geruchliche Kommunikation für Rinder, etwa im Zusammenhang mit dem Sexualverhalten (Östruserkennung) oder bei der Erkennung des Kalbes durch die Mutterkuh.

Die taktile Kommunikation ist ebenfalls im Zusammenhang mit dem Sexualverhalten und Interaktionen zwischen Kalb und Kuh wichtig. Auch die physischen Auseinandersetzungen bei Rankämpfen und das soziale Lecken können als taktile Kommunikation betrachtet werden.

Rangordnung: Durch die Rangstruktur innerhalb einer Rinderherde wird der Zugang der Individuen zu Ressourcen (z.B. Nahrung, Wasser, Sexualpartner, Liegefläche) reguliert. Durch Etablierung einer Rangordnung werden energieaufwendige kämpferische Auseinandersetzungen um die Ressourcen vermieden. Bei Rindern ist die Rangordnung

meist nicht linear, bleibt aber über lange Zeiträume hinweg stabil, und kann je nach Ressource variieren. Die Reihenfolge, mit der Kühe in den Melkstand gehen (Melkordnung) oder die Reihenfolge, mit der Kühe von der Weide in den Stall gehen, hat nur bedingt etwas mit ihrer sozialen Rangordnung zu tun.

Bei ausreichendem Zugang zu Ressourcen wirkt sich die Rangordnung nicht aus, sondern erst bei eingeschränktem Zugang zu einer Ressource (Abb. 26). Bei der Planung von Haltungssystemen muss dies berücksichtigt werden (z.B. gleicher Zugang zu Nahrung und Wasser, qualitativ gleichwertige Liegeflächen für alle Tiere).

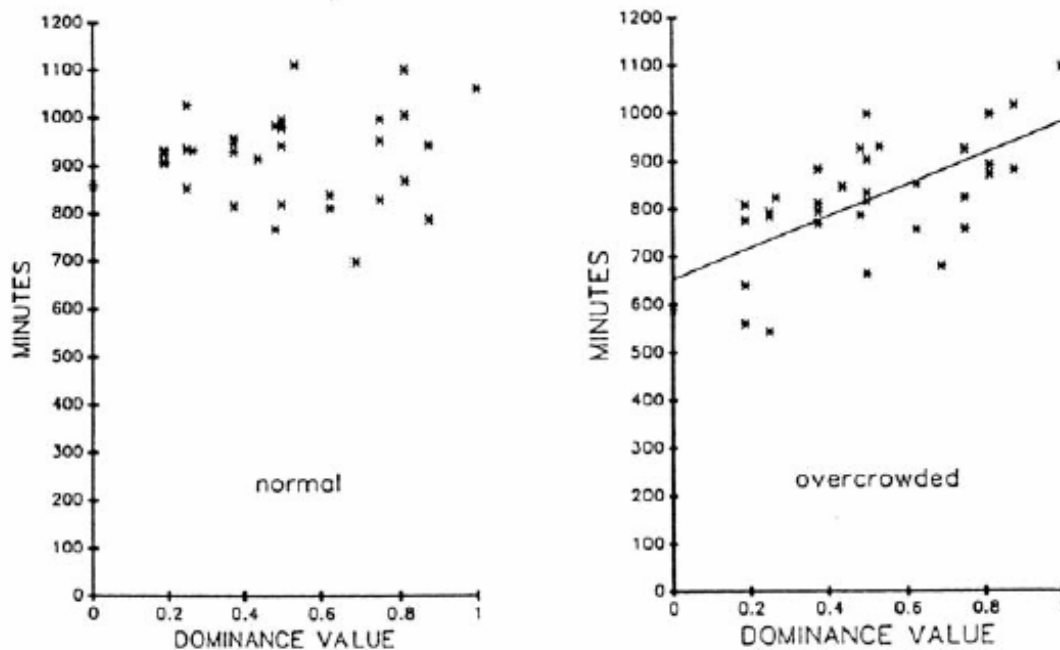


Abb. 26: Zusammenhang zwischen Rang und Aufenthaltsdauer (in 24 h) in Liegeboxen bei ausreichendem Angebot und nicht ausreichendem Angebot an Liegeplätzen
(entnommen aus: Wierenga 1990)

Der Rang eines Individuums wird durch mehrere Faktoren beeinflusst:

- + Gewicht, Größe und Alter: Diese Faktoren sind meist korreliert, allerdings können alte Tiere auch gegenüber schwereren, jüngeren Tieren dominant sein.
- + Aufenthaltsdauer in der Herde: neu hinzukommende Tiere sind zunächst rangniedrig.
- + Geschlecht: Bullen sind ab einem Alter von ca. 2 Jahren ranghöher gegenüber allen weiblichen Tieren.
- + Behornung: Behornete Tiere sind ranghöher als unbehornete Tiere.
- + Kondition: Kranke Tiere weichen auch rangniedrigeren aus und können kampflös in der Rangordnung sinken.
- + Persönlichkeit: Hierunter sind bisher schwer zu quantifizierende Eigenschaften wie beispielsweise Temperament und Ängstlichkeit zu verstehen.

Befinden sich Tiere unterschiedlicher Rassen in einer Herde (behornte und unbehornete, leichte und schwere), können diese Faktoren dazu führen, dass die einzelnen Rassen unterschiedliche Ranggruppen einnehmen.

Rangkämpfe treten vermehrt auf, wenn Kälber geschlechtsreif werden, nach dem ersten Weideaustrieb nach Anbindehaltung im Winter und wenn neue Tiere in die Herde kommen. Bei einer Neugruppierung von Rindern werden die Rangverhältnisse innerhalb 24-72 h

geklärt. Vor einem Kampf zeigen die Tiere bestimmte Gesten (Abb. 25). Sie senken ihren Kopf in Richtung des Interaktionspartners oder zeigen auch hakelnde Kopfbewegungen. Manchmal scharren sie mit der Klaue eines Vorderbeines oder zeigen Bodenhornen. Bei der Breitseitstellung drehen sie sich seitlich zum Interaktionspartner, senken dabei ihren Kopf, ziehen ihn an den Körper heran und schütteln ihn. Kommt es anschliessend zu einem Kampf, dauert dieser in der Regel nur wenige Sekunden. Während des eigentlichen Kampfes prallen die Tiere mit der Stirn zusammen und versuchen, sich zurückzuschieben. Das unterliegende Tier flieht und wird in der Regel vom überlegenen Tier nur kurz verfolgt. Bullen kämpfen mit besonders tief gehaltenem Kopf, da sie versuchen, sich gegenseitig auszuhebeln.

Nachdem die Rangbeziehungen zwischen den Tieren geklärt sind, finden physische Auseinandersetzungen nur noch selten statt. Sie werden dann nahezu ausschließlich über das Ausdrucksverhalten aufrechterhalten.

Soziales Lecken: Neben der gegenseitigen Körperpflege hat das soziale Lecken bei Rindern eine wichtige soziale Funktion. Bevorzugt lecken sich nah verwandte Tiere und Tiere mit vergleichbarem Rang. Daher spiegelt das soziale Lecken auch nur bedingt die Rangordnung wieder. In 1/3 aller Fälle fordert ein Tier ein anderes zum Lecken auf, indem es sich mit gesenktem Kopf nähert oder auch durch Kopfstösse zum Lecken auffordert. Nach einer Aufforderung werden besonders häufig die vorderen Partien (Kopf- und Schulterbereich) geleckt und auch die Dauer des Leckens ist länger als ohne Aufforderung (Abb. 27).

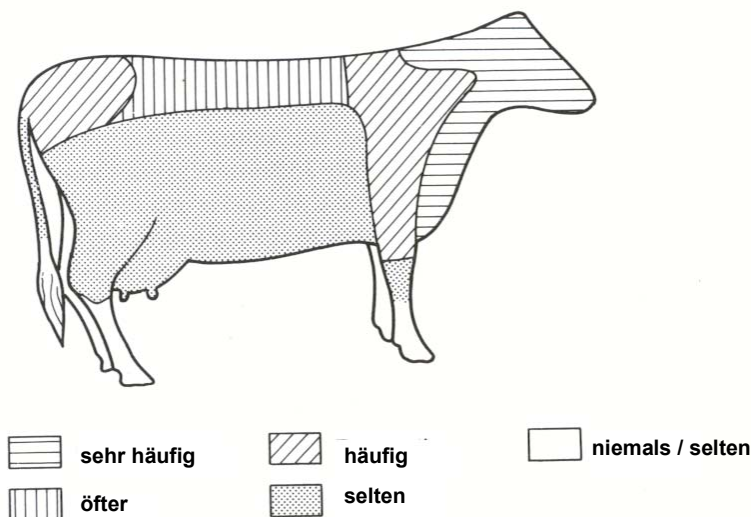


Abb. 27: Wahl der Körperregionen beim Lecken von Herdengefährtinnen
(nach Sambraus, modifiziert)

Besonders häufig lässt sich soziales Lecken in zeitlichem Zusammenhang mit der Nahrungsaufnahme beobachten. Das soziale Lecken fördert und stabilisiert die Beziehungen zwischen den Tieren und scheint eine entspannende Wirkung auf die Tiere zu haben. Tiere, die geleckt werden, schließen oft ihre Augen und zeigen eine verringerte Herzfrequenz.

- Wildrinder leben in matrilinear organisierten Herden mit 20-30 Tieren. Geschlechtsreife männliche Tiere verlassen die Mutterherden und schließen sich zu kleinen Junggesellentrupps zusammen oder leben als Einzelgänger.
- Das Verhalten innerhalb einer Rinderherde ist stark synchronisiert.
- Rinder halten eine Individualdistanz (0,5 - 3 m) zueinander ein.

- Durch gestisches Ausdrucksverhalten regeln Rinder ihre Beziehungen untereinander. Beim Sexualverhalten und der Individualerkennung spielt auch die vokale, olfaktorische und taktile Kommunikation eine wichtige Rolle.
- Die Rangordnung innerhalb einer Herde regelt den Zugang zu Ressourcen. Der Rang eines Tieres wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. In etablierten Herden bleibt die Rangordnung relativ stabil.
- Gegenseitiges Lecken hat nicht nur eine pflegerische, sondern auch eine stabilisierende soziale Funktion.

Sexualverhalten: Rinder haben ein polygynes Fortpflanzungssystem, d.h. ein Bulle paart sich mit mehreren Kühen. Hierdurch kommt es zu einer sexuellen Selektion zwischen den männlichen Tieren, die zu einem ausgeprägten Sexualdimorphismus geführt hat (Bullen sind deutlich größer als Kühe). Domestizierte Rassen pflanzen sich asaisonal fort, während bei Wildrindern die Fortpflanzung je nach Breitengrad mehr oder weniger saisonal ist.

Bullen erkennen östrische Kühe hauptsächlich am Geruch und werden in großen Herden vermutlich auch durch das gegenseitige Aufspringen der Kühe auf sie aufmerksam. Die Geruchswahrnehmung der Bullen ist dabei so differenziert, dass sie ab einem Alter von 16-18 Monaten sogar die verschiedenen Stadien des Östrus erkennen können.

Das Östrusstadium kontrolliert der Bulle, indem er die Anogenitalregion einer Kuh und/oder deren Harnstrahl beriecht. Anschliessend tritt häufig Flehmen auf. Die Deckbereitschaft einer Kuh testet der Bulle durch Aufsprungintentionen, bei der er die Kuh anstösst. Östrischen Kühen folgt der Bulle und verteidigt sie ggf. gegenüber anderen Bullen. Weicht eine Kuh den Aufsprungintentionen nicht mehr aus, d.h. befindet sie sich im Hochöstrus, kommt es zum Aufsprung. Der gesamte Deckakt dauert nur wenige Sekunden. Die Ejakulation ist an dem Nachsprung des Bullen zu erkennen. Während des Hochöstrus kann es zu mehreren (im Mittel 5) Deckakten kommen.

- Rinder haben ein polygynes Fortpflanzungssystem.
- Die Brunst geht einher mit erhöhter Verhaltensaktivität, gegenseitigem Aufreiten der Kühe (oder Aufreiten des Bullen) und Veränderungen der Geschlechtsorgane.
- Bullen kontrollieren die Brunst olfaktorisch. Erst im Hochöstrus lässt die Kuh Deckakte zu.

Verhalten von Kuh und Kalb

Verhalten der Mutterkuh: Einige Tage vor dem Abkalben werden Kühe unruhig und separieren sich unmittelbar vor Geburt von der Herde. Zum Abkalben suchen sie sich einen möglichst geschützten Platz. Kühe von Wildrindern oder auch verwilderte Kühe greifen zu diesem Zeitpunkt andere Tiere, die sich ihnen nähern, an. Bei domestizierten Tieren ist dieses Verhalten nur noch schwach vorhanden und bei Milchrassen weniger ausgeprägt als bei Fleischrassen.

Ca. 2/3 aller Abkalbungen finden in den Nachtstunden statt. Während der Geburt liegen Kühe meist. Die Austreibungsphase dauert ca. 1 Stunde. Unmittelbar nach Geburt lecken die Kühe ihre Kälber intensiv ab, was ca. 30-60 Minuten andauern kann. Dabei äußern die Kühe oft tieffrequente Laute ("Brummen"). Das Lecken des Kalbes dient nicht nur der Reinigung der Kälber, sondern ist ganz entscheidend für die Bindung zwischen Kuh und Kalb. Dieser prägungsähnliche Vorgang findet in den ersten 3 Stunden nach Geburt statt. Außerdem unterstützen die Kühe später durch das Lecken der Kälber im Anogenitalbereich das Absetzen von Kot und Harn. Die Nachgeburt wird einige Stunden später ausgestoßen und von den Kühen ganz oder teilweise aufgefressen.

Bereits wenige Stunden nach Geburt erkennt die Kuh ihr Kalb geruchlich, nach ungefähr 1 Woche auch an den Lautäusserungen und nach zwei Wochen am Aussehen. Für Kälber gilt die gleiche Reihenfolge, wobei sie aber jeweils erst etwas später in der Lage sind, ihre Mütter zu erkennen.

Verhalten des Kalbes: 20-90 Minuten nach der Geburt stehen Kälber auf und nehmen auch die erste Milch auf. Männliche Kälber brauchen im Mittel etwas länger bis zum ersten Stehen und zum ersten Saugen, was vermutlich auf ihr höheres Geburtsgewicht und die daraus resultierende höhere Häufigkeit von Schweregeburten zurückzuführen ist. Eine möglichst frühe Milchaufnahme des Kalbes ist wichtig, da der Gehalt an Immunglobulinen in den ersten Stunden nach Geburt besonders hoch ist und die Durchlässigkeit der Darmwand für Immunglobuline nach der Geburt schnell abnimmt. Trinkt das Kalb die Kolostralmilch direkt am Euter der Kuh, werden die Antikörper vom Kalb offenbar besser absorbiert als bei Gabe z.B. im Tränkeeimer. Durch das Saugen des Kalbes löst sich auch die Nachgeburt besser. Es gibt auch Hinweise, dass Kälber, die mehrere Tage bei der Kuh bleiben und saugen können, weniger anfällig für Krankheiten sind und bessere Tageszunahmen haben. Wegen der sich in diesem Zeitraum aufbauenden Bindung zwischen Mutterkuh und Kalb ist die spätere Trennung allerdings vermutlich belastender als eine Trennung direkt nach Geburt. Andererseits haben die wenigen Untersuchungen zu dieser Problematik nur geringe Stressreaktionen bei den Mutterkühen als Reaktion auf die Trennung vom Kalb ergeben. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass auch unter natürlichen Bedingungen eine Kuh ihr Kalb mehrfach am Tag verlässt, um Nahrung aufzunehmen, während das Kalb an einem geschützten Ort verbleibt ("Ablieger-Typ"). Untersuchungen zu längerfristigen Folgen der Trennung vom Kalb für die Kuh fehlen bislang.

Kälber saugen typischerweise in anti-paralleler Stellung. Hierdurch kann die Kuh jeweils prüfen (olfaktorische Kontrolle des Anogenitalbereiches), ob es sich bei dem saugenden Kalb um ihr eigenes handelt. Kälbern gelingt es meist nur, an einer fremden Kuh zu saugen, während diese ihr eigenes Kalb säugt. Die fremden Kälber saugen dann oft nicht in anti-paralleler Stellung, sondern von hinten durch die Beine der Kuh.

Zum Saugen spreizen Kälber die Beine, senken den Rücken und strecken den Hals, so dass der Kopf waagrecht gehalten wird. Vor dem Saugen machen die Kälber einige Kopfstöße gegen das Euter, wodurch es zu einer Oxytozinausschüttung kommt und der Milchfluss angeregt wird. Durch abwechselndes Saugen und Schlucken baut das Kalb innerhalb einer Minute ca. 75-120 mal ein Vakuum im Strich auf und ab. Ruhiges Saugen ist am Schwanzwedeln zu erkennen. Mit zunehmendem Alter nimmt die tägliche Anzahl und Dauer des Saugens ab, nicht jedoch die Dauer der einzelnen Saugakte (Tab. 37). Die meisten Saugakte finden tagsüber statt. Bereits in den ersten Lebenstagen beginnen Kälber, kleine Mengen Rohfutter aufzunehmen.

Tab. 37: Anzahl und Gesamtdauer des Saugens pro Tag in Abhängigkeit vom Lebensalter (verändert nach Sambras 1992)

Alter in Monaten	Anzahl Saugvorgänge	Tägliche Saugdauer [min]
1	8-10	60-70
2	6	50
3	5	40
4	4	30
5	3,5	20
6	3	15
7-9	1-2	10

Ab der 2. Lebenswoche versammeln sich Kälber in sogenannten "Kindergartengruppen". In diesen Gruppen bleiben die Kälber ca. 2-5 Stunden am Tag, bis zum Alter von 10-15 Wochen, ab dem sie zum Grasen der Herde folgen. Bei freilebenden Rindern mit natürlicher Sozialstruktur können die Kindergärten von einem adulten Tier bewacht werden. Kälber zeigen ein ausgeprägtes Spielverhalten, das überwiegend mit Laufaktivitäten verbunden ist. Unter natürlichen Bedingungen entwöhnt eine Kuh ihr Kalb nach etwa 10 Monaten. Auch nach dem Absetzen bleibt die enge Bindung zwischen Kuh und ihren Kälbern bestehen, selbst nach der Geburt des nächsten Kalbes. Dieser enge Kontakt ist bei weiblichen Kälbern ausgeprägter als bei männlichen, wodurch die matrilineare Sozialstruktur aufgebaut wird. Die männlichen Kälber interessieren sich dagegen schon früher für andere Kühe.

- Vor dem Kalben separieren sich Kühe von der Herde an einem geschützten Ort.
- Durch intensives Belecken des Kalbes unmittelbar nach der Geburt wird die Bindung zwischen Kuh und Kalb aufgebaut.
- Die Aufnahme der Kolostralmilch unmittelbar nach der Geburt ist für die Immunkompetenz des Kalbes entscheidend.
- Kälber saugen typischerweise in anti-paralleler Stellung und lösen durch Kopfstöße gegen das Euter den Milchfluss aus.
- Die tägliche Saugdauer beträgt im ersten Lebensmonat ca. 60 Minuten.
- Kälber schliessen sich zeitweise zu sog. "Kindergartengruppen" zusammen. Ihr ausgeprägtes Spielverhalten ist überwiegend mit Laufaktivitäten verbunden.

4.4 Verhaltensansprüche an die Haltungsumwelt

Generelle Ansprüche: Die generellen Ansprüche von Rindern an ihre Umgebung leiten sich aus ihrem natürlichen Verhaltensrepertoire ab. Dieses Verhaltensrepertoire hat sich stammesgeschichtlich in Anpassung an die natürlichen Lebensräume entwickelt und hat daher eine genetische Grundlage. Wie bereits erwähnt, finden sich auch bei den heutigen Nutztierassen noch die Verhaltensweisen des Verhaltensrepertoires von Wildrindern. Neben Ansprüchen, die sich aus der Art der Nahrungsaufnahme und dem ausgeprägten Sozialverhalten ergeben, haben Rinder auch Ansprüche gegenüber Klima, Bodenbeschaffenheit und Raumangebot.

Klima: Als thermoneutraler Bereich wird für die europäischen Rinder 2-21°C angegeben. Rinder können sich jedoch auch kurzzeitig an höhere Temperaturen anpassen. Die Anpassungsfähigkeit ist von der jeweiligen Rasse und vom Leistungsstatus der Tiere abhängig. Bei hohen Temperaturen ist es ganz besonders notwendig, dass die Tiere permanenten Zugang zu Wasser haben und bei Aussenhaltung schattige Plätze vorfinden. An tiefere Temperaturen können sich Rinder besser anpassen, als an hohe Temperaturen. Wichtig ist bei niedrigen Temperaturen ein ausreichendes Futterangebot (erhöhter Metabolismus bei sehr niedrigen Temperaturen), wärmegeämmte Liegebereiche und Schutz vor Wind und Regen. Um sich an klimatische Bedingungen außerhalb des thermoneutralen Bereiches anzupassen, brauchen die Tiere allerdings ausreichend Zeit. Auch in unseren Breitengraden können dann alle Gruppenhaltungssysteme (Ausnahme Vollspaltenboden) als Nicht-wärmegeämmte Ställe realisiert werden.

Die rel. Luftfeuchte im Stall sollte zwischen 60-80% liegen. Wichtig ist, dass die Tiere bei Stallhaltung keiner Zugluft ausgesetzt sind. Die problematischsten Luftbestandteile im Stall sind Staub, Ammoniak, Kohlendioxid, Methan und Schwefelwasserstoff. Diese sollten selbstverständlich in möglichst geringen Konzentrationen vorkommen.

Boden: Die Böden müssen trittsicher sein, keine Verletzungen, Schürfungen oder Druckstellen verursachen, genügend Klauenabrieb gewährleisten und das artgemässe Verhalten ermöglichen (Fortbewegung, Abliegen, Aufstehen, Körperpflege, Sozialverhalten, Spielverhalten). Bei perforierten Böden ist das Verhältnis zwischen Bodenfläche und Spalten- bzw. Lochweite immer ein Kompromiss zwischen Funktionalität und Tiergerechtigkeit. Je nach Gewicht der Tiere sind die Richtwerte anzupassen (vgl. Tab. 38).

Besonders die Bodenqualität des Liegebereiches ist sehr wichtig, da Rinder bei Stallhaltung (wegen des geringeren Zeitaufwandes für Nahrungsaufnahme) länger und häufiger liegen als bei Weidehaltung.

Raumangebot: Sollen sich ausgewachsene Rinder ausreichend bewegen können, brauchen sie etwa 4-5 m² Platz. Haben die Tiere weniger Platz zur Verfügung, ist nicht nur ihre Laufaktivität reduziert, sondern es erhöht sich auch die Anzahl agonistischer Auseinandersetzungen zwischen den Tieren.

Haltungssysteme, in denen verschiedene Funktionsbereiche räumlich getrennt sind (Fress-, Liege-, Lauf- und evt. Melkbereich), sind im Vergleich zu Einzelhaltungssystemen verhaltensgerechter, da die Tiere in den unterschiedlichen Raumstrukturen verschiedene

Verhaltensweisen zeigen können (z. B. ungestörtes Ruhen in den Liegeboxen, soziale Interaktionen in den Laufgängen). Ausserdem sind sie auch arbeitswirtschaftlich von Vorteil (z.B. Entmistung, Brunstkontrolle, Arbeitserleichterung und verbesserte Milchqualität in Melkständen).

Wie erwähnt, liegen ausgewachsene Rinder etwa 7-12 Stunden am Tag zum Wiederkäuen und Ruhen, wobei sie hierbei stark synchronisiert sind. Daher sollte im Liegebereich den Tieren soviel Platz zur Verfügung stehen, dass alle Tiere gleichzeitig dort liegen können. In Boxenlaufställen sollte jedem Tier (mindestens) eine Liegebox angeboten werden, wobei die Liegeboxen von vergleichbarer Qualität sein sollten.

Fressplätze: Bei Fütterung an Fressständen können Rinder nicht den Weideschritt ausführen, d.h. sie können Futter auf Bodenhöhe nur schwer erreichen. Daher sollte ihnen das Futter ca. 10-15 cm über Bodenniveau angeboten werden. Wird das Futter zu hoch angeboten, können sie ebenfalls keine natürliche Haltung beim Fressen einnehmen. Da die Tiere meist an festen Fressständen gefüttert werden, sollte das Futter innerhalb des Aktionsradius des Kopfes (Mauls) erreichbar sein. Um eine hohe Grundfuttermittellversorgung zu erreichen, sollte für jede Kuh ein Fressplatz vorhanden sein. Eine Einschränkung des Tier/Fressplatzverhältnisses ist nur bei einer ad libitum Fütterung und gleichem Futter an allen Fressplätzen möglich.

Tränken: Tränken müssen in ausreichender Anzahl vorhanden sein und durch geeignete Anordnung eine ungestörte Wasseraufnahme ermöglichen. Im Laufstall wird 1 Tränke auf 15-20 Tiere empfohlen. Die Höhe der Tränken muss selbstverständlich der Körpergröße der Tiere angepasst sein. Wasser wird hauptsächlich nach dem Fressen aufgenommen, d. h. es kommt nach den Fresszeiten zu einem erhöhten Andrang an den Tränken. Stehen zwei Tränken zu dicht zusammen, besteht die Gefahr, dass nur eine Tränke benutzt wird, da wegen der Ausweichdistanzen zwischen den Tieren beide Tränken von einem Tier blockiert werden. Bei zu geringer Durchflussgeschwindigkeit der Tränken kann es ebenfalls zu erhöhtem Andrang an den Tränken kommen, da sich die einzelnen Trinkdauern verlängern. Bei der Art der Wasseraufnahme ist das natürliche Trinkverhalten von Rindern zu berücksichtigen. Tränkezapfen sind aus diesem Grunde für Rinder nicht geeignet. Am besten geeignet sind Trogtränken.

- Die Ansprüche von Rindern an ihre Haltung ergeben sich aus ihrem stammesgeschichtlich entwickelten, natürlichen Verhaltensrepertoire.
- Bei entsprechenden Vorkehrungen (Wetterschutz, angepasstes Nahrungsangebot, wärmegeämmter Liegebereich) sind auch heutige Hausrinder noch an die klimatischen Bedingungen in unseren Breiten angepasst (Nicht-wärmegeämmte Ställe).
- Böden müssen trittsicher sein, keine Verletzungen verursachen, genügend Klauenabrieb gewährleisten und ein artgemässes Verhalten – insbesondere Liegeverhalten – ermöglichen.
- Bei Stallfütterung ist Rindern kein Weideschritt möglich. Das Futter muss daher ca. 10-15 cm über dem Bodenniveau und mit dem Flotzmaul gut erreichbar angeboten werden.
- Bei Tränken ist die geeignete Anzahl, Anordnung und Art der Wassergabe zu berücksichtigen.

5 Rinderhaltung (W. Brade)

5.1 Tiergerechte Milchrinderhaltung

Haltungssysteme stellen immer einen Kompromiss zwischen verschiedenen Anforderungen dar (z.B. Investitionskosten, Arbeitswirtschaft, Tiergerechtigkeit usw.). Zur Bewertung von Haltungssystemen ist eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Kenngrößen gleichzeitig zu berücksichtigen. Für den Verbraucher sind die produktbezogenen Kriterien (Produktsicherheit, Preis u. ä.) besonders wichtig. Für die Akzeptanz der Nutztierhaltung in der Gesellschaft gewinnt die Tiergerechtigkeit und damit das Wohlbefinden der Tiere wachsende Bedeutung.

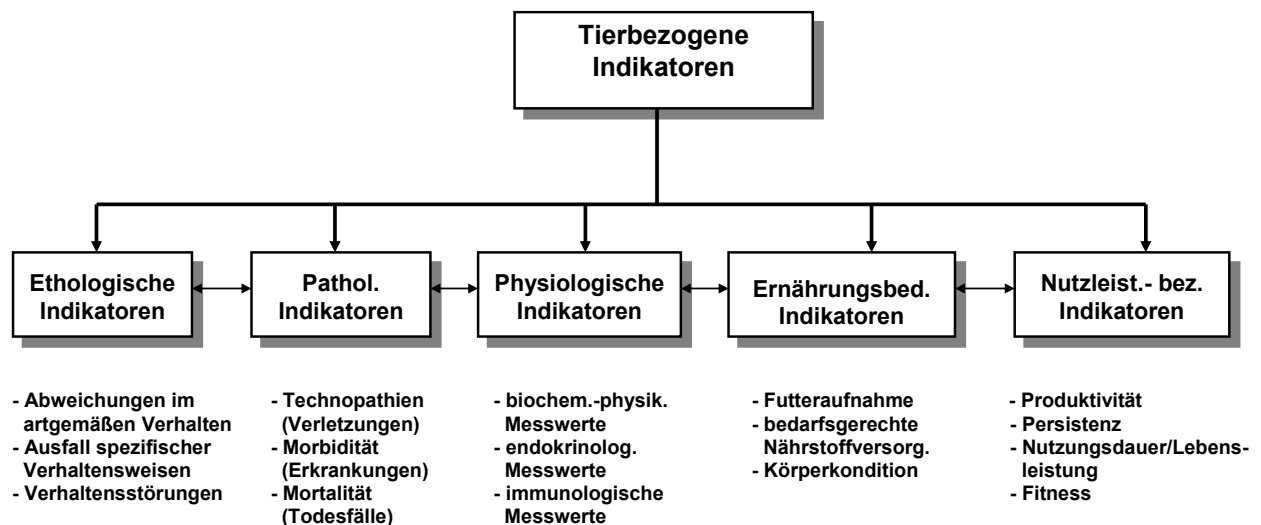


Abb. 28: Tierbezogene Indikatoren zur Beurteilung von Haltungssystemen

Hier kommt unweigerlich die Frage auf: *Was ist tiergerechte Rinderhaltung?*

5.1.1 Definition der Tiergerechtigkeit

Eine Haltungssysteme ist tiergerecht, wenn sie die spezifischen Anforderungen der Tiere erfüllt und Folgendes ausschließt:

- Gesundheitsgefährdung,
- Beeinträchtigung körperlicher Funktionen,
- Überforderung der Anpassungsfähigkeit,
- Einschränkungen wichtiger Verhaltenseigenschaften, so dass Leiden, Schmerzen oder Schäden am Tier entstehen.

Zur Beurteilung eines Haltungssystemes zieht man verhaltensbiologische, pathologische, physiologische sowie ernährungsbedingte Leistungsparameter heran und beurteilt darüber hinaus die Leistungsstabilität und Fitness der Tiere.

Zur Erfassung des Tierverhaltens sind zahlreiche Kriterien bekannt. Ausgangspunkt jeder ethologischen Untersuchung ist das Ethogramm; ein Katalog aller Verhaltensweisen. Zu den pathologischen Kriterien zählen Tierverluste, Verletzungen oder Erkrankungen. Ihre Erfassung ist relativ einfach (Abb. 29):

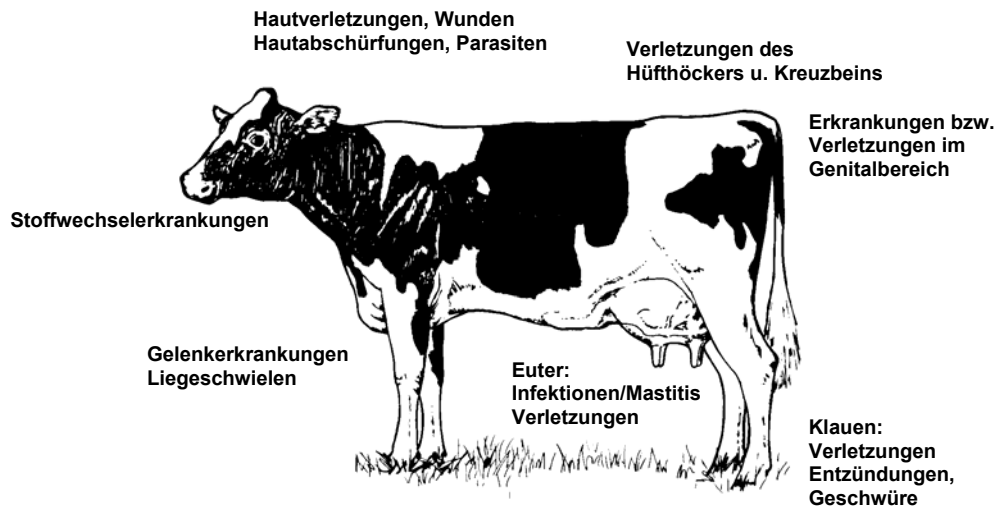


Abb. 29: Häufige haltungs- bzw. ernährungsbedingte Verletzungen / Erkrankungen

Probleme können sich jedoch bei der exakten Bestimmung der Ursachen und damit der eindeutigen Zuordnung zum Haltungssystem ergeben. Zu den physiologischen Kennwerten gehören endokrinologische Tests, wie beispielsweise Untersuchungen von „Stress-Hormonen“ (Abb. 30 u. 31).

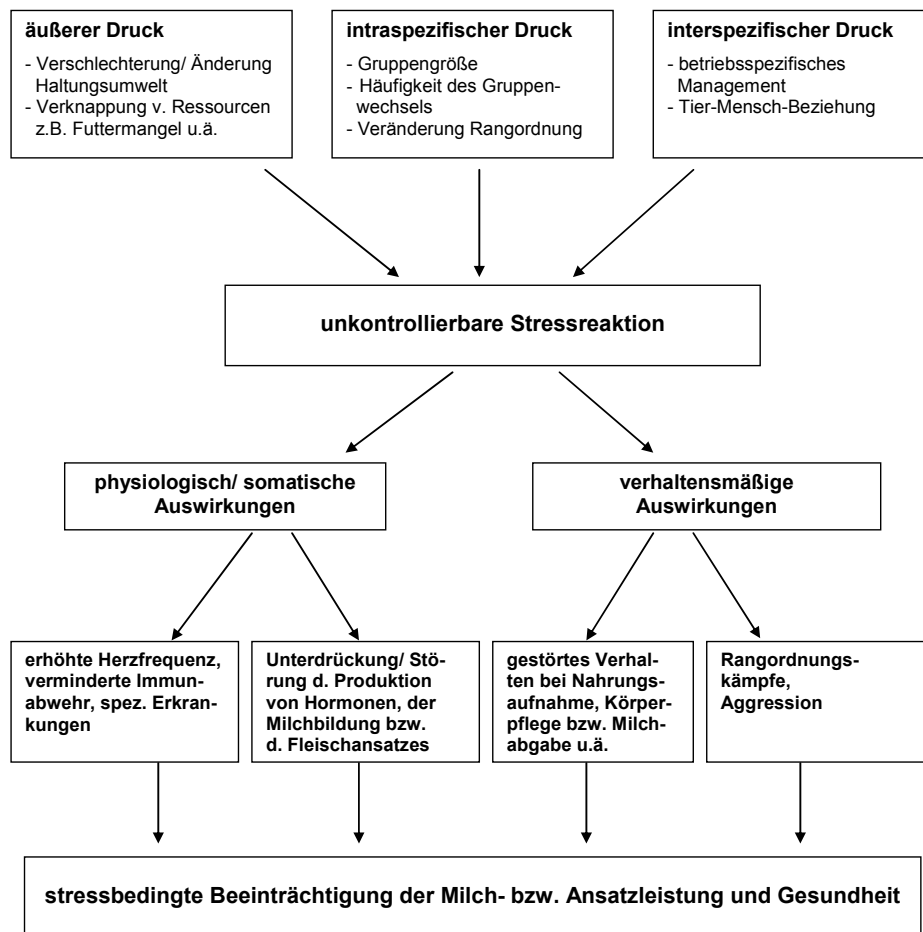


Abb. 30: Stressbedingte Beeinflussung der Tierleistung und Gesundheit

Stressoren können der Gruppenwechsel, die nicht tiergerechte Haltung, der Tiertransport oder außergewöhnliche soziale Interaktionen (Isolation) sein (Tab. 30). Während Stressbelastungen werden u.a. so genannte Stresshormone freigesetzt (Abb. 31):

Ein weiteres Kriterium zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit ist die Fütterung. Regelmäßige Kontrollen der eingesetzten Futtermittel sind ebenso wichtig wie Futtermittelanalysen und deren Dokumentation (Kapitel „Fütterung“). Ein zusätzliches Instrument zur Überprüfung der Fütterung ist die Körperkonditionsbewertung. Die Beurteilung der Körperkondition bei Milchkühen (im Engl.: *Body Condition Scoring, BCS*) erlaubt eine Beurteilung, ob die Fütterung unter Berücksichtigung des jeweiligen Laktationsstadiums leistungsgerecht ist. Die Erfassung der Körperkondition stellt eine subjektive Methode dar. Seit Jahren wird dieses Hilfsmittel auf Milchviehfarmen in Nordamerika routinemäßig und mit Erfolg angewendet. Zur Feststellung der Körperkondition wird der Rücken und der hintere Bereich der Kuh mit dem Auge visuell und mit der Hand durch Betasten beurteilt („Sehen und Fühlen“). Damit schätzt man den Umfang an Fett- und Muskelgewebe ab, der die verschiedenen Knochen bedeckt. Die Körperkondition wird auf einer Skala von 1 bis 5 beurteilt. Eine Maßzahl von 1 bedeutet eine hochgradige, lebensbedrohende Unterernährung; eine Maßzahl von 5 zeigt dagegen eine hochgradige Verfettung an. Milcherzeuger können durch die regelmäßige Erfassung der subjektiven Körperkondition die Futterration besser anpassen und schwerwiegende Gesundheits- und Fruchtbarkeitsprobleme vermeiden.

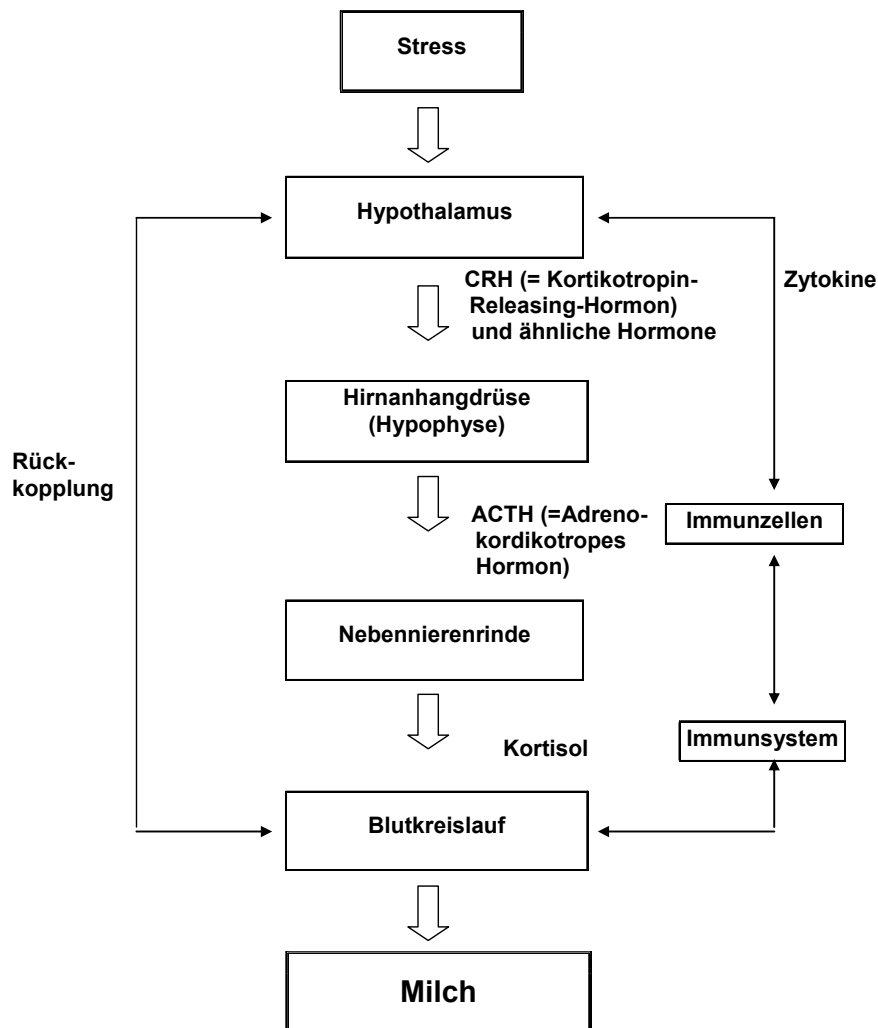


Abb. 31: Regelkreis des „Stresshormons“ Kortisol einschl. Nachweisbarkeit in der Milch

Schließlich lassen sich auch Leistungsparameter - unter bestimmten Voraussetzungen - für die Beurteilung von Haltungssystemen heranziehen. Schwierigkeiten ergeben sich allerdings, wenn absolute Höchstleistungen überbewertet werden.

5.1.2 Technische und managementspezifische Indikatoren

Mindestanforderungen zur Tierhaltung sind u. a. in gültigen Haltungsverordnungen, im Tierschutzgesetz oder in Haltungsvorgaben von Erzeugergemeinschaften bzw. des ökologischen Landbaues enthalten. Entscheidend jedoch ist, dass die Einhaltung einzelner Mindestanforderungen (z. B. Liegeboxenmaße) nicht notwendigerweise sicherstellt, dass die Haltung insgesamt tiergerecht erfolgt (Beispiel: Liegeboxenmaße und Zustand auf Betriebsebene). Die Beurteilung von Haltungsbedingungen wäre ohne Einbeziehung haltungstechnischer bzw. tierhalterischer Indikatoren unzureichend.

Stallhaltung: Als wesentliche Kriterien für die Klassifizierung von Milchrinderställen gelten Aufenthaltsort und Bewegungsfreiheit der Tiere (Abb. 32):

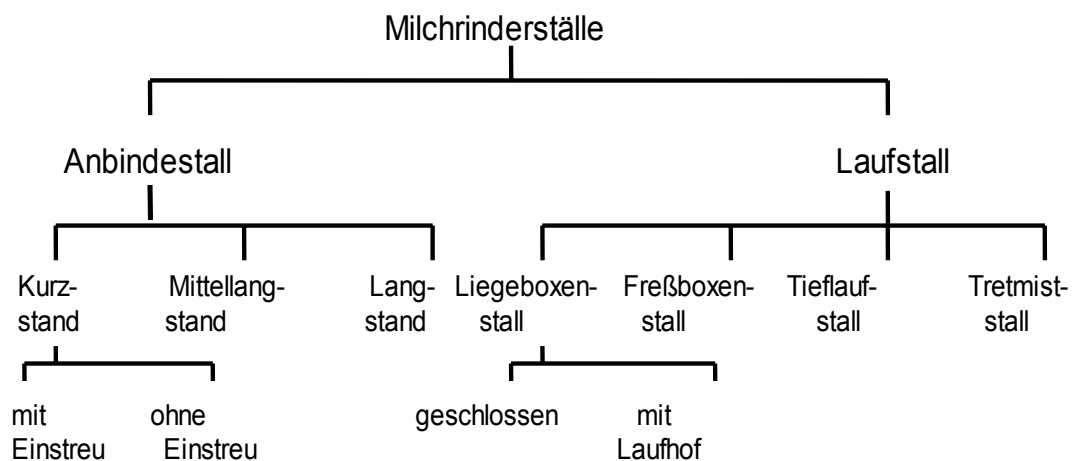


Abb. 32: Gliederung von Milchrinderställen vereinfacht

Im Anbindestall werden Kühe durch verschiedene Anbindevorrichtungen an einen bestimmten Platz fixiert. Andere Funktionsbereiche (Füttern, Entmisten, Melken) werden auf diesen fixierten Platz ausgerichtet. Einschränkungen des Verhaltensrepertoires der Tiere sind die Folge. Im Laufstall bewegen sich die Tiere selbst zu den einzelnen Funktionsbereichen; die Entmistung erfolgt in der Regel im Bereich der Laufflächen. Der strohsparende Liegeboxenlaufstall als Hochbox mit Kuhkomfortmatratze ist die aktuelle Standardlösung in der Milchviehhaltung in Deutschland. Fressboxenlaufställe sind in der Regel Umbaulösungen. Beim Fressboxenlaufstall können sich die Tiere zwar frei bewegen, die Funktionsbereiche "Liegen" und "Füttern" sind jedoch zusammengefasst. Die Anwendung dieses Stallsystems ist dann gegeben, wenn vorhandene Anbindeställe relativ einfach umgebaut und ein Melkstand in Verbindung mit einem Warteraum erstellt werden sollen. Tiefstreu- und Tretmistställe verursachen zwar weniger Baukosten, belasten die Haltungsverfahren aber durch zusätzliche Kosten für die Stroh- und Festmistkette. In der Summe ist die Milchproduktion in diesen Stallformen deutlich teurer als in Laufställen mit Liegeboxen. Die Abmessungen der Liegebox orientieren sich gewöhnlich an der schrägen Rumpflänge (sR) und der Widerristhöhe (Wh) der 25 % größten Tiere der Herde (Abb. 33).

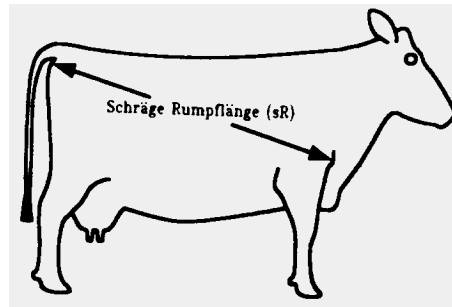


Abb. 33: Mit Hilfe der schrägen Rumpflänge (sR, cm) und der Widerristhöhe (Wh, cm) lassen sich der Platzbedarf einer Kuh bestimmen

Die Liegebedarfslänge einer Hochbox (L, in cm; mit einem Sicherheitszuschlag von: 20 cm) kann über die Formel $L = (1,11 \times sR) + 20 \text{ cm}$ berechnet werden (Wandel, 2003). (Für die Liegeboxenlänge einer Hochbox ist zusätzlich die vorhandene Aufkantung/Streuschwelle zu berücksichtigen). Nach der Formel $Wh \times 0,85$ benötigen Holstein-Kühe lichte Boxenweiten von etwa 125 cm. Für die Boxenlänge ist noch der Kopf-Hals-Raum mit etwa 0,70 bis 0,80 m hinzuzurechnen (Abb. 34 u. 35).

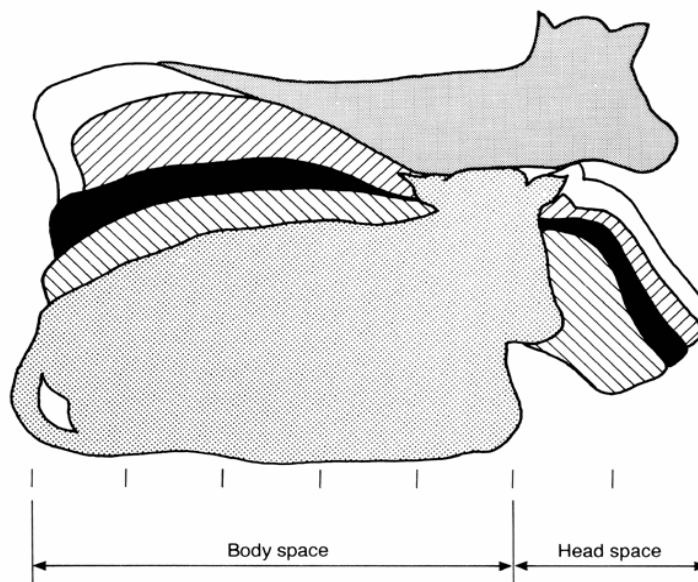


Abb. 34: Vorwärtsbewegung einer aufstehenden Kuh (entnommen: Albright u.a., 1997)

Eine Liegebox und ein Fressplatz je Kuh sind vom Standpunkt der Tiergerechtigkeit als optimal anzusehen! Einschränkungen des Tier-Fressplatz-Verhältnisses bedürfen zusätzlicher technischer Lösungen (z.B. Vorrückfressgitter etc.). Bei Fütterung zur freien Aufnahme in Form einer totalen Mischration (TMR) oder bei ad libitum Grundfutturvorräte und Abrufautomaten für Kraftfutter kann von einem Tier: Fressplatz-Verhältnis von 1:1 abgewichen werden. Dennoch sollte ein Tier: Fressplatz-Verhältnis von 2:1 nicht überschritten werden.

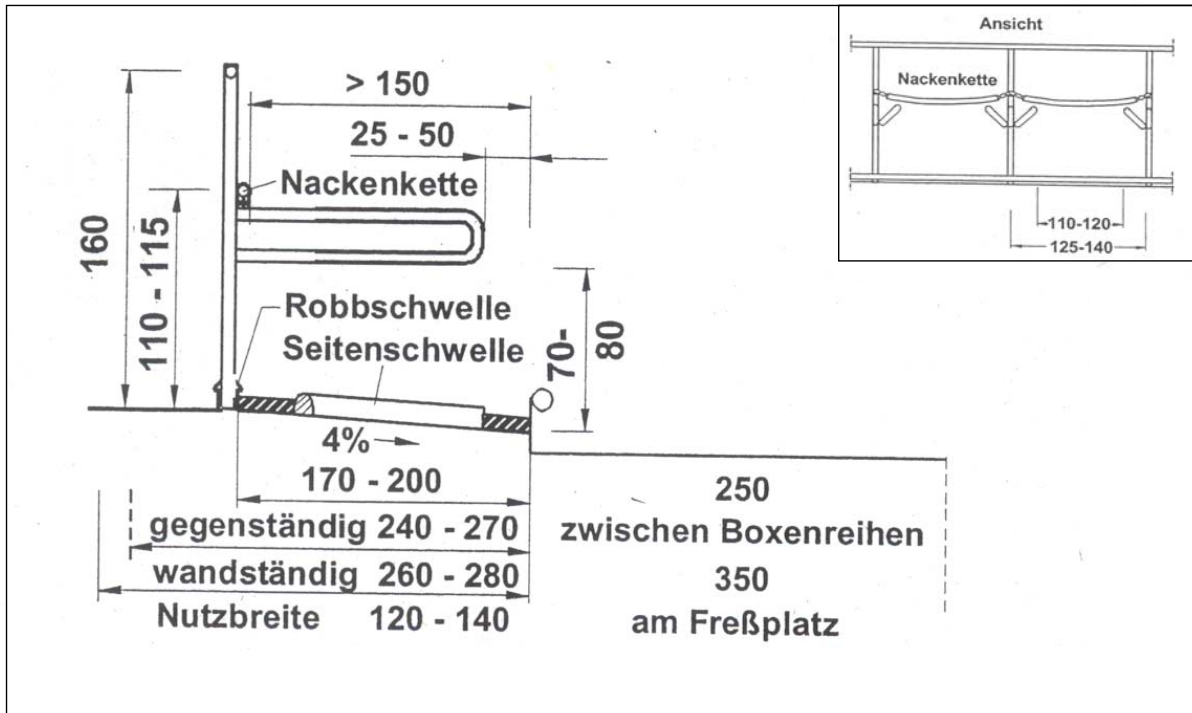


Abb. 35: Maße für komfortable Hochbox - Holsteinkühe (Wandel, 2003)

Die Liegeflächen der Tiere können- wie bereits erwähnt- als Hoch- bzw. Tiefbox ausgebildet werden. Aufgrund des geringen Strohverbrauchs und damit verbundener arbeitswirtschaftlicher Vorteile findet man in der Praxis vorzugsweise Laufställe mit Hochboxen. Tiefboxen erfahren aktuell eine Renaissance. Baulich wird die Tiefbox in der Regel als ebene Sohlplatte auf Höhe des Laufganges mit einer 20 bis 25 cm hohen Aufkantung und entsprechendem Einstreumaterial konzipiert. Die gepflegte Strohmatratze mit 15 cm Dicke ist in der Regel das Liegepolster der Tiefbox (vgl. auch zusätzliche Ausführungen im Abschnitt 8.3.3).

Wenn die Kühe häufig im Liegebereich stehen, ist davon auszugehen, dass dieser Bereich nicht ihren Anforderungen entspricht. Für alle Tiere sollte eine Liegezeit im Stall von mehr als 12 Stunden angestrebt werden. Während der Liegezeit werden die Klauen entlastet; längere Abtrockenphasen begünstigen die Klauenhornhärtung und reduzieren somit die Infektionsgefahr.

Kühe bevorzugen zum Laufen ebene, griffige Flächen. Planbefestigte Laufflächen werden zunehmend den weit verbreiteten Spaltenböden vorgezogen. Die Entmistung kann hier mit stationären Schieberanlagen erfolgen. Spaltenböden setzen die Einhaltung entsprechender Maße voraus (Tab. 39a). Aktuell werden „maßgeschneiderte“ Auflagen weicher Gummimatten auf den Spaltenboden getestet (Wandel, 2003). Offensichtlich kommen weiche Laufflächen den Bedürfnissen der Milchkühe entgegen. Die erforderlichen Investitionskosten werden allerdings mit darüber entscheiden, ob sich weiche Spaltenbodenmatten in der breiten Praxis umfassend und schnell durchsetzen werden.

Der Futtertisch sollte etwa 15 bis 20 cm höher als die Standfläche des Tieres sein.

Als Fressgitter kann sowohl ein einfacher Nackenriegel, als auch Fangfressgitter eingesetzt werden. In Richtung Futtertisch geneigte Fressgitter (20 bis 25 cm) verbessern die Reichweite nur geringfügig, behindern aber große Tiere ($Wh > 1,48$ m) weniger am Widerrist. Sollen Fressgitter geneigt werden, ist es besser, statt 20 bis 25 cm, 40 bis 45 cm in Richtung Futtertisch zu neigen, weil dann die Kräfte weniger frontal auf die Buggelenke sondern mehr in Richtung Oberarmbeine wirken (Wandel, 2003). (Der Oberarm ist wie das Schulterblatt von starken Muskeln umgeben)

Tab. 39a: Generelle Empfehlungen für die Haltung von Milchkühen im Laufstall mit Spaltenböden

Einzelheiten	Empfehlung
Laufgangsbreite zwischen d. Liegeboxen am Fressgitter	2,50 m 3,50 m
Maße für Flächenspaltenelemente bei Spaltenboden: Auftrittsfläche Spaltenbreite	8 bis 10 cm 2,5 bis 3,0 cm
Höhe Futtertisch über Standniveau	15 bis 20 cm
Fressgitterhöhe	> 1,30 m
Fressplatzbreite (lakt. Kühe)	≥ 0,75 m (1,3x Schulterbreite)
Selbsttränken	1 für 10 Tiere
Tränkeeinrichtungen	im Kaltstall beheizt

Häufige Rankämpfe im Frei- oder Liegebereich deuten auf zu geringen Bewegungsfreiraum bzw. Überbelegung hin. Fehlende Ausweichmöglichkeiten – insbesondere der rangniederen Tiere – führen zu Verletzungen. Im Liegebereich sollte die Laufgangsbreite mindestens 2,5 m und im Fressbereich 3,5 m betragen. Sackgassen sind unbedingt zu vermeiden, da hier die Verletzungsgefahr besonders groß wird.

In der Tabelle 39b sind weitere Richtwerte für Rinderställe genannt. Optimale Luftverhältnisse lassen sich u.a. durch Kombination von offenen Seitenwänden, hoher Traufe, durchgängig offenem First und Ausrichtung des Stalles in 90° Winkel zur Hauptwindrichtung schaffen. Bei Offenfrontställen ist die Ausrichtung möglichst nach Südosten vorzunehmen, weil so die Sonne den größten Teil des Tages in den Stall scheint und die Tiere vor Nord/Westwind geschützt sind. Bei widrigen Witterungsbedingungen (Wind etc.) lassen sich die offenen Seitenwände mit Curtainssystemen verschließen. Die Zuluft wird über den Öffnungsgrad der Curtains variiert.

Tab. 39b: Einige weitere Richtwerte für Rinderställe

Parameter	Richtwert	Bemerkung
Lufttemperatur	0 bis 20 °C	Rind/Kuh
Luftfeuchte	< 75 %	
Luftgeschwindigkeit	0,25 m/s	höher bei hohen Temperaturen (> 0,4 m/s)
Luftrate	60 bis 300 m ³ /GV*/h	Winter – Sommer
Raumvolumen	20 m ³ /Tier	Rind/Kuh
Ammoniak	< 20 ppm	
Kohlendioxid	< 3000 ppm	
Staub, einatembar	< 4 mg/m ³	niedrigere Konzentrationen erwünscht
Staub, alveolengängig	< 1,5 mg/m ³	
Bakterien**	10 ⁴ KBE/m ³	allgemeiner Keimgehalt

Quelle: Hartung (2000)

*GV = 500 kg Lebendgewicht; **KBE: Kolonienbildende Einheit

Freilandhaltung: Tiere mit hohen Leistungen sind auf eine gute Körperkonstitution angewiesen. Die Tiere sollten mindestens im Sommer Gelegenheit haben, sich so oft wie möglich - vorzugsweise täglich - im Freien aufzuhalten.

Weidegang: Die Nutzung des Wirtschaftsgrünlandes als Weide für Milchkühe hat seit jeher herausragende Bedeutung. Weidegang bedeutet für die Rinder häufig eine Befreiung von den eingeschränkten Bedingungen der Stallhaltung (vor allem bei noch häufig praktizierter Anbindehaltung im Winter). Für den Rinderhalter bietet er eine Arbeitsentlastung (z.B. bei der Fütterung und Reinigung). In der Alpenregion ist die Nutzung des hochgelegenen Grünlandes durch die seit Jahrhunderten betriebene Almwirtschaft („Alpung“) gegeben. Zube und Priebe (1999) befragten Betriebsleiter in Brandenburg, welche Vor- und Nachteile sie in der Weidehaltung laktierender Kühe sehen. Nahezu alle Befragten sehen im günstigen Einfluss auf die Gesundheit der Tiere ein entscheidendes Argument für die Weidehaltung. Als Argumente gegen die Weidehaltung wird neben möglichen ökonomischen Nachteilen das einfachere Management einer ganzjährigen Stallhaltung, vor allem im Hochleistungsbereich, genannt.

In einer umfangreichen US-Studie wurde die Wirtschaftlichkeit von Stall- und Weidehaltung untersucht (White et al., 2002). Die Wirtschaftlichkeit wurde definiert als Erlöse aus Milchverkauf minus Futterkosten (in US-\$ pro Kuh/Tag). Die täglichen Futterkosten waren bei Weidehaltung deutlich geringer als bei Stallhaltung (2,08 US-\$ im Vergleich zu 3,03 US-\$ pro Kuh/Tag). Die genannte US-Studie ergab, dass die Milchlaktationsleistung bei Stallhaltung deutlich höher als bei Weidehaltung (6.981 vs. 6.228 kg Milch/Kuh) ist. Hauptproblem der Weidehaltung bleibt die Sicherstellung und ausreichende Kontrolle der Energie und Nährstoffversorgung hochleistender Kühe in den verschiedenen Vegetationsphasen. Das Weidemanagement für hochleistende Kühe (> 9.000 kg Kuh/Jahr) ist im norddeutschen Raum oft wie folgt modifiziert:

- die Weidephase ist auf die Monate Mai bis Mitte/Ende Juli begrenzt; der Austrieb ist auf 6 h pro Tag beschränkt;
- Zufütterung im Stall;
- bei hohen Tagestemperaturen/sonnigem Wetter werden die Kühe ausschließlich nachts geweidet (Vermeidung von Hitzestress)
- permanente Wasserversorgung auch auf der Weide.

Dieses Weidemanagement erfordert stallnahe Weideflächen.

Eine weitere Variante - vor allem für größere Beständen - ist die Aufteilung der Herde in zwei Gruppen: Weide- und Stallgruppe. Die frischlaktierenden, hochleistenden Milchkühe bleiben ganztägig im Stall. Die weniger leistenden Kühe werden geweidet.

Laufhöfe: Laufhöfe bieten ersatzweise Bewegungsmöglichkeiten, wenn Weidegang nicht möglich ist (vgl auch Abschnitt 4). Damit die Reinigung des Laufhofes einfach zu bewerkstelligen ist, sollte der Boden befestigt sein. Der Richtwert für die anfallende Abwassermenge nicht überdachter Laufplätze beträgt 1,5 m³ pro m² und Jahr. Das verschmutzte Wasser von Laufhöfen ist grundsätzlich in die Güllegrube zu leiten (= Vermeidung einer Gewässerverschmutzung). Im Laufhof können Scheuerbürsten integriert werden, die den Tieren zusätzliche Körperpflege ermöglichen.

Qualität der Tierbetreuung: Von zentraler Wichtigkeit für die Tierhaltung ist – unabhängig von der baulichen Lösung - die korrekte Versorgung und Betreuung der Tiere einschließlich die Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit aller vorhandenen Haltungselemente auf Betriebsebene (Abb. 36).

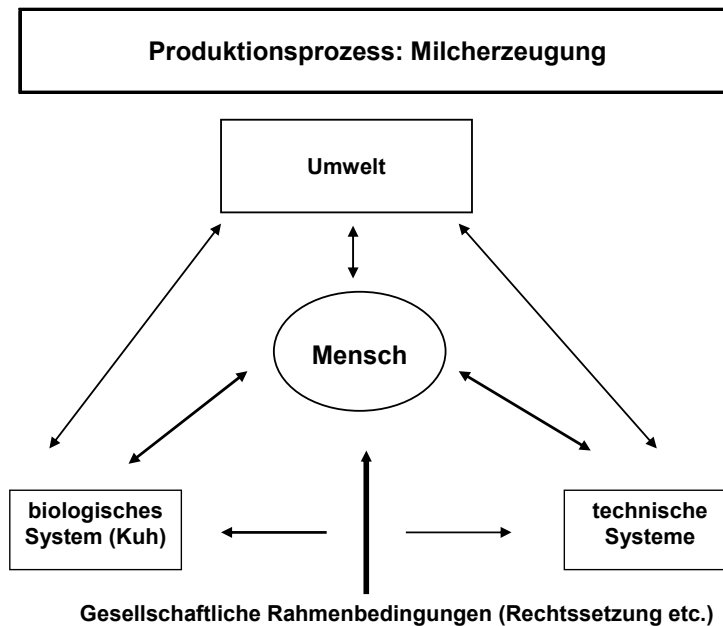


Abb. 36: Zentrale Stellung des Menschen in der Milcherzeugung

Jeder Rinderhalter muss deshalb die für eine angemessene Ernährung, Pflege und verhaltensgerechte Unterbringung seiner Rinder erforderliche Kenntnisse und Fähigkeiten besitzen.

Für die Betreuung der Tiere sind eine ausreichende Anzahl sachkundiger Personen erforderlich, deren Kenntnisse sich sowohl auf die gehaltenen Rinder als auch auf das angewandte Haltungssystem beziehen. Es ist sicherzustellen, dass eine verantwortliche Person das Befinden der Rinder mindestens zweimal täglich überprüft und gegebenenfalls unverzüglich Maßnahmen für die Behandlung (ggf. unter Einbeziehung eines Tierarztes) und/oder Absonderung im Krankenstall vornimmt. Zugehörige technische Einrichtungen sind mindestens einmal täglich zu prüfen. Managementspezifische Indikatoren sind u. a.:

- Qualifikation des/der Tierbetreuer(s) einschl. notwendiges technisches Verständnis für das genutzte Haltungssystem (Beispiel: unterschiedlich notwendiger Sachverstand beim AMS oder beim konventionellen Melken),
- Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit und Sauberkeit der verschiedenen Haltungselemente,
- regelmäßige Kontrolle des Futters auf Verunreinigungen/Nichtvorhandensein verbotener Futtermittel (Tiermehle etc), bedarfsgerechte Fütterung, Restfutterbeseitigung,
- Durchführung spezifischer Maßnahmen am Tier (z.B. Klauenpflege),
- Intensität der tierärztlichen Betreuung,
- Sicherstellung einer hohen Stallhygiene einschl. Auslauf- bzw. Weidepflege.

In zahlreichen Studien ist belegt, dass die Mensch-Tier-Beziehung die Leistung von Nutztieren stark beeinflussen kann. Angst vor dem Menschen und daraus resultierender Stress sind negativ korreliert mit der Milchleistung. Unangenehme Menschen werden bald gemieden. Munksgaard et al. (2001) untersuchten, ob sanfte oder grobe Behandlung die Leistung und das Verhalten von Milchkühen beeinflussen (Tab. 40):

Tab. 40: Verhalten während des Melkens bei Anwesenheit eines ruhigen bzw. aversiven Tierpflegers

Verhalten (Kuh)	Betreuer		Signifikanz
	ruhig, sanft	aversiv	
Melkdauer (min)	7,04	7,63	n. s.
Beinbewegungen (Zahl/min)	3,15	1,97	*
Ausschlagen (Zahl/min)	0,12	0,09	n. s.
Schwanzbewegung (Zahl/min)	0,81	0,29	**

Quelle: Munksgaard et al. (2001, wesentlich gekürzt)

Die Tatsache, dass die Anwesenheit der groben Person den Milchertrag nicht senkte, die Kühe aber Beine und Schwänze weniger bewegten, zeigt, wie komplex der Zusammenhang zwischen Behandlung, Leistung und Verhalten ist (Munksgaard et al., 2001, u.a.)

Die Ergebnisse in der Tabelle 41 demonstrieren zusätzlich beispielhaft mögliche Konsequenzen eines nichtkorrekten Managements bzw. technischer Unzulänglichkeiten. Im ausgewählten Beispiel wurden zwei Haltungssysteme verglichen. Beim Haltungsveruch der Kühe auf Stroh gelang es nicht, die Tiere sauber zu halten. Erhöhte Milchzellzahlen bzw. stärkeres Auftreten von Mastitiden waren die Folge (Tab. 41).

Tab. 41: Konsequenzen eines Managementfehlers (= mangelhafte Sauberkeit der Kühe bei Strohhaltung im Vergleich zur Liegebox)

Kennziffer	Haltungssystem		Signifikanz
	Einstreu: Weizenstroh, lang	Liegebox: Stroh nur in Box zur Sauber- haltung	
Milchertrag (kg/Tag)	32,6	33,8	n. s.
Milchertrag ¹⁾ (kg/Tag)	30,2	33,3	*
T-Aufnahme (kg T/Tag)	22,1	22,0	n. s.
Milchzellzahl (Zellen/ml)	386000	118000	* ⁴⁾
Lokomotorische Bewertung ²⁾	1,6	1,6	n. s.
Sauberkeit (Bewertung) ³⁾	1,5	0,4	* ⁴⁾
Einstreumenge (kg/Kuh/Tag)	7,6	1,0	

Quelle: Fregonesi et al., 2001 (gekürzt)

¹⁾ Milchertrag minus nicht ablieferbare Milch aufgrund von Mastitisbehandlungen

²⁾ Bewertungsnoten: 1 = gut, 5 = schlecht

³⁾ Bewertungsnoten: 0 = sauber, 5 = sehr schmutzig

⁴⁾ Testergebnisse nach Transformation/Korrektur

Nicht das Haltungssystem allein ist somit entscheidend, sondern mit welcher Sachkenntnis es betrieben wird!

5.1.3 Precision Dairy Farming

Die Sicherstellung einer hohen Betreuungsintensität je Einzeltier erfordert bei weiter wachsenden Herdengrößen neue Formen der Herdenbetreuung. *Precision Dairy Farming* ist die zwischenzeitlich etablierte Bezeichnung für eine Tierhaltung, die eine rechnergestützte Datenerfassung, Einzeltierüberwachung und Herdenführung auf der Grundlage der elektronischen Einzeltierererkennung, der modernen Sensortechnik und spezieller EDV-Programme - unter kontinuierlicher Verwendung von Einzeltierinformationen - nutzt.

Die elektronische Tiererkennung bildet die Grundlage für eine automatische Identifizierung jedes Tieres und damit für eine automatisierte Datenerfassung auf Betriebsebene.

Die heute verfügbaren **Transponder** (= „Trägermedien für die Tieridentifikation“) werden in Form von Hals- oder Fesselbändern am Tier befestigt. Man findet sie auch als Ohrmarke, Bolus (= „Pansenpille“) bzw. ins Körpergewebe injiziert.

Daten von Milchrindern können in verschiedenen Funktionsbereichen des Stalles erfasst (bzw. manuell eingegeben) werden (Brade, 2001).

In vielen Betrieben werden bereits gegenwärtig die Milchmengenleistung, der Milchfluss, die Leitfähigkeit, die Temperatur und z. T. die Farbe der Milch jeder Kuh zu jeder Melkzeit erfasst. Aktivitätsmessungen mittels Pedometer (= Schrittzähler), individueller Kraftfuttermittelverzehr (am Automaten), Körpermasseveränderungen (automatische Durchlaufwaagen), Besamungs- und Kalbedaten sowie veterinärmedizinische Behandlungen sind weitere Informationen. Tieraktivitätsmessungen mittels Pedometer sind für ein verbessertes Fruchtbarkeitsmanagement von Bedeutung (= Brunsterkennung) und können frühzeitig Hinweise auf bestimmte Gesundheitsstörungen eines Tieres (Klauenerkrankungen, Stoffwechselstörungen) geben.

Die zusätzliche Datenerfassung an einzelnen Haltungselementen (Selektionstore, Fressplatz, Melkautomat) erlauben sowohl ihre Funktionstüchtigkeit kontinuierlich zu prüfen als auch einzeltierbezogene Daten (Verweildauer, Besuchshäufigkeit etc.) zu sammeln. Schließlich sind noch die Daten zum Stall (z. B. Stallklima) bzw. zum erzeugten Produkt (z. B. Milchkühlung) zu verarbeiten.

Der konsequente Einsatz dieser neuen Techniken ermöglicht die Umsetzung tiergerechterer Haltungssysteme (z.B. „Selbstbedienungskomfort“) unabhängig von der Herdengröße. Mit *Precision Dairy Farming* nimmt die Verantwortung des Tierhalters gegenüber den Tieren nicht ab. Im Gegenteil! Diese neuen Techniken erleichtern einerseits die körperliche Arbeit im Stall; andererseits wächst der Anteil von Überwachungsaufgaben.

Die Nutzung der Vorzüge einer automatisierten Herdenführung bzw. Prozesssteuerung erfordert technisches Verständnis des Betriebsleiters und die Fähigkeit, die Arbeitsqualität von Sensoren, Computern und Prozesssteuerungen zu kontrollieren.

5.2 Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Rinder

Die VVVO regelt, welche Angaben Ohrmarken und Rinderpässe enthalten. Das Kennzeichnungs- und Registriersystem nach der Verordnung (EG) Nr. 820/97 schreibt folgendes vor:

- Ohrmarken zur Einzelkennzeichnung
- elektronische Datenbank
- Tierpass (Einzeltier)
- Register in jedem Betrieb

Die zentrale elektronische Datenbank für das Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Rinder in Deutschland mit Sitz in München findet man im Internet unter www.Hi-tier.de.

Rinder dürfen nur importiert/exportiert werden, wenn sie von einem Rinderpass begleitet sind. Der Rinderpass enthält Name, Anschrift, Registriernummer des Betriebes, die Ohrmarkennummer sowie weitere Informationen zum Geburtsdatum, Geschlecht, Rasse sowie Ohrmarkennummer des Muttertieres.

Rinderhalter sind verpflichtet, ein stets aktuelles Bestandsregister (Eintragungen müssen innerhalb von 3 Tagen erfolgt sein) mit Informationen über Herkunft, Kennzeichnung und Bestimmung von Tieren zu führen, die sie besessen, gehalten, befördert, vermarktet oder geschlachtet haben. Das Bestandsregister kann schriftlich, aber auch digital, d. h. in Form einer EDV-Datei, geführt werden.

Die Aufbewahrungsfrist beträgt nach VO 820/97 drei Jahre, d. h. die genannten Aktivitäten müssen 3 Jahre später noch detailliert nachverfolgt werden können.

Das Online-Bestandsregister in HI-Tier kann als Nachweis zur Führung des Bestandsregisters im Sinne von § 24 der VVVO verwendet werden. Dabei sind unter anderem folgende Voraussetzungen zu beachten:

- Der Tierhalter muss jederzeit technisch in der Lage sein, aus der Datenbank HI-Tier ein aktuelles Bestandsregister für seinen Betrieb auszudrucken
- Er muss sicherstellen, dass alle Bestandsveränderungen unverzüglich an die zentrale Datenbank für Rinder gemeldet werden
- Der Tierhalter kann in regelmäßigen Abständen Ausdrucke des Bestandsregisters anfertigen und in diesen manuell die Bestandsveränderungen vornehmen, bis neue Ausdrucke aus der zentralen Datenbank HI-Tier vorliegen
- Verfügt der Tierhalter über keinen eigenen Internetzugang, so kann er sich über Dritte in regelmäßigen Abständen diese Ausdrucke für seinen Betrieb beschaffen und diese bis zum nächsten Ausdruck um die aktuellen Veränderungen manuell ergänzen
- Die Vorgaben der VVVO müssen in jedem Fall eingehalten werden
- Bei einer Vor-Ort-Kontrolle muss das Bestandsregister alle Tiere enthalten, für die in den letzten 12 Monaten vor dieser Kontrolle Prämianträge gestellt wurden.

6 Ernährung und Fütterung des Rindes

6.1 Ernährungsphysiologische Grundlagen (*P. Lebzien*)

6.1.1 Aufbau, Entwicklung und Funktion des Verdauungstraktes

Der grundsätzliche Unterschied zwischen Tieren mit einhöhligen Magen und erwachsenen Wiederkäuern besteht darin, dass der Verdauung mit körpereigenen Verdauungssekreten eine Verdauung mit körperfremden, von Mikroorganismen erzeugten Verdauungssekreten (Enzymen) vorgeschaltet ist. Diese erfolgt in den zu großen „Gärbehältern“ ausgebildeten Vormägen. Die Schleimhaut der Vormägen besitzt im Gegensatz zum Magen der Nichtwiederkäuer bzw. zum Labmagen der Wiederkäuer keine Drüsen die Verdauungssekrete bilden. Die Vormägen gliedern sich in drei Abteilungen, wovon die ersten zwei Abteilungen, d.h. die **Haube** (Netzmagen) und der **Pansen**, weitgehend eine funktionelle Einheit bilden (Abb. 37). Es folgt der dritte Vormagen, der **Blättermagen** (Psalter oder Buchmagen). Hieran schließt sich der mit dem Magen der Nichtwiederkäuer vergleichbare Drüsenmagen, der **Labmagen** (Volumen 15 bis 20 Liter) an. Auf den Pansen entfallen von der beim ausgewachsenen Rind etwa 200 Liter umfassenden Gesamtkapazität der Mägen etwa 80 %. Er beansprucht nahezu die gesamte linke Hälfte der Bauchhöhle und ist durch kräftige Muskelbalken in einzelne Abschnitte unterteilt. Die Schleimhaut des Pansens ist mit so genannten Zotten besetzt, die aufgrund der durch sie gegebenen etwa 7fachen Oberflächenvergrößerung einen intensiven Stoffaustausch ermöglichen. Die besondere Bedeutung der Pansenschleimhaut besteht in ihrem Vermögen, die im Pansen gebildeten Abbauprodukte, wie die flüchtigen Fettsäuren und den Ammoniak, aber auch einzelne Mineralstoffe, zu absorbieren.

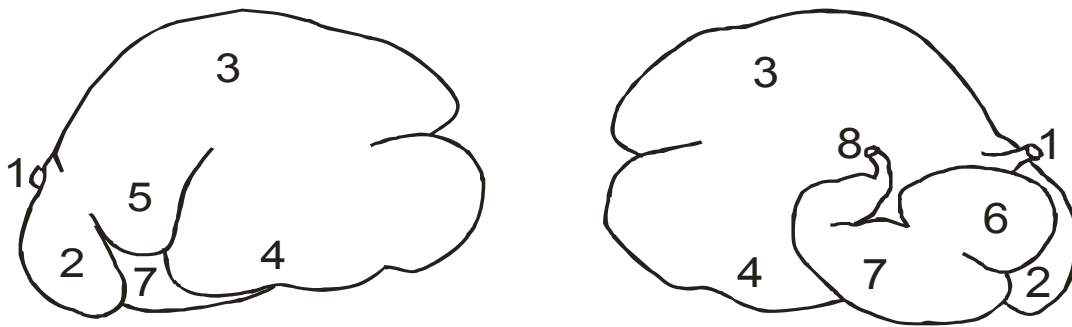


Abb. 37: Mägen des Rindes, Ansicht von links und von rechts, schematisch

1 Speiseröhre (Kardia) 2 Haube 3 Dorsaler Pansensack 4 Ventraler Pansensack
5 Pansenvorhof (Schleudermagen) 6 Blättermagen 7 Labmagen 8 Duodenum

Beim neugeborenen Kalb ist nur der Labmagen funktionsfähig, d.h. es ist streng genommen noch ein Nichtwiederkäuer. Die aufgenommene Milch gelangt über die so genannte **Schlundrinne** direkt in den Labmagen, wo sie durch Salzsäure und Enzyme zur Gerinnung gebracht und anschließend verdaut wird. Bei Verabreichung zu kalter Milch gelangt diese ungeronnen in den Dünndarm, was zu Verdauungsstörungen führt. Die Vormägen sind beim jungen Kalb noch sehr klein. Pansen und Haube erreichen zusammen nur die halbe Größe des Labmagens. Erst durch die Aufnahme fester Nahrung nehmen das Volumen und die Wandmuskelmasse von Haube und Pansen um ein Vielfaches zu. Während Raufutter durch mechanische Reize vor allem eine rasche Zunahme von Wandmuskelmasse und Pansenvolumen bewirkt, ist Krafftutter für die Ausbildung der Pansenschleimhaut von besonderer Bedeutung. Ausschlaggebend für letzteres sind die beim mikrobiellen Abbau der Kohlenhydrate gebildeten kurzkettigen Fettsäuren. So können sich die Zotten auch teilweise wieder zurückbilden, wenn die Tiere anstelle von Rau- und Krafftutter nur Milch erhalten.

Beim erwachsenen Wiederkäuer gelangen die Futtermittel nach flüchtigem Kauen und Abschlucken in den Hauben-Pansen-Raum. Dort erfolgt eine Schichtung der Futtermittel, bei der von oben nach unten Gas, Faserschicht („Pansenmatte“), Flüssigkeit und feine Partikel („Pansensee“) aufeinander folgen. Aufgrund dieser Schichtung befinden sich Gase und grobe Futterpartikel nahe der Speiseröhre und können über diese zurück ins Maul befördert („Ruktus“ bzw. „Rejektion“) und dort ausgestoßen bzw. wiedergekaut werden. Sind die Futterpartikel ausreichend zerkleinert sinken sie ab in den „Pansensee“ nahe der Hauben-Psalter-Öffnung. Durch koordinierte Kontraktionszyklen der Wandungen der einzelnen Vormagenabschnitte wird der Futterbrei zwischen Haube und Pansen hin und her bewegt und dabei durchmischt, sortiert, zerkleinert und anschließend über die Hauben-Psalter-Öffnung in den Blättermagen weiterbefördert. Auch für die Absorption von Abbauprodukten, die Entfernung der Pansengase durch den Ruktus und die Rejektion von Panseninhalt zwecks Wiederkauens ist die Vormagenmotorik von maßgeblicher Bedeutung. Nimmt ein Tier jedoch mit dem Futter spitze Fremdkörper auf, dann können sich diese während der kräftigen Haubenkontraktionen in die Haubenwand bohren und das Zwerchfell durchdringen, was eine Verletzung des Herzbeutels und den Tod des Tieres zur Folge haben kann.

Wie der Name bereits sagt, kauen Wiederkäuer grobe Futterpartikel mindestens zweimal, und zwar zunächst flüchtig bei der Nahrungsaufnahme und ein zweites Mal intensiv nach der Rejektion eines Bissens aus den Vormägen zurück in das Maul. Hierbei wird das Futter zerkleinert und eingespeichelt, was die Substratoberfläche vergrößert und dadurch für den mikrobiellen Abbau besser angreifbar macht sowie die Aufquellung fördert. Es handelt sich beim Wiederkauen um einen angeborenen Vorgang, der weniger mit der Entwicklung der Vormägen als vielmehr mit dem Alter der Tiere zu tun hat. Die wichtigsten Reize für die

Auslösung des Wiederkauens scheinen von der physikalischen Struktur (6.3.4) des Vormageninhaltes auszugehen. Bei reichlicher Halmfutteraufnahme beträgt die tägliche Wiederkaudauer einer Milchkuh 7 bis 9 Stunden mit etwa 50 Kauschlägen je Minute. Während des Wiederkauens nimmt die Sekretion der Speicheldrüsen stark zu. Die von Wiederkäuern gebildete Speichelmenge ist beträchtlich. Für das Rind werden Speichelmengen von etwa 100 bis 220 Liter je Tag angegeben. Der Wiederkäuerspeichel enthält hohe Konzentrationen an Substanzen (Na-Hydrogencarbonat und Phosphationen), die den durch die Bildung der großen Mengen an flüchtigen Fettsäuren abfallenden pH-Wert abpuffern können. Außerdem erhöht er aufgrund seines Gehaltes an Schleimstoffen die Gleitfähigkeit des Futterbreis und kann Harnstoff in den Pansen rezirkulieren und dadurch zur Versorgung der Pansenmikroben mit Stickstoff beitragen.

6.1.2 Mikrobielle Besiedlung und Umsetzungen im Pansen

Obwohl Pflanzenfresser im Tierreich weit verbreitet sind, gibt es keine Wirbeltiere, die in der Lage sind, selbst zellulose- oder hemizelluloseverdauende Enzyme zu bilden. Aus diesem Grunde gehen Pflanzenfresser eine Symbiose (Lebensgemeinschaft zum beiderseitigen Nutzen) mit Kleinstlebewesen (Mikroorganismen, Mikroben) ein. Sowohl die Zahl der Mikroorganismen als auch die vorkommenden Arten sind für die Ernährung des Wiederkäuers von lebenswichtiger Bedeutung. Dabei begünstigen die Konstanz der Milieubedingungen (Flüchtigkeitsgehalt, Temperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt) im Pansen der Wiederkäufer sowie die Vielseitigkeit der mit dem Futter zugeführten Substrate die Entwicklung einer an Zahl, Formen und Funktion sehr vielseitigen Mikrobenpopulation. So enthält der Pansen eine der dichtesten und vielseitigsten Mikrobenpopulationen, die in der Natur vorkommen und die sich in Abhängigkeit von den Ernährungsbedingungen des Wirtstieres verändert. Es werden zurzeit Konzentrationen von bis zu 10^9 bis 10^{11} **Bakterien**, 10^5 bis 10^6 **Protozoen** und 10^3 bis 10^5 anaerobe **Pilze** je ml Panseninhalt angegeben. Mehr als 200 verschiedene Bakterienarten, 100 verschiedene Protozoen und mindestens 12 Pilzspezies sind inzwischen genauer beschrieben. Im Allgemeinen wird angenommen, dass Bakterien den Hauptanteil an mikrobieller Biomasse im Pansen ausmachen. Trotzdem wurden bei einzelnen Tieren bereits Anteile von zum Teil über 40 % Biomasse aus Protozoen bestimmt. Die mikrobielle Biomasse aus anaeroben Pilzen ist umstritten wird aber mit weniger als 8 % angegeben. Die besondere Bedeutung der Pilze wird in ihrer Fähigkeit gesehen, schwer abbaubare Bestandteile der pflanzlichen Zellwände abzubauen und dadurch die Zellen für die Invasion durch andere Mikroben aufzuschließen.

Während sich die Bakterienpopulation des erwachsenen Wiederkäuers nach der Aufnahme von Rau- und Kraffutter entwickelt ist für die Besiedlung mit Protozoen der Kontakt mit erwachsenen Wiederkäuern erforderlich. Bei der Mehrzahl der Pansenbakterien handelt es sich um kleine Kokken, Stäbchen und spiralige Zellen mit einem Durchmesser von 0,5 bis 1,0 μm und einer Länge von 1,0 bis 3,0 μm . Die Zahl der Protozoen im Pansen kann in Abhängigkeit von der Rationszusammensetzung stark schwanken. Bei starkem pH-Wert-Abfall oder größeren Mengen an ungesättigten Fettsäuren in der Ration können die Protozoen vollständig aus dem Pansen verschwinden. Hefen und andere aerobe Pilze sind ebenfalls als normale Bestandteile der Mikrobenpopulation im Pansen bekannt. Sie werden mit dem Futter aufgenommen, sind aber, im Gegensatz zu den anaeroben Pilzen, größtenteils inaktiv und ihr Aufenthalt im Pansen nur vorübergehend.

Durch die mikrobiellen Umsetzungen im Pansen wird die Zusammensetzung des vom Wirtstier aufgenommenen Futters grundlegend verändert. Es handelt sich dabei um einen anaeroben Abbau von Kohlenhydraten und Proteinen, eine Lipolyse und Hydrogenierung von Fetten sowie eine mikrobielle Synthese von Proteinen, Fetten und Vitaminen (vor allem B-Vitamine). Kann ein Bakterienstamm seine Stoffwechselprodukte nicht selbst weiterverwerten, dann finden diese häufig für das Wachstum anderer Pansenmikroben Verwendung. Umgekehrt liefern diese dafür – praktisch als Gegenleistung – den Substratlieferanten

wichtige Wachstumsfaktoren, wie z.B. Vitamine. Nur sehr wenige, sehr spezialisierte Bakterien im Pansen, haben keinen Einfluss auf den Stoffwechsel anderer Mikroorganismen.

Die wichtigsten Wechselbeziehungen zwischen Rationszusammensetzung, Ernährungsniveau, Pansenumsetzungen und Zusammensetzung der Mikrobenpopulation sind in Abb. 38 dargestellt.

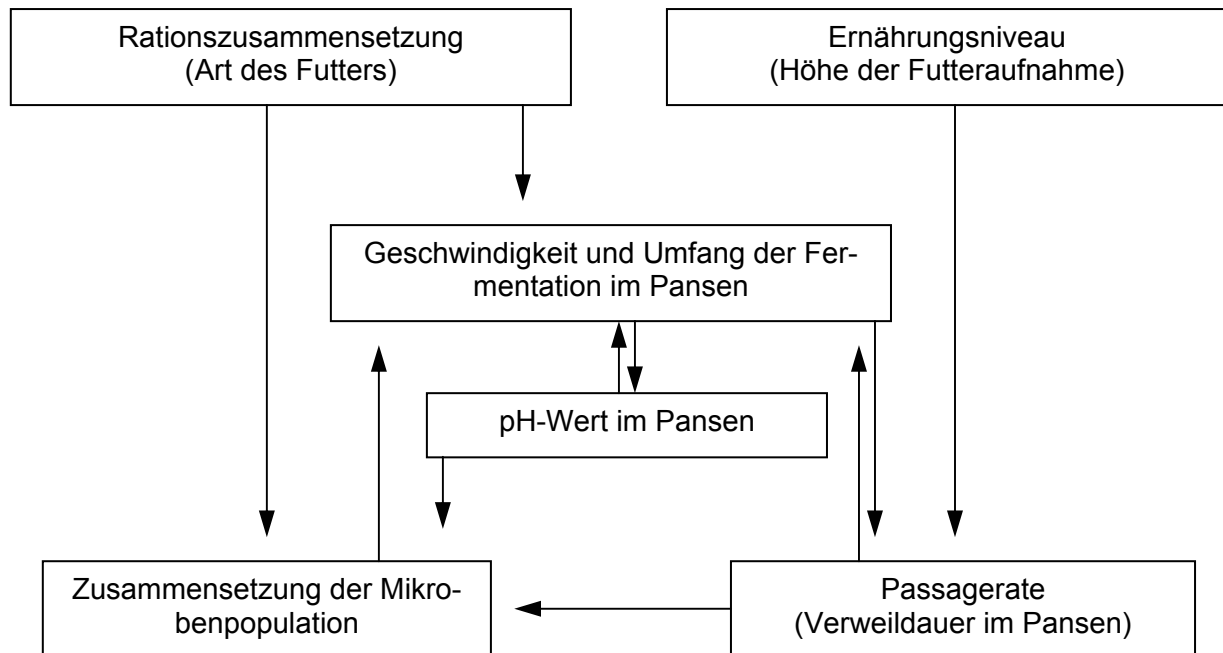


Abb. 38: Darstellung der wichtigsten Beziehungen zwischen Rationszusammensetzung, Ernährungsniveau, Pansenumsetzungen und Zusammensetzung der Mikrobenpopulation

Umsetzungen der Kohlenhydrate: Die Kohlenhydrate lassen sich grob in zwei Hauptgruppen einteilen: die **Reservekohlenhydrate** und die **Zellwandkohlenhydrate** (Tab. 42). Bei den Reservekohlenhydraten, die auch vom Nichtwiederkäuer verdaut werden können, handelt es sich neben geringen Mengen an einfachen Zuckern (Monosacchariden) vor allem um Saccharose (Disaccharid in Zuckerrübe und Rohrzucker) sowie die Polysaccharide Stärke (Getreide, Kartoffel und Maniok) und Fruktosane (Gräser). Die Strukturkohlenhydrate, die nur von mikrobiellen Enzymen abgebaut werden können, geben der lebenden Pflanze ihren Halt und befinden sich vor allem in den Zellwänden. Häufig werden sie unter dem Begriff 'Rohfaser' zusammengefasst. Dies basiert jedoch allein auf der Forderung nach einer analytisch definierbaren Größe. Chemisch handelt es sich dabei vor allem um Zellulose und Hemizellulose, aber auch um Pektine und Lignin. Lignin ist jedoch kein Kohlenhydrat. In stark „verholzten“ Pflanzenteilen kann der Anteil des Lignins bis zu 25 % in der Trockenmasse betragen. Obwohl Lignin im Pansen in gewissem Umfang abgebaut werden kann, hängt die Abbaubarkeit der organischen Substanz pflanzlichen Materials stark vom Grad der Lignifizierung (Lignineinlagerung) der Zellwandbestandteile ab, die im Verlaufe der Vegetationsperiode zunimmt.

Tab. 42: Übersicht über die in der Wiederkäuerernährung wichtigsten pflanzlichen Kohlenhydrate

Reservekohlenhydrate	Zellwandkohlenhydrate
Monosaccharide - Glukose - Fruktose	Strukturkohlenhydrate - Zellulose - Hemizellulose
Disaccharide - Saccharose - Maltose - Laktose	- Pentosane - Hexane Pektine
Polysaccharide - Stärke - Fruktosane	(Lignin)

Die Fermentation der Kohlenhydrate erfolgt stufenweise über kleinere Einheiten und die Glucose hinaus bis hin zu den kurzkettigen flüchtigen Fettsäuren (vor allem: **Essig-, Propion- und Buttersäure**). Die Gesamtkonzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansen bewegt sich normalerweise zwischen 5 und 8 g je Liter Pansenflüssigkeit. Die flüchtigen Fettsäuren enthalten z. T. bis zu über 70 % der aufgenommenen verdaulichen Energie der Wiederkäuer. Das hat zur Folge, dass dem Wiederkäuer aus dem Verdauungstrakt nur sehr geringe Mengen an Glukose zur Verfügung stehen. Der Glukosebedarf muss deshalb zum größten Teil über eine Glukoseneubildung (Glukoneogenese) in der Leber gedeckt werden (6.1.5). Mikrobenpopulation, Fettsäurenproduktion und Proportionen der einzelnen flüchtigen Fettsäuren können je nach Rationszusammensetzung beträchtlich variieren (Abb. 39).

Während bei der Fermentation von Zellulose durch die zelluloseabbauenden (zellulolytischen) Bakterien vor allem Acetat entsteht, begünstigt der Abbau von Stärke (durch amylolytische Bakterien) vorwiegend die Bildung von Propionat. Dabei ist der bakterielle Abbau der Stärke infolge der Verluste in Form von Methan und Wärme unökonomischer als der Abbau zu Glukose im Dünndarm.

Protozoen sind zwar in der Lage, ganze Stärkegranula aufzunehmen und dadurch dem zu schnellen Abbau zu entziehen, werden jedoch, sobald der pH-Wert erst einmal zu weit abgesunken ist, weitgehend eliminiert.

Tab. 43: Angaben zum ruminalen Stärkeabbau ausgewählter Futtermittel von verschiedenen Autoren

Futtermittel	Stärkeabbau (%)	
	Mittelwerte	Variationsbreite
Weizen, Roggen, Gerste		
gemahlen	90	75 bis 97
gequetscht	85	73 bis 90
Mais-, Lieschkolbenschrotsilage	85	70 bis 95
Tapioka	83	77 bis 87
Ackerbohnen	75	70 bis 80
Kartoffeln	70	60 bis 79
Mais		
dampfbehandelt	85	62 bis 91
gemahlen	78	51 bis 93
gequetscht	72	60 bis 84
Sorghum (Milokorn)		
gemahlen	65	42 bis 91
gequetscht	59	45 bis 76

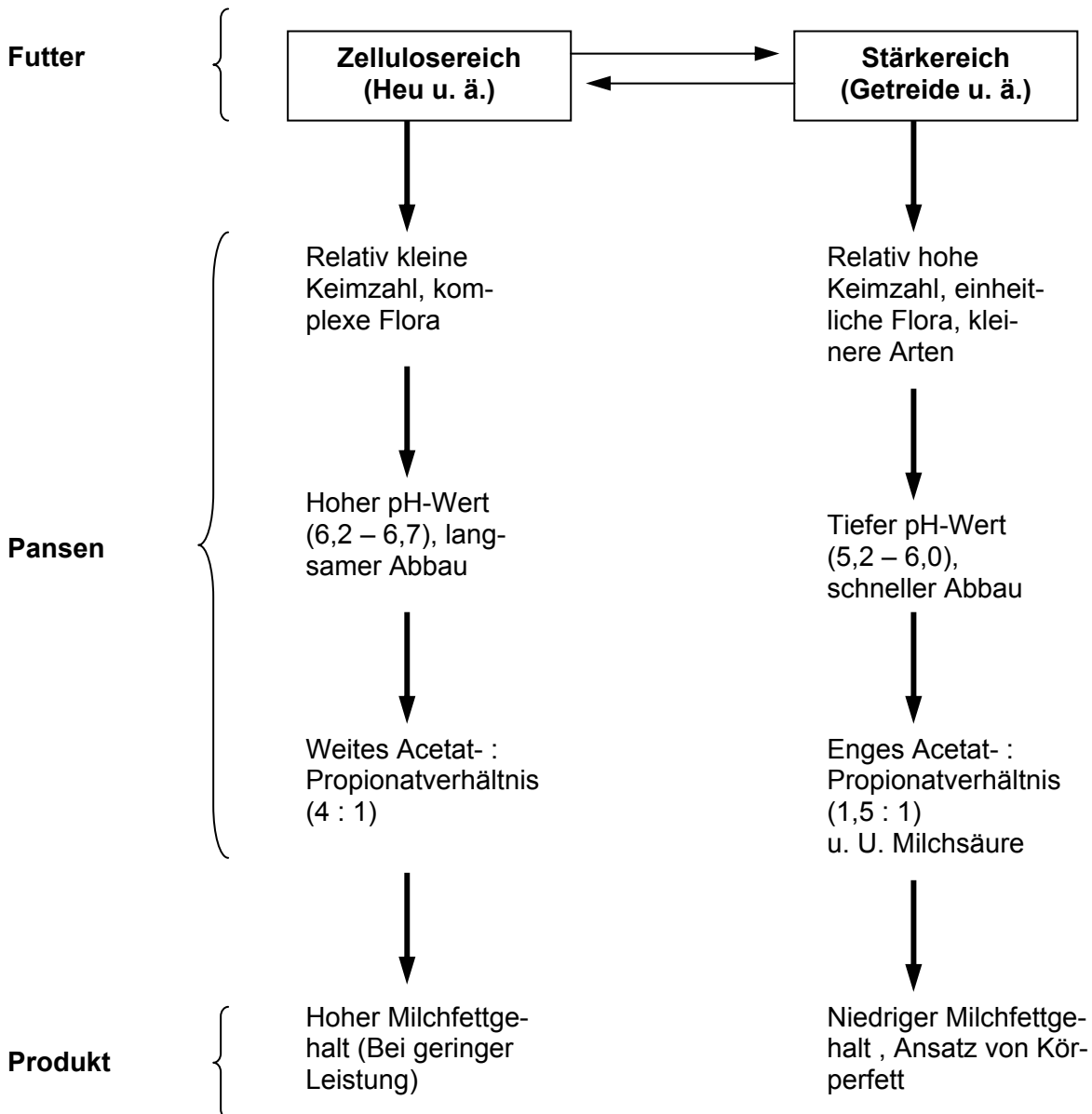


Abb. 39: Einfluss der Rationsgestaltung auf die Pansenvorgänge (nach Orth und Kaufmann, 1961)

Umsetzungen der Stickstoffverbindungen: Den größten Anteil an den Stickstoffverbindungen, die der Wiederkäuer mit dem Futter aufnimmt machen pflanzliche Proteine aus. Daneben sind es vor allem Nukleinsäuren, aber je nach Ration auch beachtliche Mengen an Nitraten, Amiden, freien Aminosäuren, Ammoniak oder Harnstoff. All diese Verbindungen unterliegen in den Vormägen vielfältigen Umsetzungen durch die Pansenmikroben. Die Proteine werden zunächst je nach Art und Behandlung sowie Verweildauer und Fermentationsverhältnissen im Pansen in unterschiedlichem Umfang in Proteinbausteine, wie Peptide und Aminosäuren, zerlegt. Einige Peptide und Aminosäuren werden von bestimmten Mikroben als essentielle Nährstoffe aufgenommen oder passieren zusammen mit dem nicht bzw. unabgebauten Futterprotein (UDP) die Vormägen. Der überwiegende Teil wird jedoch ebenso wie Futterharnstoff zu **Ammoniak** abgebaut. Dieser dient den meisten Pansenbakterien als Baustein für die Synthese des Bakterienproteins. Von den Pansenprotozoen können nur sehr wenige Ammoniak für die Proteinsynthese nutzen. Über den Stickstoffbedarf der Pansenbakterien hinausgehende Ammoniakmengen werden aus dem Pansen absorbiert, in der Leber zu Harnstoff umgewandelt und entweder später bei Mangel an N im Pansen über die Pansenwand oder mit dem Speichel in den Pansen rezirkuliert (Rumino-hepatischer-Kreislauf) oder mit dem Harn ausgeschieden. Letzteres geht natürlich mit einer ineffizienten

Stickstoffnutzung, einem Anstieg des Harnstoffgehaltes in Blut und Milch, einer Stoffwechselbelastung des Tieres und einer möglichen Umweltbelastung einher. Die Synthese von Mikrobenprotein setzt neben Stickstoff, Schwefel und einigen anderen Mineralstoffen und Vitaminen vor allem ausreichende Mengen an im Pansen verfügbarer Energie aus dem Abbau von Kohlenhydraten voraus. Diese steht normalerweise eng mit der Aufnahme an verdaulicher organischer Substanz sowie umsetzbarer Energie in Beziehung. Deshalb kann aus ihr, unter der Voraussetzung dass der N-Bedarf der Mikroben gedeckt ist, der Umfang der mikrobiellen Proteinsynthese geschätzt werden. Der Umfang der mikrobiellen Proteinsynthese kann in Abhängigkeit von einer Vielzahl von Einflussfaktoren beträchtlich schwanken. Als Mittelwert kann jedoch von etwa 10 g Mikrobenprotein je MJ umsetzbarer Energie bzw. 156 g Mikrobenprotein je kg verdaulicher organischer Substanz ausgegangen werden (GfE, 2001). Das heißt, dass im Pansen einer Milchkuh von 600 kg Lebendmasse mit einer Milchleistung von 35 kg FCM fast 2,5 kg Mikrobenprotein je Tag synthetisiert werden.

Das für die mikrobielle Proteinsynthese anzustrebende Stickstoff zu Schwefel-Verhältnis sollte zwischen 10 und 15 zu 1 betragen. Dies ist insbesondere dann zu bedenken, wenn anstelle von Proteinträgern (mit S-haltigen Aminosäuren) schwefelfreie Nicht-Protein-Stickstoff (NPN)-Verbindungen zum Einsatz kommen. Dann ist eventuell eine Schwefelergänzung vorzunehmen.

Umsetzungen der Fette: Der Gehalt an Rohfett in Milchviehrationen beläuft sich normalerweise auf 2 bis 5 % in der Trockenmasse. Beim Rohfett handelt es sich um Triglyceride, Phospholipide, Glykolipide, freie Fettsäuren und fettlösliche Substanzen, wie z.B. Wachse. Während beim Nichtwiederkäuer die Futterfette den Dünndarm nahezu unverändert erreichen, unterliegen diese in den Vormägen der Wiederkäuer umfangreichen Prozessen durch die Mikroben. Hierbei handelt es sich vor allem um **Hydrolyse** (Freisetzung der Fettsäuren aus der Glyceridbindung), **Hydrierung** (Anlagerung von Wasserstoff an Doppelbindungen) und **Synthese** von mikrobiellen Lipiden. Als wichtigste Abbauprodukte entstehen neben freien Fettsäuren Glycerin und Galaktose, die anschließend weiter zu flüchtigen Fettsäuren verstoffwechselt werden. Die ungesättigten Bindungen freier Fettsäuren (insbesondere Fettsäuren mit Ketten aus 18 Kohlenstoffatomen und zwei bis drei Doppelbindungen) werden durch die Pansenmikroben weitgehend hydrogeniert (gesättigt). Das hat zur Folge, dass nur relativ geringe Anteile an ungesättigten Fettsäuren den Darm erreichen und in das Milch- und Körperfett der Wiederkäuer eingebaut werden. Unter anderem entstehen im Pansen auch **Transfettsäuren** und **konjugierte Linolsäure (CLA)**. Dies führt dazu, dass Milch und Fleisch von Wiederkäuern um ein Vielfaches höhere Konzentrationen an diesen Fettsäuren, die im Futter der Pflanzenfresser normalerweise nicht vorkommen, enthalten als die Produkte von Nichtwiederkäuern. Während sich die Befunde mehren, dass Transfettsäuren negative Effekte auf die menschliche Gesundheit haben, sind für die konjugierte Linolsäure positive Wirkungen nachgewiesen worden. Inwieweit durch Fütterungsmaßnahmen ein Einfluss auf die Gehalte an diesen Fettsäuren und damit auf die Qualität der Lebensmittel tierischen Ursprungs genommen werden kann, ist derzeit Frage wissenschaftlicher Untersuchungen.

10 bis 20 % der Lipide im Pansen stammen aus Bakterien und Protozoen. Im Vergleich zu Futterfetten haben Bakterienfette einen relativ hohen Anteil an gesättigten und 'ungewöhnlichen' Fettsäuren. Nach Literaturangaben kann für eine Milchkuh bei mittlerer Leistung mit einer mikrobiellen Fettsäuresynthese von etwa 50 g je Tag gerechnet werden.

Neben dem Fettsäurenmuster von Milch- und Körperfett kann durch die Verfütterung von Fett auch die Pansenfermentation selbst beeinflusst werden. So ist bekannt, dass einzelne Fettsäuren eine toxische Wirkung auf eine ganze Reihe von Mikroorganismen (insbesondere Protozoen) haben. Dies kann sich sowohl auf den Umfang der mikrobiellen Proteinsynthese als auch auf den Abbau von Zellwandkohlenhydraten auswirken. Außerdem ist zu bedenken, dass Fett keine Energie für die Bildung von Mikrobenprotein liefert.

Sonstige Futterbestandteile: Neben ihrer Funktion bei den Umsetzungen der Hauptnährstoffe, können die Pansenmikroben auch in erheblichem Umfang zur Versorgung des Wirtstieres mit Vitaminen beitragen und potenzielle toxische Substanzen unschädlich machen. So sind sie in der Lage die Vitamine C und K sowie die Vitamine des B-Komplexes

zu synthetisieren. Unter Extrembedingungen (sehr hohe Leistungen, plötzliche Futterumstellungen, ausgefallene Rationszusammensetzungen) ist es jedoch möglich, dass die Syntheseleistung verschiedener B-Vitamine nicht mehr ausreicht und Ergänzungen empfohlen werden. Hierbei ist aber, ebenso wie bei Ergänzungen mit anderen Vitaminen, eine gewisse Stabilität gegenüber dem Abbau im Pansen zu beachten, da sie erst im Dünndarm absorbiert werden können. Toxische Futterkomponenten, wie Nitrite, Phytoöstrogene, Pflanzen- und Pilztoxine, können durch Pansenmikroben aufgrund ihrer zahlreichen Enzyme weitgehend neutralisiert werden. Dadurch reagieren Wiederkäuer auf derartige Substanzen meist weniger empfindlich als Nichtwiederkäuer. Auch die Fähigkeit zum Abbau von genetischem Material spielt heute in der Diskussion um den Einsatz gentechnisch veränderter Organismen in der Tierernährung eine Rolle.

Die Mineralstoffe können nach derzeitigem Kenntnisstand grundsätzlich alle auch aus dem Pansen absorbiert werden. Umfang und Bedeutung sind jedoch unterschiedlich und die Mechanismen z. T. noch ungeklärt. Eine besondere Rolle spielt in diesem Zusammenhang Magnesium, das im Gegensatz zu den anderen Mineralstoffen ausschließlich aus dem Pansen absorbiert wird, da eine Störung seiner Absorption (insbesondere bei zuviel Kalium) zur Weidetetanie führen kann.

Durch die Aktivität der Mikroben können auch schlecht absorbierbare Schwermetallverbindungen wie z.B. Kupfersulfid oder Kupferchelate gebildet werden. Dies kann auf der einen Seite die Gefahr von Kupfervergiftungen reduzieren, aber bei zu geringer Kupferversorgung auch zu Kupfermangel führen. Zudem sind die Pansenmikroben in der Lage Phytatphosphor, der von Nichtwiederkäuern nicht verwertet werden kann, für den Wiederkäuer nutzbar zu machen.

Einfluss der Höhe der Futteraufnahme (Passagerate) auf die Umsetzungen im Pansen: Die verschiedenen Umsetzungen in den Vormägen können durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen Faktoren die durch die Fütterung, das Tier oder die Umwelt bedingt sind. Viele dieser Faktoren sind voneinander abhängig oder stehen in Wechselbeziehung zueinander, wie z.B. Leistungsniveau und Rationszusammensetzung.

Von besonderer Bedeutung für den Umfang der Umsetzungen in den Vormägen ist die Verweildauer des aufgenommenen Futters im Pansen, d.h. die Passagerate durch die Vormägen.

Tab. 44: Zusammenhang zwischen Ernährungsniveau (EN 1,0 = Erhaltungsbedarf), Passagerate des Futters und Höhe der Trockensubstanzaufnahme bei Wiederkäuern (nach AFRC 1993) sowie dem Abbau von Maisschrot im Pansen

Ernährungsniveau	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Energiekonzentration der Ration (MJ NEL/kg T)	5,5	6,0	6,5	7,0	7,2
Trockensubstanzaufnahme (kg/Tier und Tag)	6,8	12,6	17,4	21,5	26,2
Passagerate (% je Stunde)	1,9	5,2	7,7	9,6	11,0
Abbau von Maisschrot (%) im Pansen	80	59	50	47	45

Mit steigender Futteraufnahme bei höheren Leistungen vermindert sich die Aufenthaltsdauer des Futters im Pansen bzw. die Passagerate nimmt zu (Tab. 44). Beispielsweise führt eine Erhöhung der Futteraufnahme von etwa 7 kg Trockenmasse je Tier und Tag auf 22 kg zu einem Anstieg der Passagerate von etwa 2 % auf nahezu 10 % je Stunde. Demnach passie-

ren je Stunde statt 2 % der im Pansen befindlichen Futtermenge 10 % die Vormägen. Das hat zur Folge, dass vor allem die zelluloseabbauenden Mikroben, die gewisse Zeit für den Zellwandabbau benötigen, den Wettlauf mit der Zeit verlieren. Die Konsequenz ist eine verminderte Verdaulichkeit zellwandreicher Grundfuttermittel im Pansen und damit auch im gesamten Verdauungstrakt, da Zellwandbestandteile fast ausschließlich im Pansen abgebaut werden. Bei hohen Passageraten können dann Futtermittel an Bedeutung gewinnen, deren potenziell abbaubaren Nährstoffe in relativ kurzer Zeit abgebaut werden, wie z.B. Leguminosen. Während Gräser Abbauraten (Anteil der Nährstoffe, der je Stunde abgebaut werden kann) von nur maximal 5 % je Stunde aufweisen, können diese Werte bei Leguminosen bis zu 12 % betragen. Auch der Abbau von Stärke und Protein im Pansen wird bei höheren Passageraten reduziert und es gelangt mehr so genannte 'Bypass'- oder 'Durchfluss'-Stärke bzw. -Protein in den Dünndarm um dort durch körpereigene Enzyme verdaut zu werden. Somit ist bei Angaben zur Abbaubarkeit bzw. Beständigkeit von Stärke und Protein immer zu bedenken, dass es sich hier nicht um statische Werte, sondern um flexible Größen handelt, die nur für eine ganz bestimmte Verweildauer im Pansen, d.h. Höhe der Futteraufnahme, gelten.

Neben dem Umfang des Abbaus wird auch die Menge an mikrobiell im Pansen synthetisiertem Protein durch die Passagerate durch die Vormägen beeinflusst. Zum einen wird der Umfang der mikrobiellen Proteinsynthese vermindert, da aufgrund der kürzeren Verweildauer im Pansen dort weniger Energie aus dem Abbau von Kohlenhydraten zur Verfügung steht, zum anderen wird aber die Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese (g Mikrobenprotein je kg im Pansen umgesetzter organischer Substanz) gesteigert, da neu gebildetes Mikrobenprotein schneller in den Dünndarm weiterfließt und dadurch das Risiko, dass es erneut mikrobiell abgebaut wird, reduziert ist.

6.1.3 Voraussetzungen für eine optimale Vormagenverdauung

Von maßgeblicher Bedeutung für hohe Futteraufnahmen, gesunde Tiere, geringe Umweltbelastung und eine effiziente Umwandlung von Futterinhaltsstoffen in tierische Produkte mit hoher Qualität ist eine optimale Funktion des 'Biotechnikums' Pansen. Hierfür ist neben einer ausreichenden Versorgung der Pansenmikroben mit Energie, Stickstoff und einer Reihe von Mineralstoffen, vor allem ein pH-Wert von möglichst über pH 6,0 erforderlich. Ein zu weites Absinken des pH-Wertes vermindert die Verdaulichkeit der Zellwandbestandteile und damit die Futteraufnahme, was zur Ketose führen kann. Gleichzeitig besteht die Gefahr einer Acidose, verbunden mit einer Pansenkeratose sowie einer Labmagenverlagerung. Auch die unerwünschte Bildung von Transfettsäuren ist bei niedrigen pH-Werten erhöht. Um dies zu vermeiden, ist neben einer Bereitstellung ausreichender Mengen an wiederkausalösenden **Strukturfuttermitteln** (6.3.4), vor allem darauf zu achten, dass nicht zu große Mengen an schnell fermentierbaren Kohlenhydraten (Zucker, Stärke) je Zeiteinheit in den Pansen gelangen. Erfordern hohe Leistungen hohe Krafftuttermittelgaben, so sollten diese in mehrere Teilgaben von nicht mehr als 3 kg je Mahlzeit aufgeteilt werden.

Neben der ausreichenden täglichen Versorgung der Pansenmikroben mit Energie und Nährstoffen, wird auch die so genannte **Synchronisation** des Rohprotein- und Kohlenhydratabbaus im Pansen als Voraussetzung für eine maximale Effizienz der mikrobiellen Umsetzungen diskutiert. Hierunter wird ein im Verlauf des Tages, möglichst zu jedem Zeitpunkt anzustrebendes Verhältnis von 25 g im Pansen verfügbarem Stickstoff je kg fermentierter organischer Substanz verstanden. Versuche zum Einfluss der Synchronisation auf die Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese oder die Leistung von Wiederkäuern führten jedoch bisher noch zu recht widersprüchlichen Ergebnissen.

6.1.4 Verdauung im Labmagen sowie Dünn- und Dickdarm

Vorwiegend sind es schwer abbaubare Faserbestandteile der pflanzlichen Nahrung und Mikrobenmasse, die die Vormägen verlassen und nach relativ kurzer Verweildauer im

Labmagen in den **Dünndarm** übertreten. Die einzelnen Abschnitte des Dünndarms werden relativ schnell passiert. Dabei steigt der im Labmagen bis auf pH 2 bis 3 durch die Sekretion von Salzsäure abgesenkte pH-Wert des Magen-Darminhaltes bis in den Neutralbereich (pH 7) an. Die dabei stattfindenden Verdauungsprozesse mit körpereigenen Enzymen entsprechen prinzipiell denjenigen beim Nichtwiederkäuer. Das bedeutet, dass in Labmagen und Dünndarm keine Faserbestandteile mehr abgebaut werden können. Zudem erreichen bei Wiederkäuern normalerweise erheblich weniger verdauliche **Kohlenhydrate** Labmagen und Dünndarm als bei Nichtwiederkäuern, da sie weitestgehend bereits im Pansen abgebaut werden. Anders sieht dies jedoch aus, wenn größere Anteile an Körnermais oder Sorghum (Milokorn) (soweit diese nicht dampferhitzt oder anderweitig aufgeschlossen wurden) zum Einsatz kommen. Bei Verfütterung dieser Getreidearten können je nach eingesetzter Menge bis über 2,5 kg Stärke je Tag in den Dünndarm eintreten, da ihre Abbaubarkeit im Pansen geringer ist. Allerdings sinkt die Stärkeverdaulichkeit im Dünndarm mit steigender Stärkemenge deutlich ab (Abb. 40), d.h. die Kapazität zur Stärkeverdauung im Dünndarm der Wiederkäuer ist begrenzt. Sobald jedoch die Stärke zu weniger als etwa 60 % im Dünndarm verdaut wird, bringt die Stärkeverdauung im Dünndarm gegenüber der Fermentation im Pansen energetisch keinen Vorteil mehr. Sie wird dann, trotz der Verluste über Methan und Wärme, die mit der Fermentation im Pansen verbunden sind, zunehmend ineffizienter. Der Grenzwert, bei dem eine Dünndarmverdaulichkeit von 60 % unterschritten wird liegt bei etwa 1,5 kg `Bypass`- bzw. `pansenstabiler`- Stärke. Hierbei ist zusätzlich zu bedenken, dass mit steigender Futteraufnahme bei höherer Leistung, d.h. mit steigender Passagerate, der Anteil an im Pansen unabgebauter Stärke zunimmt.

Scheinbare Verdaulichkeit im Dünndarm (%)

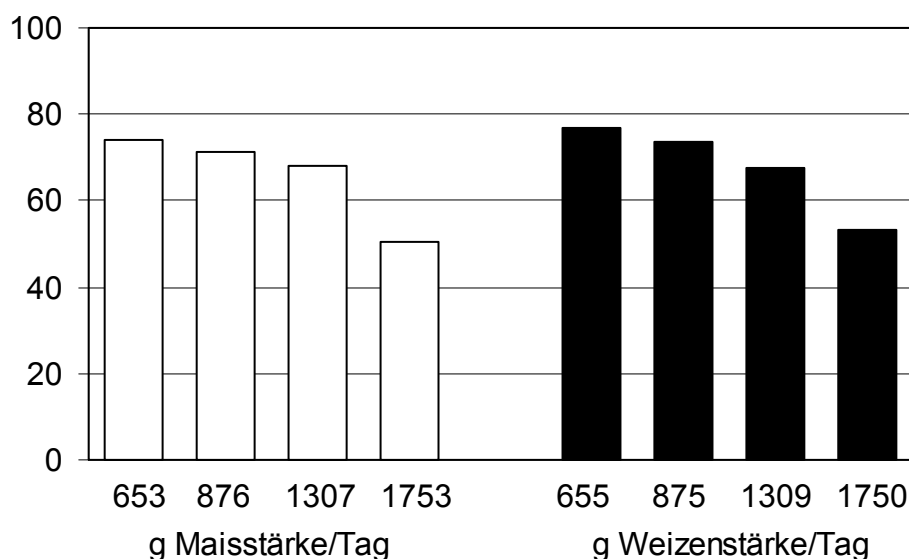


Abb. 40: Scheinbare Verdaulichkeit von in den Dünndarm verabreichter Stärke im Dünndarm (Matthé et al., 2001)

In der begrenzten Dünndarmverdauung von Stärke dürfte auch die Ursache für die positiven Ergebnisse bei Verfütterung von technisch aufgeschlossenem (Dampfbehandlung) Mais bzw. Sorghum in der Milchviehfütterung in Amerika liegen, wo große Mengen dieser Getreide zum Einsatz kommen. Die Behandlung erhöht die Abbaubarkeit der Stärke im Pansen und reduziert somit die Menge am Dünndarm.

Somit stehen den Vorteilen eines begrenzten Stärkeabbaus im Pansen wie stabilerem pH-Wert (verbunden mit geringeren Gefahren für die Tiergesundheit, höherer Futteraufnahme durch höheren Zellwandabbau), geringeren Fermentationsverlusten sowie geringeren Ansprüchen an die Glukoseneubildung in der Leber, Nachteile gegenüber, die sich aus der

reduzierten Verfügbarkeit an Energie für die mikrobielle Proteinsynthese und der begrenzten Kapazität zur Stärkeverdauung im Dünndarm ergeben.

Bei den **Proteinen**, die den Labmagen erreichen, handelt es sich überwiegend um Mikrobenprotein, das somit auch maßgeblich das Aminosäuremuster des am Darm **nutzbaren Rohproteins** (nXP) bestimmt. Hinzu kommen im Pansen nicht abgebautes Futterprotein ('Bypass'-, 'geschütztes-', 'pansenstabiles-' oder 'Durchfluss'- Protein, UDP), Proteine aus abgestorbenen Epithelzellen und endogenen Sekreten. Die Verdauung erfolgt ebenso wie beim Nichtwiederkäuer, indem die Proteine im Dünndarm in Aminosäuren gespalten und anschließend absorbiert werden. Um die Proteinmenge am Dünndarm zu steigern wird häufig der Einsatz so genannter 'geschützter' oder 'pansenstabiler' Proteine empfohlen. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass nicht gleichzeitig die Proteinverdauung im Dünndarm reduziert wird. Sowohl eine zu starke Erhitzung der Futtermittel als auch eine Behandlung mit zu hohen Konzentrationen an Formaldehyd mit dem Ziel die Abbaubarkeit im Pansen zu vermindern, können dazu führen, dass sich Komplexe bilden, die auch im sauren Labmagen-Dünndarm-Bereich nicht mehr gelöst werden können.

Von den mit dem Futter verabreichten **Fetten** erreichen, aufgrund der Aktivität der Vormagenmikroben vorwiegend bereits freie gesättigte langkettige Fettsäuren den Dünndarm. Die Fettverdauung durch die Enzyme der Bauchspeicheldrüse beschränkt sich deshalb (soweit nicht, um die Pansenfermentation zu umgehen, 'geschützte' Fette eingesetzt wurden) im Wesentlichen auf Mikrobenfett. Eine wichtige Rolle beim enzymatischen Abbau der Fette und bei der Absorption der Fettsäuren im Dünndarm spielen die Gallensäuren. Diese werden in der Leber gebildet und gelangen von dort zunächst in die Gallenblase und anschließend in den Dünndarm.

Neben Glucose, Aminosäuren und Fettsäuren werden im Dünndarm auch die Vitamine und die nicht bereits im Pansen absorbierten verfügbaren Mineralstoffe absorbiert.

Die nicht in den Vormägen bzw. im Dünndarm verdauten Nährstoffe erreichen den **Dickdarm** und unterliegen dort erneut einer mikrobiellen Verdauung. Auch der Dickdarm der Wiederkäuer weist eine relativ dichte (10^{10} bis 10^{12} Keime/g Dickdarminhalt) Besiedlung mit Bakterien auf, die der im Pansen ähnelt. Protozoen kommen allerdings nur selten vor. Prinzipiell finden die gleichen Prozesse statt wie im Pansen. Auch die im Dickdarm gebildeten flüchtigen Fettsäuren können absorbiert werden und zur Energieversorgung der Tiere beitragen. Ebenso kann der beim Proteinabbau freigesetzte Ammoniak absorbiert und im Falle eines Stickstoffmangels im Pansen oder Dickdarm in diese rezirkuliert werden. Ohne Nutzen für das Tier ist jedoch das im Dickdarm synthetisierte Mikrobenprotein, da es nicht mehr verdaut werden kann. Ob im Dickdarm gebildete Vitamine für das Tier von Bedeutung sein können, ist ebenfalls sehr fragwürdig.

Erreichen zu große Mengen an Stärke, die im Dünndarm nicht mehr verdaut werden konnten, den Dickdarm, so reduziert dies nicht nur die energetische Effizienz der Stärkenutzung, sondern kann möglicherweise auch zur Vermehrung unerwünschter säure-resistenter Bakterien (z.B. E.coli) im Dickdarm beitragen, die als Krankheitserreger im Humanbereich diskutiert werden.

6.1.5 Intermediärstoffwechsel

Für die praktische Tierernährung sind insbesondere zwei Aspekte, die den Intermediärstoffwechsel betreffen, von Bedeutung. Erstens die **Nutzung von Energiereserven** (Körperfett) bei mangelnder Energieversorgung (Futteraufnahme) und zweitens die **Glukoseubildung** (Glukoneogenese). Da beides insbesondere zur Zeit der Hochlaktation eng miteinander verknüpft ist, soll hier auch beides gemeinsam kurz angesprochen werden.

Bei einer täglichen Milchleistung von 50 kg sezerniert eine Milchkuh etwa 6 kg organische Substanz. Besondere Anforderungen werden dabei an die Leber und die Milchdrüse gestellt. Zur Synthese von 1 kg Milch müssen etwa 500 Liter Blut durch die Milchdrüse strömen. Bei 50 kg Milch sind das etwa 25 Tonnen Blut je Tag (2.1.2). Bezüglich der Nährstoff-

bereitstellung kann die Glukose als erstlimitierender Nährstoff bei der Hochleistungskuh angesehen werden. Die größte Glukosemenge wird für die Bildung von Milchzucker benötigt. Der geschätzte Glukosebedarf einer Kuh mit 50 kg Milch beläuft sich auf etwa 3,6 kg je Tag (1,5 x mit der Milch ausgeschiedene Menge an Laktose). Da die Glukose-liefernden Nährstoffe (Stärke, Zucker) jedoch weitgehend im Pansen zu flüchtigen Fettsäuren abgebaut werden und die Stärkeverdauung und damit Glukoseabsorption, im Dünndarm begrenzt ist, kommt der Glukoseneubildung bei der Hochleistungskuh erstrangige Bedeutung zu. Sie erfolgt weitgehend (zu etwa 80 %) in der Leber, insbesondere aus flüchtigen Fettsäuren (vor allem Propionsäure), Milchsäure, Glycerin und einigen Aminosäuren. Dabei konkurriert die Glukoseneubildung mit anderen Stoffwechselprozessen um das Oxalacetat als Ausgangssubstanz. Dies ist insbesondere zu Laktationsbeginn von Bedeutung, wenn sich die Kuh aufgrund mangelnder Futtermittel im Energiedefizit befindet und deshalb Energiereserven, d.h. Fettreserven, abgebaut werden müssen. Beim Abbau von Körperfett entstehen dann große Mengen an Fettsäuren, die in der Leber abgebaut werden. Für die vollständige Verstoffwechslung ist jedoch Oxalacetat erforderlich. Wird dies aber gleichzeitig in größerem Umfang bei der Glukoseneubildung verbraucht, so entstehen beim Abbau der Fettsäuren steigende Mengen an Ketonkörpern, was nach Überschreiten eines Grenzwertes zur **Ketose** bei den Milchkühen führt.

6.2 Futtermittelkundliche Aspekte (G. Flachowsky)

Tiergesundheit, Leistungshöhe sowie Qualität und eventuelle Rückstände in Fleisch und Milch werden wesentlich von den eingesetzten Futtermitteln beeinflusst. Kenntnisse über die Zusammensetzung und den ernährungsphysiologischen Wert der Futtermittel sind demnach für den Landwirt von erstrangiger Bedeutung. Dieses Wissen kann aus entsprechenden Lehrbüchern bezogen werden. In den letzten Jahren (seit 1990) sind u.a. Beiträge zur Futtermittelkunde in den Büchern von Abel et al. (1995) und Jeroch et al. (1993, 1999) erschienen.

Die DLG-Futterwerttabellen für Rinder (DLG 1997) vermitteln einen sehr guten Überblick über die wichtigsten Futterinhaltsstoffe. In diesem Zusammenhang ist auch die Positivliste für Einzelfuttermittel (2005) zu erwähnen, die als Folge der BSE-Krise von einer vom Zentralausschuss der Deutschen Landwirtschaft berufenen Expertengruppe in den Jahren 2001/02 erarbeitet wurde, deren erste Fassung im Mai 2002 vorlag und die seitdem kontinuierlich vervollständigt wird. Die Positivliste hat nicht den Charakter eines Tabellenwerkes, sondern in ihr wird eine eindeutige Definition der Herkunft und der Eigenschaften der Einzelfuttermittel vorgenommen. Dabei werden die Verfahrenswege klar strukturiert beschrieben sowie die verwendeten Verarbeitungshilfsstoffe wie auch die Verarbeitungsprozesse und mögliche Risiken in einem Datenblatt offen gelegt (s. Petersen und Flachowsky 2004).

Nicht unerwähnt bleiben sollen auch die Aktivitäten internationaler Organisationen. Da es im Zusammenhang mit der Bereitstellung von Futtermitteln aus gentechnisch veränderten Pflanzen wiederholt Fragen und Diskussion über „Normalwerte“ gab und gibt, wurden im Auftrag der Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit (OECD) sogenannte Konsensus-Papiere erarbeitet, in denen die Eigenschaften wichtiger Futtermittel zusammengestellt sind. Gegenwärtig liegen derartige Consensus Documents für Sojabohnen, Mais, Weizen, Zuckerrüben, Kartoffeln und Raps vor. Durch das International Life Science Institute (ILSI 2003) wurde kürzlich ein umfangreiches Futtermitteltabellenwerk vorgestellt, in dem nahezu alle messbaren Inhaltsstoffe aufgelistet sind.

Tabellen über wichtige (z.B. NOVUS-Tabellen) oder ausgewählte Inhaltsstoffe (z.B. Aminosäuren, „Degussa“-Tabellen) wurden bzw. werden auch von verschiedenen Organisationen bzw. einzelnen Firmen erarbeitet. Trotz dieser und auch im Ausland vorliegender weiterer Lehrbücher und Tabellenwerke sind Analysen der im Betrieb eingesetzten Futtermittel, dabei vor allem der Grundfuttermittel, durch nichts zu ersetzen. Diese Feststellung ist umso zutreffender, je spezifischer die Futtermittel bzw. Futtererzeugungsbedingungen (z.B. Pflanzenstandort, Schnitzeitpunkt, Konservierungsart u.a.) sind.

6.2.1 Wichtige Futterinhaltsstoffe

Abgesehen von Milch und Milchprodukten in der Kälberernährung werden an Rinder ausschließlich Futtermittel pflanzlicher Herkunft verfüttert. Die Inhaltsstoffe dieser Futtermittel können in Zellinhalt und Zellwandbestandteile unterteilt werden (Tab. 45).

Tab. 45: Wichtige Inhaltsstoffe von Futtermitteln, unterteilt in Zellinhalt- und Zellwandbestandteile

Zellinhalt	Zellwände
Zucker	Pektin
Stärke	Hemizellulose
Proteine (Aminosäuren)	Zellulose
Fette (Fettsäuren)	Lignin
Mengen- und Spurenelemente	
Vitamine	

Bei der Futtermittelanalyse werden die verschiedenen Nährstoffe zu Fraktionen zusammengefasst (z.B. Weender Analyse) oder im Rahmen von Detailanalysen als Einzelnährstoff bestimmt (Tab. 46).

Tab. 46: Komponenten der Weender Roh Nährstoffanalyse und wichtige Nährstoffe

Hauptkomponenten	Rohasche	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe
Wichtige Nährstoffe	Mengenelemente (Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S)	Nicht-Protein-Stickstoff (NPN)	Fettsäuren (z.B. Stearin-, Öl-, Linol-, Linolensäure)	(Pektin) Zellulose	Zucker Stärke
				Hemizellulose	(Pektin)
	Spurenelemente	Echte Proteine		Lignin	
	(Cu, Fe, J, Mn, Se, Zn u.a.)	Aminosäuren	Fettlösliche Vitamine		Wasserlösliche Vitamine
		(z.B. Lysin, Methionin, Threonin, Tryptophan)	(z.B. Vitamine A, D, E, β -Karotin)		

Bei der Weender Analyse werden die Trockensubstanz (T) sowie die Gehalte an Rohasche, Rohprotein ($N \times 6,25$), Rohfett und Rohfaser nach einem vorgegebenen Analysenverfahren bestimmt. Die Gehalte an Wasser ($100-T$) und Stickstoff-freien Extraktstoffen (NfE) werden rechnerisch ermittelt [$100-(\text{Rohasche} + \text{Rohprotein} + \text{Rohfett} + \text{Rohfaser})$]. Der Gehalt an organischer Substanz wird als Differenz ($100 - \text{Rohasche}$) errechnet. In der Rohfaser- sowie der NfE-Fraktion werden relativ heterogene Nährstofffraktionen zusammengefasst (Tab. 46). In verschiedenen Ländern wurde deshalb die Rohfaserfraktion durch die Bestimmung der Neutral-Detergenzien (NDF) und der Säure-Detergenzien Faser (ADF) ersetzt. Anstelle von NfE werden Stärke und Zucker bestimmt. NDF, ADF, Stärke und Zucker finden auch in Deutschland verstärkt Eingang in die Futtermittelanalytik. Außerdem werden zunehmend weitere Detailanalysen durchgeführt. Das trifft bei Futtermitteln für Rinder vor allem auf verschiedener Fettsäuren sowie auf Mengen- und Spurenelemente zu. In allen Futtermitteln, vor allem jedoch in Futtermitteln aus potenziellen „Risikogebieten“ (z.B. Überflutungsgebiete

von Flussauen, industriennahe Regionen) oder beim Einsatz von Nebenprodukten nach verschiedenen Verarbeitungsschritten (ZDL 2001, 2005) werden unerwünschte Inhaltsstoffe (wie z.B. Schwermetalle, Dioxine, aber auch Mykotoxine) bestimmt. Weitere Hinweise zu dieser Thematik können der Positivliste für Futtermittel entnommen werden.

6.2.2 Futterbewertung

Aus der Sicht der Tierernährung hängt die Leistung der Rinder vor allem von der Energie- und Nährstoffaufnahme ab. Damit die Futtermittel entsprechend bewertet werden können und der Einsatz der Futtermittel entsprechend dem Bedarf der Tiere vorgenommen werden kann, wurden verschiedene Futterbewertungssysteme entwickelt.

Energie: In Deutschland werden in der Rinderfütterung die Futtermittel auf der Basis der umsetzbaren Energie (ME; wachsende Rinder) bzw. der Nettoenergie-Laktation (NEL; Milchkühe) bewertet (Abb. 41).

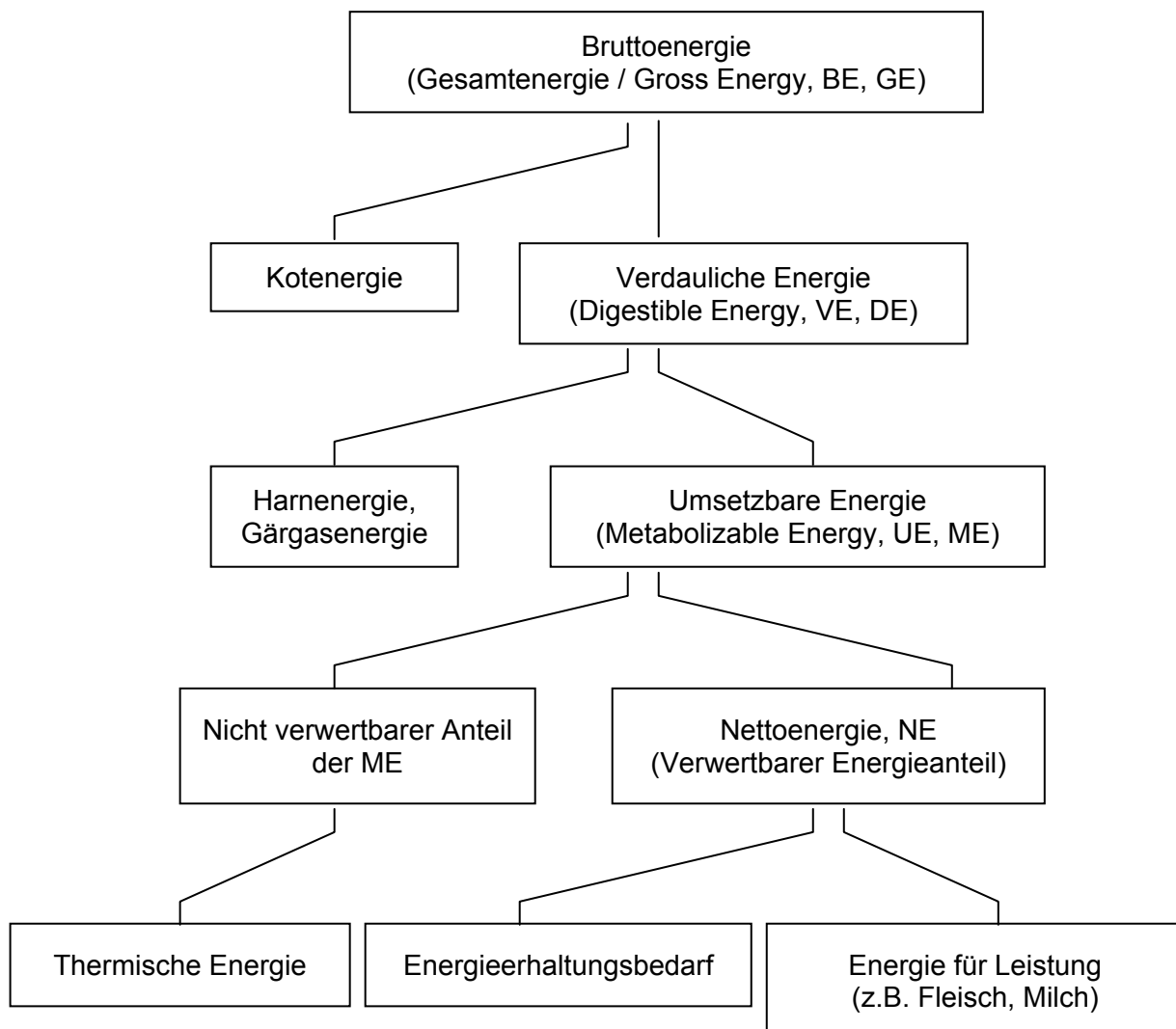


Abb. 41: Energetischer Abbau der Futtermittel im Tierkörper

Die Berechnung der Energiegehalte erfolgt anhand folgender Formeln aus den analysierten Rohnährstoffgehalten:

$$(I) \text{ GE (MJ)} = 0,0239 * \text{gXP} + 0,0398 * \text{gXL} + 0,0201 * \text{gXF} + 0,0175 * \text{gXX}$$

$$(II) \text{ ME (MJ)} = 0,0312 * \text{gDXL} + 0,0136 * \text{gDXF} + \\ 0147 * \text{g (DOM-DXL-DXF)} + 0,00234 * \text{gXP}$$

$$(III) \text{ (NEL (MJ))} = 0,6 * (1 + 0,004 * [q-57]) * \text{ME (MJ)}$$

$$\text{wobei } q = \text{ME/GE} * 100$$

Die unterschiedlichen Maßstäbe für wachsende und laktierende Rinder erfordern in Betrieben, in denen Jungrinder und Milchkühe gehalten werden, die Verwendung von zwei verschiedenen Energie-Bewertungsmaßstäben. Aus wissenschaftlicher Sicht ist dieses Vorgehen gerechtfertigt, da Nettoenergie-Gehalts- bzw. Bedarfsangaben für wachsende Rinder gegenwärtig nur unvollständig sind. Im Tabellenanhang wurden für ausgewählte Futtermittel ME- bzw. NEL-Gehaltsangaben zusammengestellt (10. Kapitel).

Protein: Der Proteingehalt der Futtermittel wird in Rohprotein (XP) und in nutzbarem Rohprotein (nXP) angegeben (Tabellenanhang). Der Rohproteingehalt wird bei der Weender Futtermittelanalyse ermittelt ($N \times 6,25$). Das nutzbare Rohprotein stellt die im Dünndarm verfügbare Proteinmenge dar und resultiert aus dem nicht im Pansen abgebauten Futterprotein und dem mikrobiell synthetisierten Protein. Werden nicht die tabellierten nXP-Werte verwendet, kann der nXP-Wert je kg T nach der folgenden Formel errechnet werden:

$$\text{nXP} = (11,93 - 6,82 [\text{UDP/XP}]) * \text{ME} + 1,03 * \text{UDP (GfE 2001)}$$

ME = Umsetzbare Energie in MJ je kg T

UDP = Unabbaubares Futterprotein in g/kg T (vgl. 10. Kapitel)

Neben dem Bedarf der Tiere an nXP am Dünndarm darf die ruminale N-Bilanz (RNB) nicht vernachlässigt werden. Sie errechnet sich aus $(\text{gXP} - \text{gnXP})/6,25$. Ein Mangel an im Pansen verfügbarem Stickstoff kann die Leistungen der Pansenmikroben einschließlich der mikrobiellen Proteinsynthese nachteilig beeinflussen. N-Überschüsse im Pansen können dagegen Tiergesundheit und Umwelt belasten. Bei der Rationsgestaltung ist eine möglichst ausgeglichene RNB anzustreben (GfE 2001). Angaben zum RNB-Gehalt der Futtermittel sind Tabellenanhang (10. Kapitel) zu entnehmen.

6.2.3 Grundfuttermittel

In dieser Gruppe werden Futtermittel zusammengefasst, die ganz (z. B. Gräser, Leguminosen, Stroh) oder überwiegend (z.B. Maissilage, Ganzpflanzensilagen) aus vegetativen Pflanzenbestandteilen (Blätter, Stängel) bestehen. Der hohe Zellwandgehalt (Rohfaser, NDF, ADF u.a.) und der relativ geringe Gehalt an Zellinhalt (Zucker, Stärke, Fett, z. T. auch Protein) stellen weitere Kriterien zur Charakterisierung dieser Futtermittelgruppe dar. Grundfuttermittel sind die Basis der Wiederkäuerrationen, da der Zellwandgehalt die Voraussetzung für das Wiederkauen der Tiere ist (Kap. 6.3.4) und Wiederkäuer infolge der mikrobiellen Besiedlung im Pansen in der Lage sind, diese Zellwandfraktionen abzubauen und energetisch zu nutzen (Abschnitt 6.1.2). Deshalb werden sie häufig auch als Strukturfuttermittel bzw. als Grob- und Raufuttermittel bezeichnet. Im Abschnitt „Praktische Fütterung“ wird auf die Bedeutung der „Struktur“ dieser Futtermittel bei der Rationsgestaltung eingegangen. Kennzahlen zum Futterwert sind dem Tabellenanhang (10. Kapitel) zu entnehmen.

Grünfutter: Grünfutter ist die ursprüngliche und hauptsächliche Futtergrundlage für Rinder und andere Wiederkäuer. Als Grünfuttermittel werden Gräser, Leguminosen, Zwischenfrüchte und andere grüne Futterpflanzen bezeichnet, die direkt auf der Weide verzehrt oder ganz bzw. zerkleinert (z.B. gehäckselt) an Rinder gefüttert werden. Etwa zwei Drittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche aller Kontinente sind Dauergrünland, auf dem überwiegend

ren Substanzen (z.B. Zucker und Stärke in Maissilage) und je höher die Umgebungstemperatur sind und je loser die Silage nach der Entnahme aus dem Silostapel gelagert wird. Daraus resultiert die Empfehlung, dass die Silage möglichst unverzüglich nach der Entnahme aus dem Silo in den Futtertrog gelangen sollte.

Während die Silierung eine Feuchtkonservierung ist, erfolgt bei der Erzeugung von Heu oder Trockengrün ein weitgehender Wasserentzug und dadurch eine Haltbarmachung. Bei der Bodentrocknung sind zur Einlagerung mindestens 80 % T notwendig, die bei der Lagerung in den ersten Wochen infolge von Fermentationsprozessen auf ~ 86 % ansteigt. Diese Feststellung trifft auch auf das an Bedeutung gewonnene Verfahren der Herstellung von Rundballen zu. Bei der Nutzung von Belüftungen werden Leguminosen (> 50 % T) und Gräser (> 60 % T) in angewelkter Form (Halbheu) in Bergeräume gebracht und dann belüftet. Dadurch treten im Vergleich zur Bodentrocknung geringere Nährstoffverluste, vor allem bei den blattreichen Leguminosen auf.

Die Heißlufttrocknung von Grünfütter ist ein sehr energieaufwendiges Verfahren. Bei der so genannten direkten Trocknung strömen die heißen Verbrennungsgase durch das feuchte Futter und bewirken eine Trocknung. Unter Berücksichtigung der Ereignisse der jüngsten Vergangenheit ist darauf zu achten, dass durch das Heizmaterial keine unerwünschten Inhaltsstoffe in das Trockengut gelangen (z.B. Fluor) bzw. keine Sekundärprozesse stattfinden (z.B. Dioxinbildung). Prinzipiell ist davon auszugehen, dass infolge der Nährstoffumsetzungen die aus Grünfütter hergestellten Konservate eine geringere Verdaulichkeit und einen niedrigeren Energiegehalt aufweisen als das Ausgangsmaterial (Tab. 48). Die Verluste sind um so geringer, je zügiger die Konservierung erfolgt und je besser die Futterpflanzen für das entsprechende Konservierungsverfahren geeignet sind.

Tab. 48: Einfluss der Konservierungsart auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz und den Energiegehalt von Luzerne und Wiesengras

Grünfütter bzw. Vegetationsstadium	Verdaulichkeit der organischen Substanz (%)			Nettoenergie Laktation (MJ NEL/kg T)		
	Frisch	Silage	Heu	Frisch	Silage	Heu
<u>Luzerne:</u>						
In Knospe	69	65	64	5,5	5,2	5,0
In Blüte	65	61	61	5,1	4,8	4,8
Ende Blüte	60	57	55	4,7	4,4	4,3
<u>Wiese, grasreich:</u>						
Vor Ährenschieben	80	74	70	6,9	6,6	5,7
Im Ährenschieben	75	73	66	6,3	6,3	5,4
In Blüte	72	71	63	5,6	5,6	5,1
Ende Blüte	68	69	60	5,3	5,3	4,8

Maissilage und Grassilagen, die meist als Anwelksilagen (1 bis 2 Tage Anwelken) bereitet werden, haben in Deutschland in der Rinderfütterung die größte Bedeutung erlangt. Andere Getreideganzpflanzensilagen und Silagen aus Leguminosen, vor allem Luzerne, werden nur lokal genutzt. Aus ernährungsphysiologischer Sicht (zügiger Abbau im Pansen bei hoher Futteraufnahme, Proteinlieferung) wäre bei Hochleistungskühen die Bereitstellung von Luzerne in Welksilagen oder Heu (2 bis 4 kg T je Tier und Tag) durchaus wünschenswert.

Sonstige Grundfuttermittel: Zur Gruppe der sonstigen Grundfuttermittel werden Getreidestroh und andere zellwandreiche Nebenprodukte, wie z.B. Leguminosen- und Rapsstroh, Ernterückstände des Gemüsebaues und Produkte der Forstwirtschaft (Laub, Zweige, Unterwuchs u.a.) zusammengefasst. Bedingt durch den hohen Zellwand- und Ligningehalt weisen diese Futtermittel meist eine niedrige Verdaulichkeit der organischen Substanz auf (<50 %) und haben kaum eine Einsatzberechtigung bei Hochleistungskühen (evtl. als Strukturlieferant). Bei extensiven Produktionsverfahren (z.B. Mutterkuhhaltung) und im ökologischen Landbau

werden verschiedene Futtermittel aus dieser Gruppe in größeren Mengen genutzt. Durch chemische (NH₃-Verbindungen, Alkalilaugen) und biologische Behandlungen (z.B. ligninabbauende Pilze) kann die Verdaulichkeit dieser zellwandreichen Futtermittel erhöht werden. Aus Kostengründen und auch infolge möglicher Umweltbelastungen haben derartige Verfahren jedoch gegenwärtig in Mitteleuropa keine Bedeutung.

6.2.4 Kraffuttermittel

Zur Gruppe der Kraffuttermittel werden Futtermittel gezählt, die sich durch hohe Anteile an Zellinhaltsstoffen, wie Zucker, Stärke, Protein und auch Fett sowie geringe Zellwandgehalte auszeichnen. Botanisch sind das vor allem generative Pflanzenbestandteile, wie z.B. Körner, Samen und Früchte, sowie Stängel und Wurzelmetamorphosen (z.B. Kartoffeln, Rüben). Nebenprodukte der Verarbeitungsindustrie (z.B. Kleien, Extraktionsschrote, Melasse u.a.) werden ebenfalls dieser Futtermittelgruppe zugeordnet.

Kraffuttermittel zeichnen sich durch eine hohe Verdaulichkeit und damit auch einen hohen Energiegehalt aus. Sie können sowohl durch mikrobiell gebildete Enzyme (im Pansen) als auch durch körpereigene Enzyme (überwiegend im Dünndarm) abgebaut werden. Aus energetischer Sicht ist ein Abbau mit körpereigenen Enzymen meist effektiver als der Abbau im Pansen, da dabei keine Methan- und Wärmeverluste auftreten. Diese Feststellung trifft vor allem auf die Kohlenhydrate zu. Der Kohlenhydratabbau im Pansen stellt andererseits eine wichtige Energiequelle für das mikrobielle Wachstum im Pansen dar und somit auch für die mikrobielle Protein- und Vitaminsynthese (Abb. 42). Der zügige Kohlenhydratabbau führt zur Bildung großer Mengen flüchtiger Fettsäuren (vor allem Essig- Propion- und Buttersäure) und damit zum pH-Wert-Abfall im Pansen (Abb. 42). Bei zu hohen Kraffuttergaben in der Zeiteinheit besteht damit die Gefahr einer Pansenacidose.

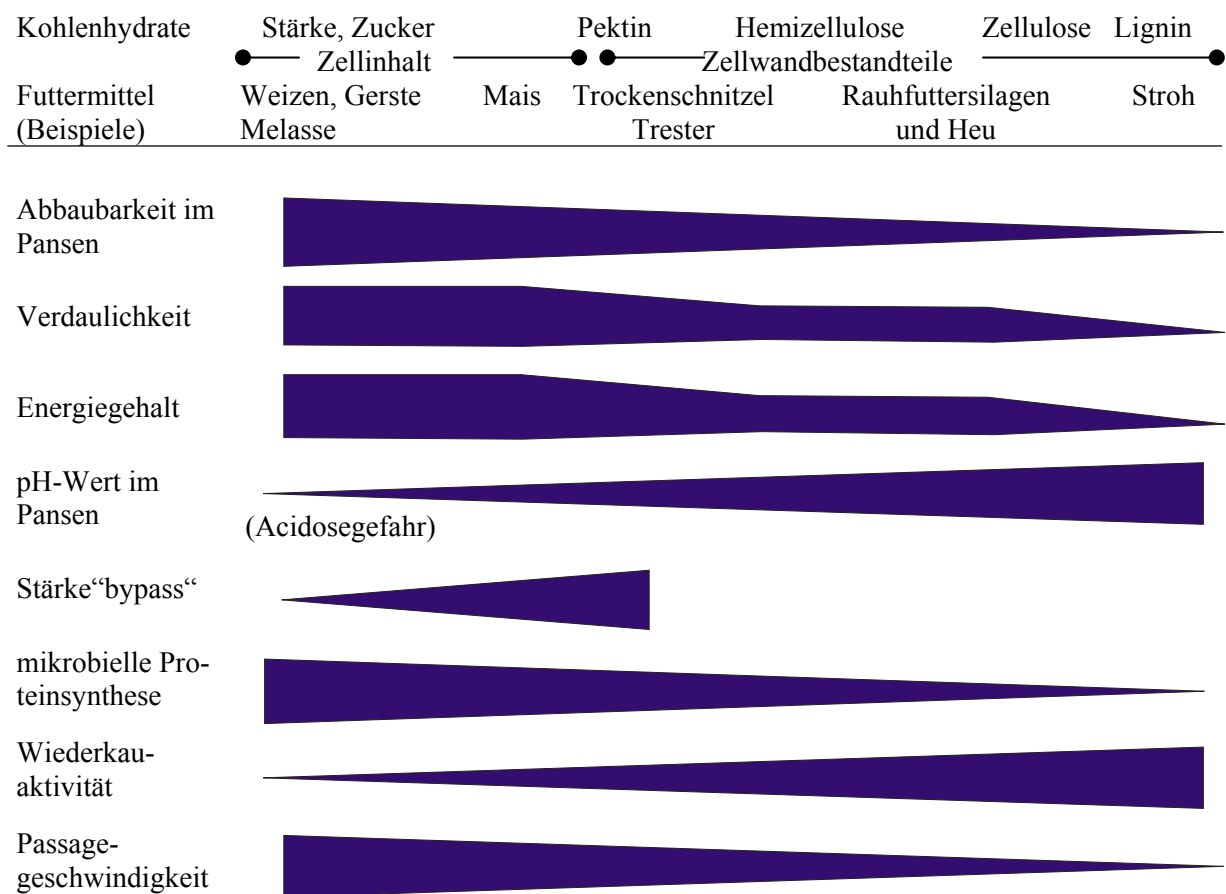


Abb. 42: Einfluss von Kohlenhydraten aus Zellinhalten und Zellwänden bzw. typischen Futtermitteln auf die Umsetzungen im Pansen

Körner und Samen: Getreide (Gerste, Hafer, Mais, Roggen, Weizen u.a.), Leguminosen (Ackerbohnen, Erbsen, Lupinen, Sojabohnen u.a.) und Kreuzblütler (Raps, Rübsen u.a.) sind die wichtigsten Pflanzengruppen, deren Körner und Samen bzw. deren Nebenprodukte als Futtermittel für Rinder genutzt werden.

Die Samen der drei Pflanzengruppen unterschieden sich vor allem im Stärke-, Protein- bzw. Fettgehalt. Getreidekörner sind deutlich stärkereicher als Samen von Leguminosen bzw. Ölsaaten. Diese Samen zeichnen sich vor allem durch höhere Protein- und Fettgehalte (vor allem Ölsaaten, Tab. 49 und Tabellenanhang 10) aus. Im Zellwandgehalt bestehen zwischen den verschiedenen Körnern und Samen ebenfalls erhebliche Unterschiede. Kleine (z.B. Raps) und spelzenreichere Körner und Samen (z.B. Gerste, Hafer, Sonnenblumen) sind deutlich zellwandreicher als größere Körner und Samen (z.B. Mais, Weizen, Tab. 49 und Tabellenanhang).

Neben Unterschieden im Gehalt an Hauptnährstoffen in den Samen und Körnern bestehen auch deutliche Unterschiede im Gehalt an unerwünschten Inhaltsstoffen. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass verschiedene Inhaltsstoffe, wie z.B. Phytat beim Nichtwiederkäuer erhebliche Bedeutung haben, jedoch im Pansen weitgehend abgebaut werden können und somit keine negativen Auswirkungen beim Rind zu erwarten sind.

Die organische Substanz der Körner und Samen wird beim Wiederkäuer überwiegend zwischen 80 und 90 % verdaut (Tab. 49), für einzelne Nährstoffe variiert die Verdaulichkeit in größerem Ausmaß. Bei der Zellwandverdaulichkeit bestehen keine wesentlichen Unterschiede zwischen Grund- und Kraftfuttermitteln.

Tab. 49: Ausgewählte Inhaltsstoffe, Verdaulichkeit und Energiegehalt von wichtigen Körnern und Samen

Pflanzenart	Inhaltsstoffe (g/kg T)				Verdaulichkeit der OS (%)	ME	NEL
	Rohprotein	Rohfett	NFE	Rohfaser		(MJ/kg T)	
<u>Getreide</u>							
Gerste	124	27	57	765	85	12,8	8,1
Mais	106	45	26	806	86	13,3	8,4
Weizen	138	20	29	794	89	13,4	8,5
<u>Leguminosen</u>							
Ackerbohnen	298	16	89	558	91	13,6	8,6
Erbsen	251	15	67	633	90	13,5	8,5
<u>Sonstige</u>							
Raps	227	444	75	209	74	17,6	10,8
Sojabohnen	398	203	62	283	86	15,9	9,9

Wurzeln und Knollen: Zucker (Rüben) und Stärke (Kartoffeln, Maniok) sind die wichtigsten Inhaltsstoffe (60 bis 70 % der T) von Wurzeln und Knollen.

Rüben sind deutlich zellwandreicher als Kartoffeln. Hauptkomponenten der Zellwände bei Rüben sind Pektine (Polymere der Galakturonsäure), die im Pansen deutlich langsamer abgebaut werden als Zucker und Stärke, aber zügiger als β -glykosidisch gebundene Zellwandbestandteile (Zellulose, Hemizellulose, Abb. 42).

Nebenprodukte der Verarbeitungsindustrie: Inhaltsstoffe und Verdaulichkeit bzw. Futterwert von Nebenprodukten der Verarbeitungsindustrie hängen u.a. ab von der

- Art der Ausgangsprodukte (Getreide, Ölsaaten, Rüben u.a.),

- Art und Menge des/der entzogenen Nährstoffe,
- Art der technologischen Aufbereitung.

Grundsätzlich ist einzuschätzen, dass in Abhängigkeit vom entzogenen Nährstoff die Konzentration der anderen Nährstoffe in dem als Futtermittel verfügbaren Nebenprodukt ansteigt. Beim Fettentzug (Ölentzug) aus Soja- oder Rapssamen steigt beispielsweise der Gehalt an Rohprotein, Rohasche, Zellwandbestandteilen und Stärke in den Nebenprodukten (Kuchen oder Expeller bzw. Extraktionsschrot, Abb. 43) an.

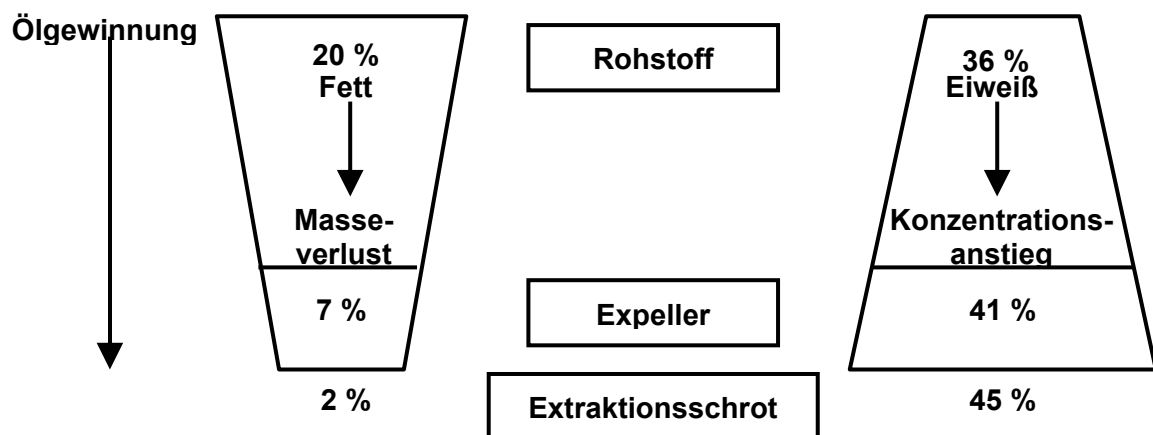


Abb. 43: Entzug von Fett aus der Sojabohne und Anreicherung von Eiweiß in Expellern und im Extraktionsschrot (Angaben in % je T)

Der Stärkeentzug (z.B. Brennereien, Brauereien, Stärkeindustrie) führt zu einem deutlichen Anstieg aller anderen Nährstoffe (Tabellenanhang 10, Vergleich von Schlempe, Treber, Kleber u.a. mit den entsprechenden Getreidearten). Nebenprodukte sind demnach wertvolle Protein- (z.B. Soja- und Rapsextraktionsschrot), aber auch Energiequellen für die Rinderfütterung. Der Gehalt an unerwünschten Inhaltsstoffen hängt ebenfalls vom Ausgangsmaterial ab und kann durchaus höher als in diesem sein, wenn im Rahmen der Behandlung kein Abbau oder keine Inaktivierung erfolgte. Bei feuchten Nebenprodukten (z.B. Birtreber, Schlempe) sind durch entsprechende Lagerung bzw. Konservierung Bedingungen zu schaffen, die einen Verderb verhindern.

Details zur Problematik der Nebenprodukte in der Tierernährung wurden sowohl in Lehrbüchern als auch in verschiedenen Tagungsbänden zusammengestellt, wie z.B. bei Flachowsky und Kamphues (1996) sowie Kamphues und Flachowsky (2001).

In der Positivliste für Futtermittel (ZDL 2001), die nach der BSE-Krise erarbeitet wurde, sind die Nebenprodukte aufgeführt, die in der Tierernährung eingesetzt werden dürfen. Dort nicht erwähnte Futtermittel dürfen nicht verfüttert werden.

Sonstige Kraftfuttermittel einschließlich Futtermittel tierischer Herkunft: Neben der breiten Palette von Nebenprodukten pflanzlicher Herkunft haben auch Futterfette pflanzlicher und tierischer Herkunft sowie verschiedene Futtermittel tierischer Herkunft Bedeutung für die Tierernährung. Von diesen Futtermitteln dürfen gegenwärtig (als Folge der BSE-Krise) Fette tierischer Herkunft sowie Produkte von Landtieren – außer Milch und deren Verarbeitungsprodukte – nicht verfüttert werden. Sowohl bei diesen Substanzen (z.B. Tiermehl, Fleisch- und Knochenmehl) als auch bei Fischmehl handelt es sich um ernährungsphysiologisch hochwertige Futtermittel (hoher Proteingehalt mit vielen essentiellen Aminosäuren, reich an Phosphor u.a. Mineralstoffen) für die Nichtwiederkäuerernährung (Rodehutsord et al. 2002). In Deutschland erfolgte auch vor dem Fütterungsverbot keine Verfütterung von Tiermehl an Rinder.

Kolostralmilch, Vollmilch, Magermilch und andere Nebenprodukte der Milchverarbeitung, die in Milchaustauscherfuttermitteln eingesetzt werden, haben erstrangige Bedeutung für die Kälberernährung (Abschnitt 6.4). Zusammensetzung und Futterwert der Nebenprodukte der Milchverarbeitung hängen vom Entzug der verschiedenen Nährstoffe (z.B. Fett, Protein oder Laktose) ab.

Fette sind die energiereichsten Futtermittel (bis 40 MJ Bruttoenergie je kg; 1 kg Futterfett entspricht energetisch 2 bis 2,5 kg Getreide), die für die Tierernährung bereitstehen. Neben Milchaustauscher kommen pflanzliche Fette vor allem als Energiequelle in Rationen von Hochleistungskühen zum Einsatz. So genannte geschützte Fette (kein wesentlicher Einfluss auf Umsetzungen im Pansen) können durchaus in Mengen zum Einsatz kommen, die den Gesamtfettgehalt der Ration bis auf 8 % der T ansteigen lassen. Bei ungeschützten Fetten sollte der Gesamtfettgehalt der Ration 5 % der T nicht übersteigen.

Futtermittel aus gentechnisch veränderten Pflanzen (GvP): Der weltweit ansteigende Anbau von GvP (2005: \approx 100 Mio ha), vor allem von Sojabohnen, Mais, Raps und Baumwolle führte dazu, dass immer mehr Futtermittel oder Nebenprodukte aus solchen Pflanzen auf den Markt und damit auch in Deutschland in der Tierernährung zum Einsatz kommen. Bei den GvP handelt es sich nahezu ausschließlich um GvP der sog. 1. Generation. Bei diesen Pflanzen wurde u.a. die Widerstandsfähigkeit gegen Pflanzenschutzmittel und/oder Insekten erhöht; es erfolgte keine Veränderung wichtiger Inhaltsstoffe. Das Prinzip der substantziellen Äquivalenz, das besagt, dass sich diese Pflanzen in ihren Inhaltsstoffen und ernährungsphysiologisch nicht wesentlich von ihren isogenen Ausgangslinien unterscheiden, gelangt dabei zur Anwendung. Gegenwärtig liegen über 100 ernährungsphysiologische Studien vor, in denen Futtermittel aus GvP mit denen aus isogenen Ausgangslinien bei verschiedenen Tierarten/-kategorien verglichen wurden. In diesen Versuchen konnten keine nicht erklärbaren Unterschiede bezüglich Tiergesundheit, Leistung und Produktqualität ermittelt werden (Flachowsky 2004, Flachowsky et. al. 2005). Es gibt auch keine Hinweise, dass sich die transgene DNA und die neu ausgeprägten Proteine (Novel Protein) bei der Futteraufbereitung und im Verdauungstrakt der Tiere anders verhalten als herkömmliche DNA bzw. Proteine. GvP der 2. Generation, bei denen bewusst Einfluss auf Inhaltsstoffe genommen wird (z.B. Erhöhung des Gehaltes an erwünschten Stoffen, wie z.B. Aminosäuren, bestimmte Fettsäuren, Vitamine, Mineralstoffe u.a. bzw. Reduzierung des Gehaltes an unerwünschten Stoffen), werden gegenwärtig kaum angebaut und stehen demnach auch noch nicht als Futtermittel zur Verfügung. In der Zukunft ist jedoch ein verstärkter Anbau derartiger Pflanzen zu erwarten, so dass entsprechende Studien zu dieser Thematik erforderlich sind.

6.2.5 Futterzusatzstoffe

Als Futterzusatzstoffe werden Futterbestandteile bezeichnet, die in kleinen Mengen der Futtermischung bzw. -ration zugesetzt werden, um den Bedarf an den jeweiligen Nährstoffen zu decken bzw. die Ration zu ergänzen (lebensnotwendige oder essentielle Zusatzstoffe) oder um gewisse Sonderwirkungen (z.B. erhöhte Futteraufnahme oder Verdaulichkeit; nicht-essentielle Zusatzstoffe) auszulösen. Für die Rinderfütterung haben die in Tabelle 50 zusammengestellten Zusatzstoffe gegenwärtig praktische Bedeutung.

Neben den aufgeführten Stoffgruppen bzw. Stoffen werden bzw. wurden weitere Substanzen in der Rinderfütterung eingesetzt. Die Verwendung von Antibiotika (z.B. Monensin in der Mastrinderfütterung) war EU-weit bis zum Jahre 2005 gestattet. Der Einsatz von sogenannten Stoffwechsel-Beeinflussern (Metabolic Modifiers), wie Sexualhormone (Anabolic implants), β -Agonisten (β -adrenergic agonists) oder Wachstumshormonen (bST) ist EU-weit nicht erlaubt, wird aber in anderen Ländern in unterschiedlichem Umfang praktiziert (z.B. erhalten in den USA 90% der Mastrinder anabolische Implantate und 25% der Milchkühe Wachstumshormone). Auf diese Stoffgruppen wird deshalb nicht eingegangen.

Der Einsatz von Enzymen (z.B. Nicht-Stärke-Polysaccharid-spaltende Enzyme), Kräutern bzw. -extrakten und ätherischen Ölen sowie anderen nicht-essentiellen Zusatzstoffen in der

Rinder- und dabei vor allem in der Fütterung von Hochleistungskühen wird gegenwärtig kontrovers diskutiert. Für verbindliche Einsatzempfehlungen sind weitere Studien notwendig, die das Umfeld für eine erfolgreiche Nutzung klar definieren.

Tab.50: In der Rinderernährung zum Einsatz kommende Zusatzstoffe

Essentielle Zusatzstoffe	Nicht-essentielle Zusatzstoffe
Mengenelemente (Ca, P, Mg, Na) ¹⁾	Probiotika (Milchsäurebakterien, Hefen)
Spurenelemente (Cu, J, Mn, Se, Zn)	Organische Säuren
Vitamine (A, D, E, β -Carotin, für Kälber auch B-Vitamine)	Pansenpuffer (z.B. NaHCO ₃ , bei krafftuttreicher Milchkuhfütterung)
Aminosäuren (vor allem Milchkühe, pansenstabilisiertes Lysin, Methionin)	Emulgatoren (zur Lösung von Fetten in Milchaustauschern)

¹⁾ Futtermittelrechtlich werden Mengenelemente gegenwärtig nicht zu den Zusatzstoffen gezählt, sondern als Einzelfuttermittel betrachtet.

6.2.6 Mischfuttermittel

Als Mischfuttermittel werden Futtermittel bezeichnet, die mittels homogener Vermischung von Einzelkomponenten erzeugt werden. Mischfuttermittel können als Alleinfuttermittel (alleinige Futterquelle), wie z.B. für Geflügel und Schweine, oder als Ergänzungsfuttermittel zu entsprechenden Grundfuttermitteln bereitgestellt werden. In der frühen Phase der Kälberaufzucht können Milchaustauscher ein Alleinfuttermittel für die Kälber darstellen.

In der Rinderfütterung kommt es meist darauf an, das jeweilige Grundfutter (Gräser bzw. daraus hergestellte Konservate, Maissilage u.a.) optimal mit Energie und entsprechenden Nährstoffen zu ergänzen (Abschnitt 6.3.5). Mischfuttermittel für Rinder enthalten neben Getreide vor allem Nebenprodukte der Verarbeitungsindustrie (z.B. Extraktionsschrote als Proteinquellen, Nebenprodukte der Getreideverarbeitung, der Zuckerindustrie als Energiequelle u.a.) sowie verschiedene Zusatzstoffe (Mengen- und Spurenelemente, Vitamine, Aminosäuren, nicht essentielle Zusatzstoffe). Die Mischfuttermittel können in Krafftuttermischwerken oder als hofeigene Futtermischungen hergestellt werden.

6.2.7 Mineralfutter

Mineralfuttermittel können neben Mengen- und Spurenelementen auch Vitamine und sonstige Zusatzstoffe enthalten. Sie werden u.a. hofeigenen Mischungen zugesetzt, um deren Gehalt an essentiellen Futterbestandteilen zu erhöhen. Mineralfutter dienen in Abhängigkeit von Menge und Zusammensetzung der Grundfuttermittel und des Mischfutters der Ergänzung von Rinderrationen.

6.3 Fütterung der Milchkühe (U. Meyer)

Eine entscheidende Voraussetzung für die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit von Milchkühen ist deren ausreichende Versorgung mit Energie und Nährstoffen. Die Kenntnis über die entsprechenden Anforderungen der Tiere ist die Basis für eine effektive Rationsgestaltung. Im Folgenden werden die Versorgungsempfehlungen für Milchkühe in kurzer Form dargestellt und Hinweise zur Rationsgestaltung gegeben.

6.3.1 Energie- und Nährstoffbedarf

Energiebedarf: Der Energiebedarf der Milchkühe wird in Deutschland, wie auch in mehreren anderen europäischen Ländern und den USA auf Basis der Nettoenergie ermittelt (vgl. 6.2.2). Beim System der Nettoenergie-Laktation (NEL) wird als Maßeinheit die Energiegröße

Megajoule (MJ) genutzt. Der Energiebedarf von Milchkühen setzt sich aus den jeweils erforderlichen Anteilen für die Erhaltung, die Milchbildung und ggf. auch für die Lebendmassezunahme und den Energieansatz für das Wachstum von Fetus und weiterem Gewebe im Verlauf der Trächtigkeit zusammen.

Der Erhaltungsbedarf (bei einer ausgeglichenen Energiebilanz) setzt sich für die Haltung im thermoneutralen Bereich aus dem Grundumsatz zuzüglich dem Energiebedarf für Futteraufnahme, Verdauung und leichte Muskeltätigkeit zusammen. Er wird auf die metabolische Lebendmasse ($LM^{0,75}$) bezogen und durch Verwendung nachfolgender Gleichung ermittelt:

$$\text{Erhaltungsbedarf (MJ NEL/Tag)} = 0,293 LM^{0,75}$$

Der Erhaltungsbedarf für Milchkühe mit Lebendmassen im Bereich von 500 bis 800 kg ist in Tab. 51 dargestellt.

Tab. 51: Erhaltungsbedarf für Tiere mit unterschiedlicher Lebendmasse (GfE 2001)

Lebendmasse (kg)	Erhaltungsbedarf (MJ NEL/Tag)
500	31,0
550	33,3
600	35,5
650	37,7
700	39,9
750	42,0
800	44,1

Der Energiebedarf für die Milchbildung wird vom Energiegehalt der Milch bestimmt, wobei 1 kg einer „Standardmilch“ mit 4,0 % Fett 3,15 MJ Energie enthalten. Der Energiegehalt von Milch mit abweichenden Fettgehalten kann vereinfacht aus dem Fettgehalt nach folgender Gleichung berechnet werden (GfE 2001):

$$\text{Energiegehalt Milch (MJ/kg)} = 0,41 \times \% \text{ Fett} + 1,51$$

Bei der Festlegung der Empfehlung zur Energieversorgung für die Milchbildung werden weiterhin Energieverluste berücksichtigt, die mit steigender Milchleistung und damit zunehmendem Ernährungsniveau durch einen Rückgang der Verdaulichkeit der Energie auftreten. Der Ausschuss für Bedarfsnormen (GfE 2001) hat in diesem Zusammenhang die generelle Anwendung eines Zuschlages von 0,1 MJ NEL/kg erzeugte Milch vorgesehen. Hieraus ergeben sich die in Tab. 52 dargestellten Versorgungsempfehlungen für Milch mit einem Proteingehalt von 3,4 % und unterschiedlichem Fettgehalt.

Tab. 52: NEL-Bedarf für Milchbildung bei einem Proteingehalt von 3,4 % (GfE 2001)

Fettgehalt der Milch (%)	Energiegehalt der Milch (MJ/kg)	Bedarf an NEL (MJ/kg Milch)
3,0	2,8	2,9
3,5	3,0	3,1
4,0	3,2	3,3
4,5	3,4	3,5
5,0	3,6	3,6

Im Verlauf der Trächtigkeit steigt der Energieansatz in den Konzeptionsprodukten exponentiell an. Für die Zeit des Trockenstehens in den letzten 6 Wochen vor der Kalbung wird deshalb über den Erhaltungsbedarf hinaus ein zusätzlicher Energiebedarf für die Entwicklung von Fetus und Milchdrüse ausgewiesen (Tab. 53). Dieser zusätzliche Bedarf bzw. die daraus resultierenden Konsequenzen für die praktische Fütterung sind auch für die hochtragende Färse zutreffend. Weiterhin wird empfohlen, stark abgemolkenen Kühen mit schwacher Körperkondition für jedes kg angestrebte Lebendmassezunahme mit zusätzlich 25,5 MJ NEL zu versorgen.

Tab. 53: Zusätzlicher Bedarf an Energie für die letzten Wochen vor dem Kalben (GfE 2001)

Wochen vor dem Kalben	Zusätzlicher Bedarf (MJ NEL/Tag)
6. bis 4. Woche vor dem Kalben	13
3. Woche bis zum Kalben	18

Proteinbedarf: Da beim Wiederkäuer das scheinbar verdaute Rohprotein aufgrund der vielschichtigen Stickstoff-Umsetzungen im Verdauungstrakt keine verlässlichen Angaben über das im Dünndarm nutzbare Protein gestattet, hat der Ausschuss für Bedarfsnormen schon 1986 für Milchkühe eine Alternative erarbeitet. Das dem gegenwärtigen Kenntnisstand angepasste Modell (GfE 2001) wird nachfolgend vereinfacht beschrieben.

Der Nettoproteinbedarf der Milchkuh, bestehend aus endogenen Verlusten (Harn, Kot), Oberflächenverlusten (Haut und Haare), dem mit der Milch ausgeschiedenen Protein sowie bei wachsenden Tieren dem Proteinansatz, ist Grundlage für die Ermittlung der am Anfang des Dünndarms notwendigen Menge an nutzbarem Rohprotein (nXP).

Der endogene Harn-Stickstoff (UN_e), der endogene Kot-Stickstoff (FN_e) und die Oberflächenverluste an Stickstoff (VN) werden anhand folgender Gleichungen berechnet:

$$UN_e \text{ (g/Tag)} = 5,9206 \log LM - 6,76$$

$$FN_e \text{ (g/Tag)} = 2,19 \text{ kg Trockenmasseaufnahme}$$

$$VN \text{ (g/Tag)} = 0,018 LM^{0,75}$$

Der Abbau von Körperprotein bleibt bei der Ermittlung des Bedarfs unberücksichtigt.

Zur Kalkulation des Bedarfs an nutzbarem Rohprotein am Duodenum müssen die Verwertung des absorbierten nutzbaren Aminosäurenstickstoffs, die Absorbierbarkeit des nutzbaren Aminosäurenstickstoffs und der Anteil des Aminosäurenstickstoffs am Nicht-Ammoniak-Stickstoff am Duodenum bekannt sein. Von der GfE (2001) wurden eine Verwertung des absorbierten nutzbaren Aminosäurenstickstoffs von 75 %, eine Absorbierbarkeit des nutzbaren Aminosäurenstickstoffs von 85 % und ein Anteil des Aminosäurenstickstoffs am Nicht-

Ammoniak-Stickstoff am Duodenum von 73 % angenommen. Somit errechnet sich der Bedarf an nutzbarem Rohprotein am Duodenum durch Multiplikation mit den entsprechenden Faktoren:

Bedarf an nutzbarem Rohprotein am Duodenum

= Nettobedarf x 1,33 x 1,18 x 1,37

= Nettobedarf x 2,1

Für Milchkühe mit einer Lebendmasse von 650 kg sind in Tab. 54 für unterschiedliche Milchleistungen (mit 3,4 % Protein) Bedarfswerte an nutzbarem Rohprotein angegeben. Anzumerken ist, dass der Erhaltungsbedarf bei Tieren gleicher Lebendmasse in Abhängigkeit von der Trockenmasseaufnahme variiert.

Tab. 54: Bedarf an nutzbarem Rohprotein am Duodenum in Abhängigkeit von der Leistung bei Milchkühen mit 650 kg LM (GfE 2001)

Milchleistung (kg/Tag)	Aufnahme		Nettobedarf (g Aminosäuren-N x 6,25/Tag)			Bedarf (g/Tag) nutzbares Rohprotein
	IT (kg/Tag)	ME (MJ/Tag)	Erhaltung	Leistung	Gesamt	
15	14,5	145	275	510	785	1650
20	16,0	170	295	680	975	2050
25	18,0	195	323	850	1173	2460
30	20,0	220	350	1020	1370	2880
35	21,5	240	371	1190	1561	3280
40	23,0	265	391	1360	1751	3680
45	24,5	290	412	1530	1942	4080
50	26,0	315	432	1700	2132	4480

Die Summe der mit dem Futter aufgenommenen Mengen an nutzbarem Rohprotein ist dem kalkulierten Bedarf gegenüberzustellen. Die Menge an nutzbarem Rohprotein am Duodenum setzt sich aus dem im Pansen gebildeten Mikrobenprotein und dem im Pansen nicht abgebauten Futterrohprotein (UDP) zusammen. Die Menge an nutzbarem Rohprotein wird mit Hilfe von Regressionsgleichungen ermittelt und für jedes Futtermittel ausgewiesen (vgl. Tabellenanhang 10).

Abgesehen vom Bedarf der Milchkühe an nutzbarem Rohprotein ist die ruminale Stickstoff-Bilanz (RNB) zu beachten. Anzustreben ist durch die Auswahl geeigneter Futtermittel mit positiver und negativer RNB (vgl. Tabellenanhang 10) für die Gesamtration eine möglichst ausgeglichene Bilanz, da ein die potenzielle rezirkulierbare Menge von 0,3 g N/MJ ME übersteigender Mangel an im Pansen verfügbarem Stickstoff zu einer Beeinträchtigung der Pansenfermentation verbunden mit verminderter mikrobieller Proteinsynthese führt. Eine zu hohe RNB verursacht dagegen Belastungen für das Tier und die Umwelt.

Zur Abschätzung der Proteinversorgung in der Fütterungspraxis wird von der GfE (2001) der Zusammenhang zwischen dem Gesamtbedarf an nutzbarem Rohprotein und der Leistungshöhe für eine Kuh von 650 kg Lebendmasse und einem Proteingehalt von 34 g/kg Milch mittels folgender Regressionsgleichung ausgedrückt:

Bedarf an nXP (g/Tag) = 431 + 81 x kg Milch

Das den „Erhaltungsbedarf“ repräsentierende Absolutglied ändert sich bei abweichender Lebendmasse um 20 g nXP/50 kg Lebendmasse. Für den „Leistungsbedarf“ gelten bei Abweichungen des Milchproteingehalts von 1 g/kg Milch Zu- oder Abschläge von 2,1 g nXP/kg

Milch. Bei Berücksichtigung eines Zuschlages von 5 % ergeben sich die in Tabelle 55 dargestellten Richtzahlen für die Versorgung von Milchkühen mit nutzbarem Rohprotein.

Tab. 55: Richtzahlen für die Versorgung von Milchkühen mit nutzbarem Rohprotein (GfE 2001)

	nutzbares Rohprotein
Erhaltung	
500 kg LM	390 g/Tag
550 kg LM	410 g/Tag
600 kg LM	430 g/Tag
650 kg LM	450 g/Tag
700 kg LM	470 g/Tag
750 kg LM	490 g/Tag
800 kg LM	510 g/Tag
Trockenstehperiode	
6.-4. Woche vor dem Kalben (680 kg LM*)	1.135 g/Tag**
3. Woche bis zum Kalben (710 kg LM*)	1.230 g/Tag**
Milchproduktion	
Milch mit 3,2 % Protein	81 g/kg Milch
Milch mit 3,4 % Protein	85 g/kg Milch
Milch mit 3,6 % Protein	89 g/kg Milch

* Abweichungen der LM sind zu berücksichtigen

** bei RNB \geq 0

Bedarf an Mengenelementen: Zu den Mengenelementen werden die Elemente Calcium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Natrium (Na), Kalium (K), Chlor (Cl) und Schwefel (S) gezählt. Anhand der Höhe der durch unvermeidliche Verluste verursachten Ausscheidungen und der zu berücksichtigenden Leistungen kann der Nettobedarf an Mengenelementen abgeleitet werden:

Nettobedarf (g/Tag)

= Unvermeidlicher Verlust (g/Tag)

+ Sekretion mit der Milch (g/Tag)

+ Intrauterine Einlagerung (g/Tag)

+ Ansatz beim Wachstum (g/Tag)

Zur Ableitung von Versorgungsempfehlungen ist die Verwertbarkeit der einzelnen Mineralstoffe zur Deckung des Nettobedarfs zu berücksichtigen. Die entsprechenden Empfehlungen sind in Tab. 56 wiedergegeben, wobei davon ausgegangen wurde, dass keine Unterschiede in der Verwertbarkeit verschiedener Herkünfte eines Mineralstoffes gegeben sind.

Tab. 56: Empfehlungen für die Versorgung von Milchkühen mit Mengenelementen (GfE 2001)

Milch (kg/Tag)	IT (kg/Tag)	Ca (g/Tag)	P (g/Tag)	Mg (g/Tag)	Na (g/Tag)
10	12,5	50	32	18	14
15	14,5	66	42	22	18
20	16,0	82	51	25	21
25	18,0	98	61	29	25
30	20,0	115	71	32	28
35	21,5	130	81	33	32
40	23,0	146	90	34	35
45	24,5	162	99	36	38
50	26,0	177	109	37	41
Trockenstehend	10,5	34	22	16	10

Bei der Schwefelversorgung ist zu berücksichtigen, dass die Mikroorganismen im Pansen der Milchkuh einen zusätzlichen Schwefelbedarf haben. Das Verhältnis zwischen Stickstoff und Schwefel in der Ration sollte zwischen 10 bis 15: 1 liegen (vgl. 6.1.2). Zu hohe Schwefelüberschüsse können negative Einflüsse auf die Fermentationsvorgänge im Vormagen ausüben.

Spurenelemente und Vitamine: Von den essentiellen Spurenelementen hebt die GfE (2001) Eisen, Kobalt, Kupfer, Mangan, Zink, Jod und Selen als für die Fütterungspraxis speziell zu berücksichtigen hervor. Die im Wesentlichen aus Dosis-Wirkungsstudien abgeleiteten Versorgungsempfehlungen für diese Elemente sind in Tab. 57 dargestellt. Diese Richtwerte enthalten im Vergleich zu dem aus Experimenten ermittelten Werten für den Bedarf ausreichende Sicherheitszuschläge, die auch bei hohen Leistungen oder eingeschränkter Futteraufnahme eine ausreichende Versorgung sicherstellen. Bei der Ergänzung von Rationen mit Spurenelementen ist zu beachten, dass eine Überversorgung mit einzelnen Spurenelementen aufgrund von Wechselwirkungen die Verwertung bzw. die Absorbierbarkeit anderer Spurenelemente vermindern und somit einen sekundären Mangel hervorrufen kann.

Tab. 57: Empfehlungen zur Versorgung von Milchkühen mit Spurenelementen (GfE 2001)

	Milchkühe, trockenstehend und laktierend (mg/kg Futter T)
Eisen	50
Kobalt	0,20
Kupfer	10
Mangan	50
Zink	50
Jod	0,50
Selen	0,20

Für Gesundheit, Leistungsfähigkeit und auch Produktqualität haben sowohl fettlösliche (Vitamine A, D, E, K) als auch wasserlösliche Vitamine (Vitamine B₁, B₂, B₆, B₁₂, Biotin,

Cholin, Folsäure, Niacin, Pantothensäure) wesentliche Bedeutung. Sowohl fett- als auch wasserlösliche Vitamine kommen im unterschiedlichen Maße in Futtermitteln für Milchkühe vor.

Im Gegensatz zu Nichtwiederkäuern ist die Bildung der wasserlöslichen Vitamine und des Vitamins K durch Mikroorganismen in Pansen möglich. Das Ausmaß der Vitaminsynthese im Pansen ist u.a. von der Rationsgestaltung abhängig. Bei einer wiederkäuergerechten Fütterung wird davon ausgegangen, dass diese Vitamine nicht über das Futter zugeführt werden müssen. Ausnahmen, die Zulagen erforderlich machen, können durch sehr hohe Leistungen oder Fütterungsfehler begründet sein.

Die Ableitung des Bedarfs bzw. von Versorgungsempfehlungen ist mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Gründe hierfür sind die bisher noch unzureichende Datengrundlage, die unterschiedlichen Umwandlungsraten von Vitamin-Vorstufen in die jeweiligen Vitamine, die Quantifizierung der körpereigenen Synthese bzw. des Abbaus von Vitaminen im Pansen sowie die mögliche Beeinflussung des Bedarfs an Vitaminen durch Rationsbestandteile, wie z.B. ungesättigte Fettsäuren. Bei der Versorgung mit Vitaminen kann nach folgenden Kriterien differenziert werden (Kirchgessner 1997):

Minimalbedarf: Vermeidung von vitaminspezifischen Mangelsymptomen

Optimalbedarf: ausreichende Versorgung für volle Leistungsfähigkeit

Empfehlung zur Versorgung: Optimalbedarf mit Sicherheitszuschlag.

In Tab. 58 sind Empfehlungen für die Vitaminversorgung von Milchkühen wiedergegeben. Dabei wird davon ausgegangen, dass die in den Futtermitteln enthaltenen sowie die zugesetzten Vitamine gleich wirksam sind. Nicht in den Empfehlungen berücksichtigt ist das Erzielen von möglichen „Sondereffekten“ durch eine über den Optimalbedarf mit Sicherheitszuschlag hinausgehende Versorgung mit verschiedenen Vitaminen. Diese Effekte sind nicht immer physiologisch erklärbar oder experimentell reproduzierbar.

Tab. 58: Empfehlungen zur Versorgung von Milchkühen mit Vitaminen (GfE 2001)

Vitamine	Laktierende und trockenstehende Milchkühe		
		je Tier und Tag	je kg Futter-T
A (IE)	Erhaltung	40 000	~ 5 000
	20 kg Milch/Tag	70 000	~ 5 000
	30 kg Milch/Tag	85 000	~ 5 000
	40 kg Milch/Tag	100 000	~ 5 000
	50 kg Milch/Tag	115 000	~ 5 000
	Trockenstehende Kuh	70 000	~ 10 000
β -Carotin (mg) ¹⁾	Laktierende und trockenstehende Kuh	300	15
D (IE)		10 000	~ 500
E (mg)	Laktierende Kuh	500	25
	Trockenstehende Kuh	500	50
B-Vitamine	Versorgungsempfehlungen können gegenwärtig nicht abgeleitet werden.		

¹⁾ Vitamin A-unabhängiger Effekt

Erscheinungen, die für einen Mangel an Vitaminen charakteristisch sind, treten heute im mitteleuropäischen Raum bei Milchkühen kaum noch auf. In der praktischen Fütterung verab-

reichte Mengen an Vitaminen übersteigen dagegen oftmals das Niveau der in den Versorgungsempfehlungen enthaltenen Sicherheitszuschläge.

6.3.2 Futteraufnahme

Die Futteraufnahme von Milchkühen wird durch eine Reihe von komplexen Vorgängen beeinflusst bzw. gesteuert, wobei futter-, fütterungs- und tierbedingte Faktoren beteiligt sind (Piatkowski et al., 1990). Zu den futterbedingten Faktoren sind die Art des Futters, das Konservierungsverfahren sowie die Verdaulichkeit, der Gehalt an Nährstoffen, Energie und Struktur zu zählen. Die Einflüsse der Fütterung beruhen auf der Rationsgestaltung, der Technik und der hieraus resultierenden Fressdauer, Frequenz und Sequenz der Futteraufnahme. Das Tier selbst übt Einfluss durch seine Herkunft bzw. Genetik, Alter, Geschlecht, Lebendmasse sowie seinen Gesundheits- und Leistungsstatus aus. Die Regulation der Futteraufnahme kann somit in physiologische Faktoren, vereinfacht ausgedrückt dem Bestreben des Tiers nach Aufrechterhaltung einer ausgeglichenen Energiebilanz, und physikalisch-mechanische Faktoren untergliedert werden. Die mechanisch-physikalischen Faktoren sind für Milchkühe von erheblicher Bedeutung. Wechselwirkungen zwischen dem mikrobiellen Abbau des Futters im Pansen und der Futteraufnahme sind im Abschnitt 6.1.2 beschrieben.

Die erforderliche Futteraufnahme bei Milchkühen mit unterschiedlicher Leistungshöhe ist abhängig von der Energiekonzentration in der Ration. Bei Unterstellung der vollständigen Deckung des Energiebedarfs aus dem Futter ist für Milchkühe mit 650 kg Lebendmasse und Milchleistungen im Bereich von 10 bis 50 kg/Tag eine Trockenmasseaufnahme in der in Tab. 59 dargestellten Höhe erforderlich.

Tab. 59: Erforderliche Aufnahme an Trockenmasse zur Deckung des NEL-Bedarfs einer Milchkuh mit 650 kg Lebendmasse (GfE 2001)

Milch ¹⁾ kg/Tag	MJ NEL je kg Trockenmasse						
	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6 ²⁾
10	13,6	12,6	11,8	11,0			
15		15,6	14,5	13,6	12,8		
20		18,5	17,3	16,2	15,2	14,7	
25			20,0	18,8	17,7	16,7	15,8
30			22,8	21,4	20,1	19,0	18,0
35				23,9	22,5	21,3	20,2
40				26,5	25,0	23,6	22,3
45					27,4	25,9	24,5
50					29,8	28,2	26,7
vor dem Kalben							
6.-4.Wo.	9,8	9,0	8,4	7,9			
ab 3. Wo.	10,7	9,9	9,3	8,7			

¹⁾ Energiebedarf von 3,3 MJ NEL/kg Milch unterstellt

²⁾ in praxisnahen Rationen sind NEL-Konzentrationen in dieser Höhe nicht realisierbar

6.3.3 Wasseraufnahme

Wasser ist die Grundlage aller Lebensvorgänge. Es ist der bedeutendste Bestandteil aller Zellen, fungiert als Lösungsmittel, Transportmedium und ermöglicht die Regulation des

Zellinnendruckes. Über die Verdunstung von Wasser können die Tiere überschüssige Wärme abgeben. Die unzureichende Versorgung mit Wasser führt neben einer Beeinträchtigung der Gesundheit auch zu reduzierten Futterraufnahmen und verminderten Milchleistungen. Bereits der Verlust von etwa 10 % der Körperwassers kann zum Tod führen. Eine ausreichende Versorgung von Milchkühen mit qualitativ hochwertigem Wasser ist somit eine wesentliche Voraussetzung für hohe Milchleistungen gesunder Kühe.

Die Bereitstellung von Wasser für den tierischen Organismus erfolgt im Wesentlichen über das Tränkwasser und über den Wasseranteil in Futtermitteln. Geringe Wassermengen werden zusätzlich bei metabolischen Prozessen im Körper, beispielsweise der Oxidation von Fett, freigesetzt. Die Auswertung von Versuchen mit schwarzbunten Milchkühen unter mitteleuropäischen Verhältnissen ermittelte die Umgebungstemperatur und die Milchleistung als wichtigste Einflussgrößen auf die Höhe der Aufnahme von Tränkwasser (Tab. 60).

Tab. 60: Wasseraufnahme und Wasserqualität

Wesentliche Einflussfaktoren auf die Wasseraufnahme von Milchkühen (Schätzgleichung nach Meyer et al., 2004)			
Wasseraufnahme (kg/Tag) =			
			- 26,12
			+ 1,516 x mittlere Umgebungstemperatur (°C)
			+ 1,299 x Milchleistung (kg/Tag)
			+ 0,058 x Lebendmasse (kg)
			+ 0,406 x Natrium-Aufnahme (g/Tag)
Bereitstellung von qualitativ hochwertigem Trinkwasser (Grenzwerte in mg je l Wasser nach <u>NRC</u> 2001)			
NO ₃	< 44	Fluor	< 2
Arsen	< 0,05	Mangan	< 0,05
Cadmium	< 0,005	Blei	< 0,01
Cobalt	< 1	Selen	< 0,05
Kupfer	< 1	Zink	< 5

6.3.4 Versorgung mit strukturiertem Futter

Für eine ungestörte Fermentation im Pansen ist eine ausreichende Kau- und Wiederkauzeit von jeweils etwa 8 Stunden und damit verbunden die Absonderung ausreichender Mengen von pufferndem Speichel sowie die Bildung einer Schichtung des Panseninhaltes notwendig. Diese Voraussetzungen sind oftmals bei den mit erheblichen Krafftuttermengen versorgten hochleistenden Milchkühen nicht gegeben. Die im Krafftutter enthaltenen Kohlenhydrate unterliegen einem schnellen Abbau im Pansen. Dieses führt, gemeinsam mit den durch die grundfutterarme Rationsgestaltung abnehmenden Kau- und Wiederkauzeiten und der dadurch verringerten Speichelsekretion, zu einem Absinken des pH-Wertes im Pansen. Die Folgen einer Pansenacidose (pH < 5,8) sind neben Störungen der Pansenfermentation auch eine Verringerung und schlimmstenfalls Verweigerung der Futterraufnahme. Gleichzeitig führt ein verengtes Essig- : Propionsäure-Verhältnis zur Reduzierung des Milchfettgehaltes. Unter den Bedingungen weiter steigender Leistungen ist der Strukturversorgung in der Milchviehfütterung eine immer größere Bedeutung zuzumessen.

Ein ausgereiftes Bewertungssystem für die Strukturwirksamkeit von Futtermitteln und für die Bemessung der Anforderungen der Milchkühe ist derzeit nicht verfügbar. Die Begründung hierfür liegt in dem Problem der messtechnischen Erfassbarkeit der vielfältigen physikalischen, chemischen und fütterungstechnischen Einflüsse auf die Speichelabsonderung und die Pansenfermentation.

Der Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 2001) hat in seinen „Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen und Aufzuchttrindern“ mit dem Hinweis auf die noch beschränkte wissenschaftliche Datengrundlage erstmals Vorschläge zur Versorgung der Rinder mit Strukturfutter aufgenommen. Dabei wird vor allem auf die Arbeiten zur „Strukturwirksamen Rohfaser“ von Piatkowski et al. (1990) und Hoffmann (1990) sowie zum „Strukturwert“ von De Brabander et al. (1999) eingegangen. Im Folgenden werden beide Vorschläge zur Strukturbewertung in Kurzform dargestellt.

Die Menge der „Strukturwirksamen Rohfaser“ eines Futtermittels wird durch Multiplikation des Rohfasergehaltes mit einem Strukturwirksamkeitsfaktor (f) berechnet. Die Größe des Faktors f leitet sich aus Untersuchungen zu der von den Futtermitteln ausgelösten Kau- und Wiederkauaktivität, der Pansenfermentation und zu verschiedenen Stoffwechselprozessen ab. Die Werte umfassen den Bereich von 0 (Krafftutter) bis 1,5 (Stroh).

Der „Strukturwert“ von Futtermitteln wurde anhand der Ergebnisse von Fütterungsversuchen mit Milchkühen definiert. Dazu wurden für verschiedene Futtermittel Beobachtungen über das Fress- und Wiederkauverhalten mit Erkenntnissen über den mindestens erforderlichen Grundfutteranteil zur Vermeidung von Strukturmangelerscheinungen kombiniert. Der „Strukturwert“ wird als Vergleichszahl ohne Dimension angegeben. Auch für Krafftuttermittel wird ein Strukturwert abgeleitet. Dieser nimmt teilweise negative Werte an. Der Wertebereich umfasst eine Größenordnung von -0,16 (Weizen) bis 4,3 Einheiten/kg T (Stroh).

Für eine ausreichende Versorgung von Milchkühen wurde ein Richtwert von 400 g „Strukturwirksamer Rohfaser“ je 100 kg Lebendmasse und Tag abgeleitet. Als Empfehlung für die Versorgung von Milchkühen mit einer Milchmenge von 25 kg/Tag und einem Milchfettgehalt von 4,4 % wird ein „Strukturwert“ von 1 je kg Trockenmasseaufnahme angegeben, wobei Korrekturfaktoren u.a. für abweichende Milchmengen und Milchfettgehalte zu berücksichtigen sind.

Ein Vergleich der Strukturbewertungsvorschläge zeigt, dass bei der Bewertung von Grassilagen größere Unterschiede auftreten (Meyer et al. 2001). So soll unter sonst gleichen Bedingungen bei Berechnung der erforderlichen Grundfuttermenge auf Basis des „Strukturwertes“ eine hinreichende Strukturwirkung durch die Fütterung von Grassilage mit etwa der halben Grassilagemenge erzielt werden, die bei Anwendung der „Strukturwirksamen Rohfaser“ erforderlich wäre (Tab. 61).

**Tab. 61: Rationsbeispiel für eine Milchkuh
(Lebendmasse 650 kg, 30 kg Milch/Tag, 4,2 % Milchfett)**

Futtermittel	T-Verzehr kg / Tier u. Tag	Rohfaser		Strukturberechnungen			Summe SW
		g/kg T	g/Tier u. Tag	Strukturwirksame Rohfaser Faktor	g/Tier u. Tag	Strukturwert (SW) SW/kg T	
Grassilage	5,6	250	1400	0,75	1050	2,93	16,38
Krafftutter	15,4	70	600	0	0	0,15	1,50
Mittelwert bzw. Summe	21	—	2478	—	1050	—	0,96
„Versorgungsempfehlung“ (Mittelwert bzw. Summe = % der Empfehlung)					2600 (40 %)		0,96 (100 %)

Während beim dargestellten Rationsbeispiel für die Kalkulation nach Strukturwert nach bisherigen Erfahrungen die Strukturversorgung eher in einen kritischen Bereich gelangt (theoretisch genügt für das in Tab. 55 dargestellte Rationsbeispiel ein Grundfutteranteil von 27 %), waren bei empfehlungsgemäßer Versorgung mit Strukturwirksamer Rohfaser größere

Sicherheitsspannen vorhanden. Eine weitere experimentelle Überprüfung der Vorschläge insbesondere bei Kühen mit hohen Milchleistungen erscheint notwendig.

6.3.5 Gestaltung und Berechnung von Rationen

Eine unabdingbare Voraussetzung für die Berechnung und die spätere Kontrolle von Milchviehrationen ist die Kenntnis der Nährstoff- und Energiegehalte der zur Verfügung stehenden Futtermittel sowie Informationen über die Höhe der Futteraufnahme der Kühe. Für betriebs-eigene Futtermittel sollten Analysen angefertigt werden, entsprechende Werte für Zukauffuttermittel sind ggf. der Deklaration zu entnehmen.

Im „klassischen“ Verfahren der dreigeteilten Rationsgestaltung (1 bis 3), das im Folgenden anhand eines Beispiels erläutert wird (Tab. 62), ist zunächst der Bedarf der Milchkühe an Energie und Nährstoffen zu bestimmen (vgl. 6.3.1).

Im ersten Schritt (1) der Rationsberechnung erfolgt die Festlegung der einzusetzenden Grundfuttermengen. Danach wird die aus den Grundfuttermitteln Gras- und Maissilage nach Deckung des Erhaltungsbedarfs zu erwartende Milchleistung, bezogen auf NEL und nXP berechnet.

Ungleichgewichte, wie in der Beispielsration vorhanden, werden im zweiten Schritt der Rationskalkulation durch (2) Zuteilung eines Ausgleichsfutters, z.B. Mischungen mit variierenden Anteilen aus Getreide und proteinreichen Futtermitteln, egalisiert. Anschließend bleibt noch das bestehende Defizit an Mineralstoffen durch den Einsatz eines Mineralfuttermittels auszugleichen.

Der dritte Schritt der Rationsberechnung (3) beinhaltet die Zuteilung einer für die angestrebte Milchleistung ausreichenden Menge eines hinsichtlich des Milcherzeugungswertes (bezogen auf die Energie- und Proteinversorgung) ausgewogenen Kraftfutters.

**Tab. 62: Beispiel einer Rationsberechnung für eine Milchkuh
(650 kg LM, 30 kg Milch mit 4,0 % Fett und 3,4 % Protein)**

Futtermittel			Gehalte des Futtermittels pro kg T						
	T (g/kg)		NEL (MJ)	nXP (g)	RNB (g)	Ca (g)	P (g)	Na (g)	
Grassilage	350		6,40	142	7	6,0	2,9	1,2	
Maissilage	350		6,70	135	-8	3,9	2,5	0,4	
Ausgleichsfutter	880		8,45	162	-6	0,8	3,9	0,3	
Krafftutter	880		7,80	190	4	7,9	4,9	2,0	
Mineralfutter						130	4,0	110	
Futtermiteinsatz									
	FM (kg)	T (kg)	NEL (MJ)	nXP (g)	RNB (g)	Ca (g)	P (g)	Na (g)	
Grundfutter:									
Grassilage	20,0	7,0	44,8	994	49	42	20	8	
Maissilage	14,0	4,9	32,8	662	-39	19	12	2	
Zwischensumme	34,0	11,9	77,6	1656	10	61	32	10	
Abzug für Erhaltung			37,7	450					
Zwischensumme			39,9	1206					
Bedarf je kg Milch			3,3	85					
reicht für Milch (kg)			12,1	14,2					
Ausgleichsfutter:	3,0	2,6	22,0	421	-16	2	10	1	
Zwischensumme	37,0	14,5	62,0	1627	-6	63	42	11	
reicht für Milch (kg)			18,8	19,1					
Empfehlung:						76	46	21	
zu ergänzen:						13	4	11	
Mineralfutter:	0,1					13	4	11	
Krafftutter:									
	5,5	4,8	37,4	912	19	38	24	10	
Summe									
	19,3		99,4	2539	13	114	70	31	
reicht für Milch (kg)			30,1	29,9					
Empfehlung:						114	70	30	

6.3.6 Fütterung der Trockensteher und der Kühe in verschiedenen Laktationsstadien

Im Folgenden sollen die Fütterung der Trockensteher und der Kühe in den verschiedenen Stadien der Laktation sowie verschiedene Fütterungsvarianten dargestellt werden. In diesem Rahmen gegebene Hinweise zur Fütterung der Kühe sind immer so zu verstehen, dass die Einhaltung der in Abschnitt 6.3.1 vorgestellten derzeit gültigen Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 2001) zur Versorgung von Milchkühen mit Energie und Nährstoffen zu gewährleisten ist.

Trockensteher (Transitphase): Die Zeit vor der Kalbung und zu Beginn der Laktation ist von entscheidender Bedeutung für den gesamten Verlauf der nachfolgenden Laktation. Hier werden die Voraussetzungen geschaffen, die hohe Milchleistungen in Verbindung mit einer erneuten Trächtigkeit und der Vermeidung von Erkrankungen und somit eine hohe Nutzungsdauer der Milchkühe möglich machen. Aus dem Blickwinkel der Ernährung ist dieser Zeitraum in mindestens zwei Abschnitte zu unterteilen, der ersten Phase direkt nach dem Trockenstellen (6 bis 8 Wochen vor voraussichtlicher Abkalbung) und der eigentlichen Transitphase (transition period – Übergangszeit). Besonderes Augenmerk verdient die Transitphase, die nach verschiedenen Definitionen etwa den Zeitraum von der dritten Woche vor der Kalbung bis zur vierten Woche nach der Kalbung umfasst.

Während des Trockenstehens ist auch die Körperkondition der Kühe von großer Bedeutung. Zur Einstufung der Kondition von Milchkühen (BCS – body condition score), die der Beurteilung der Körperreserven dient (Edmonson et al. 1989), werden Noten von 1,00 (hochgradig abgemagert) bis 5,00 (hochgradig verfettet) vergeben (vgl. 5. Kapitel). Die Beurteilung erfolgt durch das Betrachten und ggf. auch das Betasten von acht Bereichen am Körper der Kuh, die im Wesentlichen die Dorn- und Querfortsätze der Lendenwirbel sowie die Hüft- und Sitzbeinhöcker umfassen. Die dabei ermittelten Einzelnoten werden zu einer Gesamtnote zusammengefasst.

Abgemagerte Kühe mit einem entsprechend geringen BCS haben zu Beginn der Laktation keine oder nur geringe Reserven für eine Mobilisation von Körpersubstanz. Für die gesamte Trockenstehzeit wird bei Kühen ein BCS von 3,5 angestrebt. Diese Körperkondition beinhaltet gewisse Fettreserven, durch deren Abbau es den Kühen zu Laktationsbeginn möglich wird, im beschränkten Maße Energiedefizite auszugleichen. Die Abnahme von einem kg Körpermasse liefert Energie für die Bildung von etwa 7 kg Milch. Zu beachten ist, dass der Zeitraum des Trockenstehens nicht geeignet ist, größere Abweichungen von der gewünschten Kondition durch extrem knappe Versorgung überkonditionierter bzw. sehr energiereiche Fütterung unterkonditionierter Tiere auszugleichen. Dieser Ausgleich sollte durch angepasste Fütterung vor dem Trockenstellen spätestens im letzten Laktationsdrittel erfolgen.

Zur Deckung des Energiebedarfs in der ersten Phase des Trockenstehens (vgl. 6.3.1) reicht eine relativ energiearme Ration (5,4 MJ NEL/kg T) aus etwa einem Drittel Stroh, ergänzt durch Gras- oder Gras- und Maissilage. Zum Beginn der Transitphase drei Wochen vor der Kalbung sollte der Energiegehalt der Ration auf etwa 6,4 MJ NEL/kg T erhöht werden. Dieses dient der Vorbereitung auf den erheblich steigenden Energiebedarf nach der Kalbung und trägt ebenfalls der oftmals stark verminderten Trockenmasseaufnahme in diesem Zeitraum Rechnung. Die Einschränkung der Trockenmasseaufnahme steht in Beziehung zu dem wegen des starken Wachstums des Fetus im letzten Abschnitt der Trächtigkeit reduzierten Fassungsvermögen des Verdauungstraktes. Durch Umstellung der Ration, verbunden mit der dadurch erhöhten Verdaulichkeit des Futters ergeben sich positive Auswirkungen auf die Höhe der Energie- bzw. Futteraufnahme. Bei der Auswahl der Futtermittel ist in der Transitphase auf Stroh zu verzichten und auf Silage und Kraftfutter zurückzugreifen, die auch nach der Kalbung verwendet werden. Den im Pansen lebenden Mikroorganismen wird damit die Möglichkeit einer Anpassung an die Rationszusammensetzung nach der

Abkalbung gegeben (vgl. 6.1.2). Zusätzlich gewährleistet die Adaptation des Pansenepithels an das Krafftutter die Absorption größerer Mengen von kurzkettigen Fettsäuren aus dem Pansen, was die Gefahr des Auftretens einer Acidose vermindert.

Eine ungeeignete Anfütterung, u.a. eine zu hohe Calciumversorgung der Kühe, führt oftmals zum Auftreten von Milchfieber (hypocalcämische Gebärdparese), einer der häufigsten Erkrankungen in der Früh-laktation. Das Auftreten von Milchfieber wird durch eine unzureichende Mobilisation von Calcium aus dem Knochen im Vergleich zu dem sprunghaft ansteigenden Bedarf durch die hohen Calciumausscheidungen mit der Milch verursacht. Im späten Trächtigkeitsstadium durchzuführende Prophylaxemaßnahmen zur Förderung der Ca-Mobilisation sind z.B. der Einsatz calcium- und phosphorarmer Rationen, die gezielte Verabreichung von Vitamin D in hoher Dosierung (tierärztliche Behandlung) oder die Fütterung anionenreicher Rationen nach dem DCAB-Konzept (DCAB – dietary cation anion balance). Die DCAB kann durch Berechnung der Differenz von Kationen und Anionen nach folgender Gleichung ermittelt werden (Beede 1992):

$$\text{DCAB (meq/kg T)} = (\text{meq Na}^+/\text{kg T} + \text{meq K}^+/\text{kg T}) - (\text{meq Cl}^-/\text{kg T} + \text{meq SO}_4^{2-}/\text{kg T}).$$

Die Berechnung der DCAB wird immer in Milliäquivalenten (meq) vorgenommen, wobei sowohl die Wertigkeit der Elemente als auch das Atomgewicht berücksichtigt werden. Ein Gramm des jeweiligen Elementes entsprechen für Natrium 43,5 meq, Kalium 25,6 meq, Chlor 35,5 meq und Schwefel 32,0 meq.

In üblichen Milchviehrationen liegt die DCAB im Bereich von + 100 bis +350 meq/kg T. Zur Milchfieberprophylaxe wird vor der Abkalbung eine DCAB von – 100 bis –150 meq/kg T angestrebt. Der positive Einfluss anionenreicher Rationen hinsichtlich des Auftretens von Milchfieber wurde durch zahlreiche Untersuchungen bestätigt. Eine Senkung des DCAB-Wertes kann durch die Verwendung kalium- und natriumarmer Futtermittel oder den Einsatz anionischer Salze erfolgen. Ein Problem bei der Anwendung des DCAB-Konzeptes besteht aber in der geringen Akzeptanz der „sauren“ Salze durch die Tiere, die zu einer unerwünschten Verminderung der Futteraufnahme führen kann. Außerdem sollte die Verfütterung dieser Salze nur eine begrenzte Zeit vor dem Abkalben erfolgen und setzt deshalb eine möglichst genaue Kenntnis über den zu erwartenden Abkalbetermin voraus.

Früh-laktation, Hochleistungskühe: Die Höhe der Milchleistung bestimmt maßgeblich den Energie- und Nährstoffbedarf der Tiere. Die Phase der Früh-laktation von Hochleistungskühen mit der im Zeitraum vom 40. bis zum 60. Tag nach der Kalbung auftretenden Laktationsspitze ist häufig gekennzeichnet durch ein ausgeprägtes Energiedefizit und in der Folge dem Auftreten von Ketosen, Metritis, Labmagenverlagerungen und letztendlich auch Fruchtbarkeitsstörungen. Zusätzlich sinkt die Milchleistung. Obgleich die geschilderten Probleme einer Reihe von Ursachen zuzuordnen sind, ist dennoch die maßgebliche Bedeutung der Ernährung herauszustellen.

Das wichtigste Ziel der Milchviehfütterung in den ersten Laktationswochen ist deshalb die schnelle Steigerung der Futter- und damit auch der Energieaufnahme. Dadurch werden die Körpersubstanzmobilisation und damit das Risiko des Auftretens einer Ketose herabgesetzt. Auch kann durch eine ausreichende Aufnahme, vor allem von Grundfutter, die u.a. durch eine unzureichende Pansenfüllung gegebene Gefahr von linksseitigen Labmagenverlagerungen reduziert werden. Um in der Früh-laktation eine ausreichende Futteraufnahme zu erzielen, muss auf die Notwendigkeit, für hochleistende Kühe ausschließlich Futter bester Qualität zu verwenden, nochmals ausdrücklich hingewiesen werden. Grundfutter sollte bei einer ausreichenden Zahl von Fressplätzen zur freien Aufnahme zur Verfügung stehen. Daraus folgt, dass nicht auf „blanken Trog“ gefüttert, sondern dass Futterreste in Höhe von 5 bis 10 % zugelassen werden, die einmal täglich zu entfernen sind. Mehrfach tägliche Futtervorlage bzw. das wiederholte Heranschieben des Futters in den Trog steigert ebenfalls die Höhe der Aufnahme. Bei der Höhe der Krafftutterzuteilung ist die zum Laktationsbeginn zunächst eingeschränkte Grundfutteraufnahme zu berücksichtigen. Das bedeutet, dass die vorgelegte Krafftuttermenge nur in dem Umfang gesteigert werden darf, der zur Vermeidung von Pansenacidosen noch eine angemessene Versorgung mit strukturiertem Futter gewähr-

leistet (vgl. 6.3.4). Die Kraffutternvorlage sollte in möglichst viele kleinere Einzelmengen verteilt erfolgen. Technische Lösungen hierfür sind die Verwendung von elektronisch gesteuerten Abrufautomaten oder die gemeinsame Vorlage mit dem Grundfutter in Form einer Mischration (TMR).

Der Einsatz von Futterzusatzstoffen in der Früh-laktation kann unter bestimmten Bedingungen sinnvoll sein. Bei den Futterzusatzstoffen wird zwischen solchen mit essentiellen Bestandteilen (z.B. Aminosäuren, Mineralstoffe, Spurenelemente, Vitamine) oder mit nicht essentiellen Bestandteilen (z.B. Enzymen, organischen Säuren, Probiotika, Puffersubstanzen, Stoffen zur Verbesserung der Energieversorgung) unterschieden (vgl. 6.2.5). Die vorliegenden experimentellen Ergebnisse sind bezüglich der Auswirkungen verschiedener Zusatzstoffe auf Leistung und Gesundheit jedoch nicht einheitlich.

Spätere Laktationsstadien: Die Fütterung von Milchkühen im späteren Laktationsstadium ist durch eine Situation gekennzeichnet, in der die Futteraufnahme keinen begrenzenden Faktor mehr darstellt und damit die Möglichkeit zur bedarfsdeckenden Aufnahme von Energie und Nährstoffen gegeben ist. Im Anschluss an eine, vom Einzeltier abhängige unterschiedlich lange Phase der mittleren Laktation, in der sich Energiebedarf und Energieaufnahme die Waage halten, besteht die Gefahr einer Überversorgung. Die Folge ist dann eine übermäßige Bildung von Reserven, d.h. die Verfettung der Tiere. Gegen Ende der Laktation sollte ein BCS von 3,5 erreicht werden, da die Trockenstehzeit für den Ausgleich größerer Abweichungen von der angestrebten Körperkondition ungeeignet ist. Dementsprechend sollte die Rationszusammensetzung in der mittleren und späten Laktation so gestaltet werden, dass Abweichungen von der gewünschten Körperkondition nach einer angemessenen Übergangszeit ausgeglichen sind. Dies geschieht hauptsächlich durch Zuschläge oder Abzüge bei der anhand der Vorgaben für den Erhaltungsbedarf und die Milchleistung berechneten Kraffutterzuteilung.

6.3.7 Fütterungsvarianten

Weidegang: Der Weidegang stellt die ursprüngliche Futtergrundlage für alle Wiederkäuer dar (vgl. 6.2.3). Bei richtiger Handhabung wird der Weidegang als eine Haltungsform angesehen, die der Gesundheit und dem Wohlbefinden der Tiere dient. Allerdings darf dabei nicht übersehen werden, dass gerade Weide als alleinige Futtergrundlage hinsichtlich der Ernährung vor allem von hochleistenden und trockenstehenden Kühen nicht unproblematisch ist.

Bei der Umstellung von der Fütterung mit konservierten Futtermitteln wie Silage oder Heu auf Weidegang bzw. auch Grünfutternvorlage im Stall ist eine angemessene Adaptation (Vorbereitungsfütterung) unverzichtbar. Eine schlagartige Futterumstellung auf das junge, strukturarme und hoch verdauliche Weidegras würde in kurzer Zeit zu erheblichen Verdauungsstörungen führen. Der Übergang kann über Zufütterung von zuerst kleinen Mengen frischen Grünfutters oder kurzzeitigem Weidegang allmählich auf längerfristigen oder vollständigen Weidegang erfolgen.

Zu Beginn der Weideperiode, vereinzelt auch später, besteht die Gefahr des Auftretens von Weidetetanie. Ursache hierfür ist das junge Weidefutter mit hohen Rohprotein- und gleichzeitig hohen Kaliumgehalten bei nicht ausreichender Struktur. Unter diesen Bedingungen erfolgt eine ungenügende Magnesiumzufuhr aufgrund stark verminderter Absorption des Magnesiums. Neben einer allmählichen Futterumstellung ist deshalb unbedingt auf eine ausreichende Magnesiumversorgung der Tiere zu achten.

Die Höhe der mit Weidegang zu realisierenden Milchleistung ist abhängig von Faktoren, wie der Intensität der Weidebewirtschaftung (z.B. Nutzung als Standweide, Umtriebsweide oder Portionsweide), der Aufenthaltsdauer auf der Weide (ganztags, halbtags oder stundenweise in Kombination mit Stallhaltung) sowie der Beifütterung. Bei ganztägigem Weidegang mit Beifütterung von Kraffutter wird selbst bei guter Weideführung oberhalb einer Milchleistung von 30 kg/Tag eine bedarfsgerechte Versorgung der Kühe mit Energie kaum erreichbar sein.

Für trockenstehende Kühe auf der Weide ist zu beachten, dass bei entsprechender Intensität der Weideführung beträchtliche Mengen an Kationen, vor allem Kalium, mit dem Futter aufgenommen werden. Dieses führt zu einer positiven DCAB (vgl. 6.3.6). Insbesondere bei häufigerem Auftreten von Milchfieber ist deshalb die Mineralstoffversorgung der Tiere zu prüfen und durch geeignete Maßnahmen (z.B. Wahl eines anderen Weidestandortes, Beifütterung, Futterumstellung) Abhilfe zu schaffen.

Getrennte Grundfutter- und Krafftutternvorlage und Totale Mischration (TMR) bei Stallhaltung:
Die Vorlage von totalen Mischrationen (TMR), in denen alle Futtermittel enthalten sind, stellt eine Alternative zur dreigeteilten Rationsgestaltung mit getrennter Grundfutter-, Ausgleichsfutter- und auf die Leistung des Einzeltiers bezogener Krafftutternvorlage dar (vgl. 6.3.5). Neben diesen beiden Verfahren sind Übergangsformen, z.B. die Vorlage von Mischungen aus Grundfuttermitteln oder mit Krafftutter ergänzten Grundfuttermischungen gebräuchlich, bei denen zusätzlich mit tierindividueller Krafftutterzuteilung gearbeitet wird. Vor der Entscheidung für eines der Verfahren sind deren Vorteile und Schwächen gegeneinander abzuwägen.

Als wesentlicher Vorteil der TMR ist die bei ordnungsgemäßer Herstellung gleichmäßige Vermischung und damit auch Aufnahme aller Komponenten der Ration hervorzuheben. Eine Selektion einzelner Futtermittel durch die Tiere kann somit weitgehend vermieden werden, wodurch speziell bei hochleistenden Kühen der zur Deckung des Energiebedarfs notwendige Einsatz höherer Krafftuttermengen besser zu handhaben ist. Weiterhin lassen Mischrationen einfacher die Verwendung von Futtermitteln, wie Feuchtgetreide oder Nebenprodukten aus der Nahrungsmittelherstellung (Treber, Pressschnitzel usw.) zu. Nachteilig beim Einsatz von TMR ist, dass von einem vergleichsweise höheren Futter- bzw. Krafftutteraufwand ausgegangen werden muss. Kühe, vor allem mit fortschreitender Laktationsdauer nehmen dabei oftmals wesentlich höhere, als zur Bedarfsdeckung notwendige Futtermengen auf. Damit ist die Gefahr einer Verfettung der Kühe verbunden. Die Vorlage einer TMR bietet dabei weniger Einflussmöglichkeiten auf die Höhe der Futterraufnahme als die einzeltierbezogene Krafftutternvorlage.

Um diesen Nachteil des TMR-Einsatzes möglichst gering zu halten, ist die Einrichtung mehrerer Leistungsgruppen erforderlich. Insbesondere bei Milchviehherden mit kleineren Tierzahlen stößt diese Maßnahme jedoch häufig an organisatorische Grenzen. Die Anzahl der notwendigen Leistungsgruppen wird, das Vorhandensein räumlicher Möglichkeiten vorausgesetzt, maßgeblich vom Leistungsniveau der Herde bestimmt. In Tab. 63 wird für verschiedene Herdenleistungen die Einteilung der Kühe anhand ihrer täglichen Milchleistungen dargestellt. Als weitere Kriterien für die Zuweisung in eine Leistungsgruppe werden die Körperkondition und das physiologische Stadium der Tiere (Laktationstage, Trächtigkeit) berücksichtigt. Neben den Gruppen der laktierenden Kühe sind zwei Gruppen für trockenstehende Kühe einzurichten.

Tab. 63: Einordnung der Kühe bei TMR-Fütterung in Leistungsgruppen (DLG 2001)

Herdenleistung	6000 kg	8000 kg	10000 kg
Einordnung in zwei Leistungsgruppen			
Milchleistung 1. Gruppe (kg/Tag) ¹⁾	> 22 (> 19) ²⁾	> 26 (> 22)	> 30 (> 25)
Milchleistung 2. Gruppe (kg/Tag)	< 22 (< 19)	< 26 (< 22)	< 30 (< 25)
Einordnung in drei Leistungsgruppen			
Milchleistung 1. Gruppe (kg/Tag)	> 25 (> 22)	> 30 (> 26)	> 30 (> 25)
Milchleistung 2. Gruppe (kg/Tag)	> 19 (> 16)	> 22 (> 20)	> 30 (> 25)
Milchleistung 3. Gruppe (kg/Tag)	< 19 (< 16)	< 22 (< 20)	< 30 (< 25)

¹⁾ kg ECM/Tag [(1,05 + 0,38 % Fett + 0,21 % Protein) / 3,28]

²⁾ Werte in Klammern gelten für erstlaktierende Kühe

Die Zusammensetzung der Mischrationen für die einzelnen Gruppen ist hinsichtlich des Energie- und Nährstoffgehaltes an einer Leistung von etwa 3 kg oberhalb der mittleren täglichen Milchleistung der Kühe auszurichten (DLG 2001). Dabei wird von einer Futtermittelaufnahme in Höhe der in Tab. 54 dargestellten Werte ausgegangen. Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von Mischrationen ist die Verwendung eines Futtermischwagens, der durch eine eingebaute Waage die Einhaltung der in der Rationsplanung kalkulierten Futtermittelanteile gewährleistet.

Bei der getrennten Vorlage von Grundfutter und Kraffutter sind zur Erhaltung günstiger Bedingungen für die Vormagenverdauung die je Mahlzeit vorgelegten Kraffuttermengen auf maximal 3 kg zu begrenzen (vgl. 6.1.3). Bereits oberhalb einer Zuteilung von 8 kg Kraffutter / Tag ist die Menge in 4 Portionen aufzuteilen.

6.4 Fütterung von Kälbern und Jungrindern (U. Meyer)

Die Aufzucht der Kälber und Jungrinder hat entscheidenden Einfluss auf Gesundheit, Leistungshöhe und Langlebigkeit der Milchkühe sowie auf das wirtschaftliche Ergebnis der Milcherzeugung. Sie stellt damit eine leider oft vernachlässigte wichtige Säule der Milchproduktion dar.

Ziele der Kälber- und Jungrinderaufzucht

Weibliche Jungrinder (Färsen) sollten bei der Abkalbung eine Lebendmasse von mindestens 550, besser 600 kg aufweisen. Zum Zeitpunkt der Besamung sollte die Lebendmasse der Tiere mindestens 380, besser > 400 kg betragen. Ausgehend von diesem Ziel und dem angestrebten Erstkalbealter resultiert die erforderliche Aufzuchtintensität der Kälber und Jungrinder (Tab. 64).

Tab. 64: Erforderliche Lebendmassezunahmen von Kälbern und Jungrindern in den verschiedenen Lebendmasseabschnitten in Abhängigkeit vom angestrebten Erstkalbealter der Färsen (DLG 1999)

Lebendmasseabschnitt (kg/Tier)	Erstkalbealter (Monate)					
	24		27		30	
	Wochen	erford. LMZ ³⁾	Wochen	erford. LMZ ³⁾	Wochen	erford. LMZ ³⁾
45 bis 85	1 bis 8	700	1 bis 8	700	1 bis 9	625
85 bis 150	9 bis 20	775	9 bis 21	750	10 bis 24	600
150 bis 250	21 bis 37	825	22 bis 41	750	25 bis 48	600
250 bis 350	38 bis 54	850	42 bis 61	750	49 bis 63	600
350 bis 450 ¹⁾	55 bis 71	800	62 bis 80	750	64 bis 88	600
450 bis 550	72 bis 90	750	81 bis 101	700	89 bis 112	625
550 bis 650 ²⁾	91 bis 104	750	102 bis 116	700	113 bis 128	625

¹⁾ Lebendmasse beim Belegen: 380 bis 450 kg bzw. 55-60 % des zu erwartenden Endgewichts

²⁾ Lebendmasse vor dem Kalben: 600 bis 630 kg; Lebendmasse nach der Kalbung: 540 bis 570 kg

³⁾ erforderliche Lebendmassezunahme

Demnach gibt es nicht nur eine optimale Aufzuchtintensität, sondern verschiedene Intensitäten in Abhängigkeit vom Erstkalbealter und der verwendeten Rasse. Die Versorgungsempfehlungen für Energie und Nährstoffe stellen die Basis für die jeweilige Aufzuchtintensität dar. Unter Berücksichtigung der betrieblichen Erfahrungen und Möglichkeiten (z.B. Umfang des Weideganges, Kraffuttereinsatz) sollte die Intensität der Aufzucht fütterung so gestaltet

werden, dass mit gesunden und langlebigen Tieren ein optimales Betriebsergebnis erreicht werden kann. Die Aufzuchtperiode der Jungtiere ist demnach kein Selbstzweck, sondern Mittel zur Realisierung des Zieles gesunder und leistungsfähiger Milchkühe.

Sowohl zu intensive („Mast“) als auch zu extensive („Hungerration“) Aufzucht fütterung können erhebliche Nachteile mit sich bringen. Als Nachteile einer zu intensiven Aufzucht sind anzuführen:

- durch hohen Kraffttereinsatz mangelhafte Adaptation an die Aufnahme großer Grundfuttermengen
- durch Fetteinlagerung im Milchdrüsengewebe geringere Leistungen während der Laktation (hoher BCS)
- stärkere Anfälligkeit gegenüber Ketose
- Konzeptions- und häufig Geburtsschwierigkeiten
- meist verkürzte Nutzungsdauer

Bei einer extensiven Aufzucht sind u.a. folgende Nachteile zu erwarten:

- späterer Eintritt der Geschlechts- und Zuchtreife
- höheres Färsenkonzeptions- und Abkalbealter
- bei zu früher Besamung niedrigere Lebendmasse bei Abkalbung und 1. Laktation, evtl. Geburtsschwierigkeiten
- geringere Leistung in der ersten Laktation, unruhiger Verlauf der Laktationskurve

Es ist möglich, Perioden eines geringeren Wachstums als Ergebnis einer unbefriedigenden Futtersversorgung teilweise zu kompensieren, eine vollständige Kompensation ist jedoch kaum möglich. Bei zu intensiver Fütterung älterer Jungrinder erfolgt zwar eine Teilkompensation, andererseits ist jedoch auch die Gefahr der Verfettung vorhanden.

6.4.1. Kälberfütterung

Die Kälberperiode umfasst den Abschnitt von der Geburt bis zu einer Lebendmasse von 120 bis 150 kg bzw. etwa das Alter von 4 Monaten (~16 Wochen).

Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung: Vom Ausschuss für Bedarfsnormen (AfBN) der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) wurden in den letzten Jahren unter Berücksichtigung verschiedener experimenteller Daten Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Kälbern und Aufzuchtrindern abgeleitet, die in den Tabellen 65, 66 sowie 71 bzw. 72 dargestellt werden. Dabei werden sowohl der Energie- als auch der Proteinbedarf in Abhängigkeit von der Lebendmasse und der Lebendmassezunahme angegeben.

Tab. 65: Empfehlungen zum Energiebedarf (MJ ME/Tag) von männlichen und weiblichen Kälbern in Abhängigkeit von der Lebendmasse und der Lebendmassezunahme (GfE 1997a)

Lebendmasse (kg)	Tägliche Lebendmassezunahme (g)				
	400	500	600	700	800
50	15,6	17,1	18,8	-	-
75	19,3	20,9	22,7	24,4	26,4
100	22,7	24,4	26,1	27,9	29,8
125	25,8	27,5	29,2	31,0	33,0
150	-	30,5	32,3	34,1	36,0

Der Rohproteinbedarf hängt auch vom Aufzuchtverfahren ab. In Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Absetzens steigt der Rohproteinbedarf deutlich an (Tab. 66). Dieser Anstieg resultiert

sowohl aus dem höheren Nettobedarf der Tiere als auch aus der früheren Umstellung vom Monogastrier zum Wiederkäuer beim Absatzkalb (GfE 1999).

Tab. 66: Empfehlungen zur Rohproteinversorgung (g/Tier und Tag) von Kälbern in Abhängigkeit von der Aufzuchtintensität, Lebendmasse und Lebendmassenzunahme (GfE 1999)

Lebendmassenzunahme (g/Tier und Tag)	Lebendmasse (kg)				
	50	75	100	125	150
12-wöchige Tränkperiode (Absetzen mit 100 bis 120 kg LM)					
400	160	210	265	320	-
600	210	275	335	400	420
800	-	345	410	485	495
1000	-	410	490	565	575
Frühentwöhnung (Absetzen mit 60 bis 80 kg LM)					
400	155	250	300	320	-
600	210	335	385	405	420
800	-	420	475	490	495
1000	-	495	560	570	575

Zum Mengen- und Spurenelement- sowie zum Vitaminbedarf der Kälber sind der Literatur nur wenige Angaben zu entnehmen. In Tabelle 67 sind Empfehlungen zum Gehalt an wichtigen Futterkomponenten nach verschiedenen Literaturquellen (z.B. Kirchgessner 1997, NRC 2001) zusammengestellt. Empfehlungen zur Versorgung mit B-Vitaminen (wasserlösliche Vitamine) liegen nicht vor. Die bei Ferkeln/ Läufern üblichen Vitamingaben sollten bei präruminanten Kälbern verabreicht werden. Mit Beginn der Pansenfunktion können Vitamin-B-Zulagen entfallen.

Tab. 67: Empfohlene Konzentrationen an Mengen- und Spurenelementen sowie Vitaminen im Kälberfutter (je kg T; nach verschiedenen Literaturquellen)

Nährstoff	Milchaustauscher	Mischfutter
Ca (g)	10	7
P (g)	7	5
Mg (g)	0,7	1
Na (g)	4	1.5
Fe (mg)	100	50
Mn (mg)	40	40
Zn (mg)	40	40
Cu (mg)	5	8
J (mg)	0,5	0,25
Se (mg)	0,3	0,3
Vitamin A (IE)	10000	5000
Vitamin D (IE)	1000	8000
Vitamin E (mg)	50	25

In der Kälberfütterung werden auch verschiedene nichtessentielle Zusatzstoffe, wie z.B. Probiotika, Geruchs- und Geschmacksstoffe eingesetzt. Die von verschiedenen Versuchsanstaltern beschriebenen positiven Effekte konnten in anderen Experimenten nicht immer reproduziert werden, so dass keine eindeutigen Empfehlungen gegeben werden können.

Fütterung des präruminanten Kalbes: Eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Kälberaufzucht ist die Aufnahme möglichst großer Mengen Kolostralmilch in den ersten Stunden nach der Geburt (erste Gabe bis max. 3 Stunden nach Geburt). Kolostralmilch stellt gewissermaßen ein „Functional food“ für das Kalb dar (Erhard und Stangassinger 2000). Die Kolostralmilch ist in dieser Phase besonders reich an Immunglobulinen, die in den ersten Lebensstunden des Kalbes noch absorbiert werden können. Die Aufnahme dieser Proteinkörper über das Kolostrum ist für das Kalb extrem wichtig, da neugeborene Kälber kaum Immunglobuline im Serum enthalten und sich die eigene aktive Immunität erst später entwickelt. Zwischen der Höhe der Kolostralmilchaufnahme und der Immunglobulin-Konzentration im Serum der Kälber konnten enge Beziehungen ermittelt werden. Für das Serum-Immunglobulin G (IgG) wird beispielsweise eine Konzentration von 29 mg/ml als ausreichend angesehen (Erhard und Stangassinger 2000). Die Immunglobuline sind sicher die wichtigsten Inhaltsstoffe des Kolostrums, die Kolostralmilch weist jedoch auch bei anderen Inhaltsstoffen deutliche Unterschiede zu reifer Milch auf (Tab. 68).

Tab. 68: Ausgewählte Inhaltsstoffe des Erstkolostrums im Vergleich zur „reifen“ Milch (etwa 10. Laktationstag; nach verschiedenen Autoren)

Inhaltsstoff	Erstkolostrum	„Reife“ Milch
Trockensubstanz (%)	26	13
Protein (%)	18	3,2
Fett (%)	3,5	4
Laktose (%)	3,5	4,8
γ-Globuline (g/kg)	100	1
Vitamin A (IE/ml)	10	1
Vitamin B ₂ (mg/kg)	6	2

Obwohl die Kolostralmilchgabe am ersten Tag am bedeutsamsten ist, sollten die Kälber bis zum 5., besser bis zum 7. Lebenstag das Kolostrum ihrer Mutter erhalten (1. Tag: 0,75 bis 1 l je Mahlzeit, 3 bis 4 Mahlzeiten; 2. bis 3. Tag: 1 bis 1,5 l je Mahlzeit, 3 Mahlzeiten; 4. bis 7. Tag: 2 bis 3 l je Mahlzeit; 2 Mahlzeiten/ Tag). Falls große Mengen Kolostralmilch bereitstehen, so kann diese Milch auch längere Zeit an Kälber (auch als Milchcolostrum) verabreicht werden.

Das Kalb ist in den ersten Lebenswochen auf die Gabe von Milch oder milchähnlichen Ersatztränken (Milchaustauscher-MAT) angewiesen, da infolge mangelnder Enzymausstattung (z.B. keine Amylase zur Stärkeverdauung) und des noch nicht vorhandenen Pansens (Kalb als Nichtwiederkäuer) Krafffutter- und Grundfuttermittel nicht genutzt werden können. Zur Entwicklung des Pansens sollten jedoch Krafffutter und bestes Heu frühzeitig den Kälbern neben der Milchtränke angeboten werden (Tab. 70). Auch der Einsatz von Grassilage mit sehr guter Qualität ist möglich.

Bei der Zusammensetzung des MAT ist darauf zu achten, dass für das Kalb verdauliche Komponenten eingesetzt werden. Andernfalls kann es zu Verdauungsstörungen kommen, die sich nachteilig auf die Entwicklung der Tiere auswirken können. Für den Zusammenhang zwischen Durchfalldauer und der Höhe der Lebendmassezunahme der Kälber konnten Korrelationskoeffizienten zwischen – 0,4 bis – 0,6 ermittelt werden (Löhnert et al. 1987).

Die Proteinquelle im Milchaustauscher kann dabei entscheidenden Einfluss auf die Lebendmasseentwicklung und das Durchfallgeschehen der Tiere haben, wobei nach 12 Wochen die Minderzunahmen weitgehend kompensiert würden (Tab. 69).

Tab. 69: Einfluss unterschiedlicher Proteinquellen im Milchaustauscher (MAT) auf die scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz sowie von Rohprotein und Rohfett (n=4, mittlere Lebendmasse: 60,8 kg/Tier) und die Lebendmassezunahme von Kälbern (n=15, Lebendmasse zu Versuchsbeginn: 42 kg/Tier)

Proteinquelle im MAT	Magermilchpulver	Sojaproteinisolat	Sojaprotein-konzentrat	Sojafeinmehl
Proteinquelle (%)	35	12	15	20
Molkenpulver (%)	30	50	52	45
Verdaulichkeit (%)				
Organische Substanz	96,7±0,4	95,1±1,2	93,9±1,5	92,3±1,4
Rohprotein	98,1±0,5	96,6±0,8	96,0±1,1	94,2±1,1
Rohfett	97,2±0,3	93,5±2,3	95,4±1,1	91,5±2,0
Lebendmassezunahme (g/Tag)				
1.-28. Versuchstag	617 ^a ±125	563 ^{ab} ±105	533 ^{ab} ±152	475 ^b ±124
1.-84. Versuchstag	885±124	837±182	852±145	806±143
Durchfalltage je Gruppe (bis 28. Tag)	7	7	14	30

Quelle: Löhnert und Ochrimenko, 1997

Fütterung des Kalbes während und nach dem Absetzen von der Milchtränke: Bei der Aufzucht fütterung der Kälber wird zwischen einer Tränkeperiode von etwa 12 Wochen (Magermilcheinsatz: ~ 600 l/ Tier, dazu ~ 10 kg Fett zur Ergänzung; oder Milchaustauscher: ~ 60 kg/Tier) und dem Frühabsetzverfahren nach etwa 6 bis 8 Wochen (Milchaustauschermenge: ~ 25 kg/Tier) unterschieden.

Alle Zwischenstufen sowie auch eine längere Aufzuchtperiode sind möglich, Vollmilch kann statt aufgefetteter Magermilch oder Milchaustauscher verabreicht werden. Es soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass den Tieren bereits unmittelbar nach der Kolostralmilchperiode Trockenfutter in hoher Qualität anzubieten ist, damit die Kälber frühzeitig an die Aufnahme von Grund- und Krafftutter gewöhnt werden und die Pansenentwicklung angeregt wird.

Eine gewisse Krafftutter- (~ 1 kg/Tag) und Grundfutteraufnahme ist zudem notwendig, damit der Milchentzug (Absetzen) nicht zu einem „Wachstumsknick“ (Minderzunahmen) führt. Die Aufnahme von 1 kg Krafftutter wird beim Frühabsetzverfahren im Alter von 6 bis 8 Wochen erreicht.

Das angewandte Tränkeverfahren (Vollmilch, Magermilch oder MAT, verabreichte Mengen, Tab. 70) hängt vor allem von ökonomischen Aspekten ab (Erlöse für Milch, „Quotenmilch“, Preise für MAT u.a.). Detaillierte Hinweise zur Gestaltung der Kälberaufzucht fütterung und zur Gestaltung verschiedener Tränkeverfahren sind u.a. bei Kirchgeßner (1997) zu finden. Eine Zusammenstellung aktueller Untersuchungsergebnisse international anerkannter Experten auf dem Gebiet der Kälber- bzw. Rinderaufzucht wurde von Garnsworthy (2005) herausgegeben.

Tab. 70: Fütterungspläne für die Kälberaufzucht

Lebenswoche			
Tränkeperiode: 12 Wochen, Magermilch			
	Magermilch (l/Tag)	Fettzusatz (g/l)	Beifütterung
2.	6 bis 7	15 bis 25	Krafftutter und Heu ab 2. Woche, Was- ser ab 2. Woche zur freien Aufnahme
3. bis 12.	8	15 bis 25	
13.	6 bis 4	15 bis 25	
Gesamtverbrauch	600 l	10 bis 15 kg	
Tränkeperiode: 12 Wochen, Milchaustauscher/ MAT			
	MAT (l/Tag)	MAT (g/l)	Beifütterung
2.	6 bis 7	100 bis 125	Krafftutter, Heu und Wasser ab 2. Woche zur freien Aufnahme
3. bis 12.	8	100 bis 125	
13.	6 bis 4	100 bis 125	
Gesamtverbrauch	600 l	60 bis 75 kg	
Frühentwöhnung, 8 Wochen, MAT			
	MAT (l/Tag)	MAT (g/l)	Beifütterung
2. bis 6./7.	6	100	Krafftutter, Heu und Wasser ab 2. Woche zur freien Aufnahme
7./8.	4 bis 2	100	
Gesamtverbrauch	250 bis 280	25 bis 30 kg	

6.4.2 Jungrinderfütterung

Die Jungrinderphase umfasst die Periode vom 5. Lebensmonat (120 bis 150 kg LM) bis etwa zwei Monate vor der Abkalbung (530 bis 570 kg LM). In diesem Zeitraum erfolgt ein umfassendes Skelett- und Organwachstum sowie der Beginn der Trächtigkeit der Tiere (Erstbesamung bei mindestens 380, besser über 400 kg LM).

Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung: In den Tab. 71 und 72 werden Empfehlungen zur Energie- und Proteinversorgung weiblicher Jungrinder in Abhängigkeit von der Lebendmasse und der Lebendmassezunahme der Tiere gegeben. Wie der Energie- und Proteinbedarf steigt auch der tägliche Bedarf an Mengenelementen bei höherer Lebendmasse bzw. höherer Lebendmassezunahme an (Tab. 73), je kg Futterrockensubstanz nimmt er jedoch bei schwereren Tieren ab.

Nur wenige Informationen liegen zum Spurenelementbedarf weiblicher Jungrinder vor. GfE (2001) empfiehlt für die Elemente Eisen, Mangan, Zink, Kupfer, Jod, Kobalt bzw. Selen 50; 40 bis 50; 40 bis 50; 10; 0,25; 0,2 bzw. 0,15 mg/ kg T.

Die Datenbasis zur Ableitung von Werten für die Vitaminversorgung der Aufzuchtrinder ist ebenfalls spärlich. GfE (2001) empfiehlt je kg T 2500 – 5000 IE Vitamin A, 15 mg β -Karotin, 500 IE Vitamin D und 15 mg Vitamin E. Für B-Vitamine werden keine Empfehlungen gegeben, da eine ausreichende mikrobielle Bildung im Pansen unterstellt wird.

Bei weidenden Jungrindern sind keine Vitaminergänzungen erforderlich, da das Weidefutter ausreichende Mengen an β -Karotin und Vitamin E enthält und die UV-Strahlen des Sonnen-

liches eine Vitamin D-Bildung in der Haut bewirken. Nicht-essentielle Futterzusatzstoffe haben bisher in der Jungrinderfütterung keine Bedeutung erlangt.

Tab. 71: Energiebedarf (MJ ME/Tag) von weiblichen Aufzuchtrindern in Abhängigkeit von der Lebendmasse und der Lebendmassezunahme (GfE 2001)

Lebendmasse (kg)	Lebendmassezunahme (g/Tag)						
	400	500	600	700	800	900 ¹⁾	1000 ¹⁾
200	-	37,4	39,6	42,0	44,3	46,6	-
300	47,5	50,4	53,6	57,2	60,8	64,6	68,6
400	58,9	62,8	67,3	72,2	77,5	83,2	89,3
500	70,1	75,1	81,0	87,5	94,5	102,0	110,0

¹⁾ Extrapoliert aus den Werten für Lebendmassezunahmen bei 800 g/Tag

Tab. 72: Empfehlungen zur Rohproteinversorgung (g/Tier und Tag) von Aufzuchtrindern in Abhängigkeit von Lebendmasse und Lebendmassezunahme (GfE 1997 b, 2001)

Lebendmasse (kg)	Lebendmassezunahme (g/Tag)							
	T-Aufnahme (kg/Tag)	400	500	600	700	800	900 ¹⁾	1000 ¹⁾
200	4 bis 5	-	450	490	525	560	600	-
300	6 bis 6,5	530	580	610	650	690	735	785
400	7 bis 8	655	780	765	825	880	940	1000
500	8 bis 9.5	775	850	925	1000	1070	1145	1220

¹⁾ bei hochtragenden Färsen (Kalbinnen) gelten die gleichen Richtzahlen wie bei trockenstehenden Kühen

¹⁾ Extrapoliert aus den Werten für Lebendmassezunahmen bis 800 g/Tag

Tab. 73: Empfehlungen zur Mengenelementversorgung (g/Tier und Tag) von Aufzuchtrindern in Abhängigkeit von der Lebendmasse und Lebendmassezunahme von 500 bzw. 800 g/Tag (GfE 2001)

Lebendmasse (kg)	Zuwachs (g/Tag)	T-Aufnahme (kg/Tag)	Ca	P	Mg	Na
200	500	4,2	23	11	5	4
	800	4,5	32	15	6	4
300	500	6,0	26	14	7	5
	800	6,2	35	17	8	6
400	500	7,2	29	16	8	6
	800	7,8	38	20	9	7
500	500	8,0	30	17	9	7
	800	9,4	42	22	11	8

Fütterungsvarianten: Bei der Jungrinderfütterung wird zwischen der Fütterung im Stall und auf der Weide unterschieden. Durch die Rationsgestaltung ist ein möglichst „nahtloser“ Übergang von der Kälber- zur Jungrinderperiode herzustellen. Voraussetzung dafür ist jedoch ein bereits entwickeltes Vormagensystem. Als Futtermittel gelangen bei der Stallfütterung vor allem Grassilagen, aber auch Grünfutter zum Einsatz.

Die täglichen Zunahmen und damit das Erstkälbealter der Tiere hängen wesentlich vom Energiegehalt und der Qualität der Grundfuttermittel ab. In den Tab. 74 und 75 sind in Abhängigkeit von der Lebendmasse und der angestrebten Lebendmassezunahme die erforderlichen Trockenmasseaufnahmen bei unterschiedlichem Energiegehalt der Rationen modellartig zusammengestellt. Demnach sind für höhere Zunahmen energiereichere Rationen und höhere Trockenmasseaufnahmen erforderlich.

Tab. 74: Zusammenhang zwischen Trockensubstanzaufnahme und erforderlichem Energiegehalt in der Jungrinderfütterung (Lebendmasse: 400 kg/Tier, Lebendmassezunahme: 750 g/Tier und Tag)

Trockensubstanzaufnahme		Energiebedarf	Notwendiger Energiegehalt im Futter (MJ ME/kg T)
kg/Tier und Tag	(kg/100 kg Lebendmasse)	75 MJ ME/Tier und Tag	
8,8	(2,2) →	←	8,5
8,0	(2,0) →	←	9,4
7,2	(1,8) →	←	10,4
6,4	(1,6) →	←	11,6

Tab. 75: Erforderliche Trockenmasseaufnahme weiblicher Aufzuchttrinder für tägliche Lebendmassezunahmen von 500 bzw. 800 g in Abhängigkeit von der Lebendmasse und der Energiekonzentration der Ration (GfE 2001)

Lebendmasse (kg)	Zunahme 500 g/Tag			Zunahme 800 g/Tag		
	8 MJ/kg T	9 MJ/kg T	10 MJ/kg T	9 MJ/kg T	10 MJ/kg T	11 MJ/kg J
150	3,8	3,4	2,8	4,0	3,6	3,3
200	4,7	4,2	3,7	4,9	4,4	4,0
250	5,5	4,9	4,4	5,8	5,3	4,8
300	6,3	5,6	5,0	6,8	6,1	5,5
350	7,1	6,3	5,7	7,7	6,9	6,3
400	7,8	7,0	6,3	8,6	7,8	7,0
450	8,6	7,7	6,9	9,6	8,6	7,8
500	9,4	8,3	7,5	10,5	9,4	8,6
550	10,2	9,0	8,1	11,5	10,3	9,4

Stallhaltung: Die Jungrinderaufzucht fütterung, beginnend mit dem 5. Lebensmonat, knüpft bei der Rationsgestaltung an die Kälberfütterung an. Grundfuttermittel, wie Silagen und Heu, dominieren in der Rationsgestaltung; Kraftfutter wird meist als Ergänzungsfutter (Proteiner-gänzung u.a.) angeboten. Die besten Heu- und Silagepartien sind an die jüngsten Tiere zu verabreichen. Bei Fütterung von minderwertigem Grundfutter (geringe Energiekonzentration) sind höhere Kraftfuttermengen erforderlich, um eine für entsprechende Zunahmen ausreichend hohe Energieaufnahme (Tab. 71, 74 und 75) zu erreichen. Mit zunehmendem Alter/Lebendmasse steigt der Grundfuttoreinsatz an, wie die Rationsbeispiele in Tab. 76 zeigen.

Tab. 76: Beispielrationen für die Stallfütterung (Winter) weiblicher Jungrinder in verschiedenen Altersabschnitten
(Angaben in kg/Tag)

Alter bzw. Lebendmasse der Jungrinder	5./6. Lebensmonat (130 bis 175 kg LM)			7. bis 12. Monat (175 bis 300 kg LM)			13. bis 18. Monat (300 bis 410 kg LM)			19. bis 24. Monat (410 bis 500 kg LM)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Rationsbeispiel												
Grassilage (35 % T)	5	3	-	10	6	-	14	8	-	16	10	-
Maissilage (30 % T)	-	3	5	-	4	8	-	5	10	-	8	12
Wiesenheu, Beg. Blüte (86 % T)	1	1	2	1,5	2	2,5	2	2	1,5	1	1	2
Futtermühen	-	-	-	-	5	-	-	-	10	10	5	-
Trockenschnitzel	-	-	-	-	-	0,5	0,5	1	1	-	1	2
Ergänzungsfutter (Getreide, Mischfutter)	1	1	0,7	0,5	-	0,5	-	-	0,5	-	-	0,5
Vit. Mineralfutter (g/Tag)	50	50	50	70	70	70	80	80	80	80	80	80
Trockenmasse (kg/Tier und Tag)	3,8	3,7	3,8	5,3	5,5	5,4	7,1	7,1	7,2	8,5	8,5	8,2
Energie (MJ ME/Tier und Tag)	35	35	38	50	52	52	68	70	72	80	82	80
Rohprotein (g/Tier und Tag)	500	480	480	600	550	580	800	750	750	900	850	850

Weidegang: Über das geeignetste Lebensalter zum Zeitpunkt des ersten Weideganges der Jungrinder gehen die Ansichten auseinander. Es gibt Hinweise, dass unter günstigen Bedingungen (bestes Weidefutter, gute Weideführung) die Tiere bereits ab dem 5. Lebensmonat bzw. zu Beginn des zweiten Lebenshalbjahres erfolgreich geweidet werden können. Voraussetzung dafür sind allerdings ein funktionsfähiger Pansen und eine Kraftfutterbeifütterung. Einigkeit besteht darin, dass im 2. Lebensjahr der Weidegang „Pflicht“ ist. Neben der Bewegung der Tiere werden weitere Vorteile für die Entwicklung leistungsstarker Milchkühe, wie positive Einflüsse auf Klauengesundheit, Skelettentwicklung und Fruchtbarkeit angeführt.

Die Zunahmen der Jungrinder auf der Weide werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst, wie z.B.

- *Vegetationsstadium des Weidefutters* (je 1 % Rohfaser mehr sinkt die Verdaulichkeit der organischen Substanz um ~ 1 % bzw. der Energiegehalt um ~ 0,15 MJ ME/kg T)
- *Botanische Zusammensetzung des Weidefutters*
- *Wuchshöhe des Weidebestandes* (weidereifes Futter zwischen > 15 und < 25 cm, < 25 % Rohfaser in der T)
- *Besatzstärke* (Tiere/ha) bzw. *Angebot an Weidefutter* ($r = 0,8$ zwischen Weidefutterangebot und T-Aufnahme der Jungrinder)
- *Winterstallfütterung* (evtl. kompensatorisches Wachstum), Alter, Lebendmasse, Entwicklung der Tiere
- *Düngungsmaßnahmen* ($r = -0,3$ zwischen N-Gehalt im Weidefutter und Höhe der T-Aufnahme)
- *Weidepflege*, Weideführung, Weidehygiene, Anteil Giftpflanzen und nicht gern gefressener Pflanzen
- *Klimatische Bedingungen*

Die vorangestellte Auflistung zeigt, dass die Zunahmen der Jungrinder auf der Weide vor allem von Menge und Qualität des Futters bzw. von der Energieaufnahme abhängen. Bei geringem Aufwuchs bzw. zu hohem Tierbestand auf der Fläche empfiehlt sich die Beifütterung von Grundfuttermitteln bzw. Kraftfutter. Mineralfutter (Vitaminergänzung ist nicht notwendig) und Tränkwasser guter Qualität (> 5 l/kg T-Aufnahme, temperaturabhängig), sind ständig zu freier Aufnahme bereitzustellen.

7 Milcherzeugung im ökologischen Landbau (K. Barth, G. Rahmann)

Im Jahr 2003 wurden in Deutschland ca. 410.000 t Milch entsprechend der Richtlinien des ökologischen Landbaus für den Markt erzeugt. Dies entspricht einem Anteil von ca. 1,4 % der gesamten Milchproduktion in Deutschland (BLE, 2004). Im Vergleich zu anderen Ländern wie Schweiz, Österreich oder Dänemark ist dieser Anteil als gering anzusehen – ungeachtet dessen ist die ökologische Milchproduktion in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Sie erhöhte sich 2003, im Vergleich zum Vorjahr, um 8,6 %. Der Anteil von Öko-Milch und Öko-Molkereiprodukten am deutschen Lebensmittelmarkt beträgt 3 – 4 %, ca. 465 Mio. Euro. Nach dem starken Absatzanstieg 2001, erfolgte in den Jahren 2002/2003 die Konsolidierung. Seit Ende 2003 stieg die Nachfrage wieder an (BLE, 2004). Allgemein wird erwartet, dass ökologisch erzeugte Lebensmittel und damit auch Biomilch in den nächsten Jahren ihr Nischendasein verlassen werden. Dies darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass sich der Auszahlungspreis in der Regel am Preis für konventionell erzeugte Milch orientiert. Dieser ist in den letzten Jahren weiter unter Druck geraten, so dass auch eine rentable Öko-Milcherzeugung nicht leichter wird.

Die Integration der Milchproduktion in den ökologisch wirtschaftenden Betrieb entspricht in besonderem Maße den Ansprüchen an eine Kreislaufwirtschaft. Die im Pflanzenbau notwen-

dige Verwendung stickstoffsammelnder Fruchtfolgeglieder wie Klee gras, Luzerne u. ä. ermöglicht eine effiziente Verwertung in der Milchviehfütterung und trägt über die Bereitstellung von Düngemitteln organischen Ursprungs zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit bei. Weiterhin orientiert die ökologische Produktion auf die Nutzung des Grünlandes und einen reduzierten Einsatz an Krafftutter.

Während die physiologischen Anforderungen der Milchkuh bei den verschiedenen Richtungen des Landbaues die gleichen sind, ergeben sich Unterschiede in der Verfahrensgestaltung aufgrund des ökologischen Anspruches. Diese Ansprüche sind seit 1991 rechtsverbindlich geregelt. Betriebe, die ihre Produktion als „ökologisch erzeugt“ vermarkten wollen, müssen mindestens die Standards der EU-Öko-Verordnung 2092/91 (nachfolgend auch kurz EU-VO oder EU-Öko-VO genannt) erfüllen. Zusätzlich können sie privatrechtliche Beziehungen zu verschiedenen Erzeugerverbänden eingehen und diesen beitreten (z. B. Bioland, Demeter, Naturland, Biopark, Gäa usw.). Diese Verbände haben zusätzlich eigene Richtlinien, die oft über den EU-Standard hinausgehen. Die Einhaltung der Richtlinien (EU sowie Verband) wird jährlich mindestens einmal durch private Kontrollstellen überprüft. Diese wiederum unterliegen der Überwachung durch die Behörden der Bundesländer und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Abb. 44).

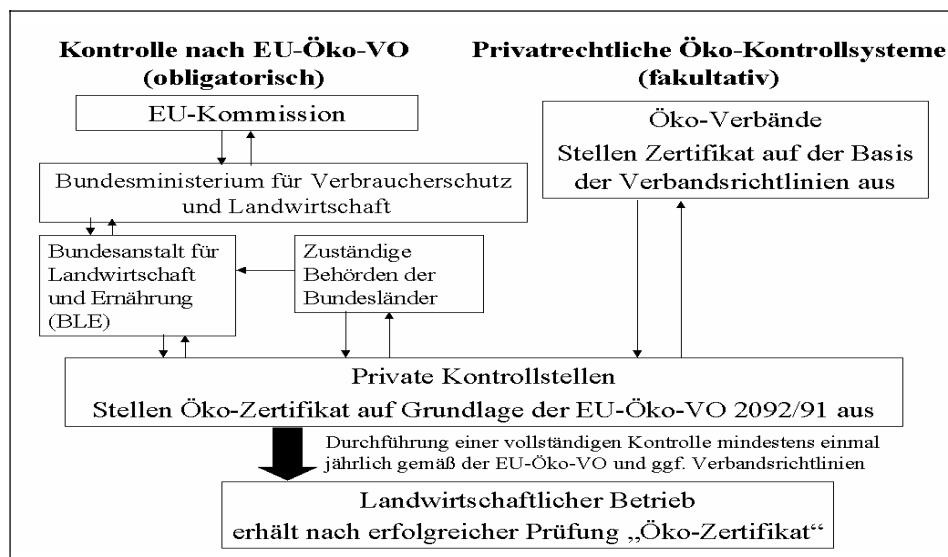


Abb. 44: Das Kontrollsystem für den ökologischen Landbau (Auszug, nach SÖL, 2003)

Nachfolgend werden im Wesentlichen nur die Anforderungen an die Milchviehhaltung entsprechend der EU-Öko-Verordnung besprochen.

Haltung: Die Tierhaltung wird flächengebunden betrieben. Als Bezug dient ein Stickstoffäquivalent von 170 kg N/ ha und Jahr. Somit dürfen maximal zwei Kühe bzw. Rinder mit einem Alter über zwei Jahre pro ha gehalten werden (Tab. 77).

Tab. 77: Höchstzulässige Anzahl an Tieren, die entsprechend EU-Öko-Verordnung 2092/91 je ha gehalten werden dürfen (Auszug)

Tierart bzw. -klasse	Anzahl je ha
Rinder < 1 Jahr	5
Rinder ≥ 1 bis < 2 Jahren	3,3
Zuchtfärsen	2,5
Milchkühe	2
Merzkühe	2

Grundsätzlich ist es untersagt, Tiere in Anbindung zu halten. Unter bestimmten Voraussetzungen - vor dem 24.08.2000 bestehende Gebäude, Tiere erhalten regelmäßig Auslauf - ist

die Anbindehaltung mit Ausnahmegenehmigung bis zum 31.12.2010 erlaubt. In sehr kleinen Tierbeständen ist eine Anbindung in Kombination mit regelmäßigem Auslauf möglich. Auch im ökologischen Landbau dominieren heute Boxenlaufställe – ca. 80 % aller Laufställe sind als solche ausgeführt (Hörning et al., 2004).

Die Gebäude, in denen Tiere gehalten werden, müssen über eine natürliche Belüftung und ausreichend Tageslichteinfall verfügen. Den Tieren ist ein ungehinderter Zugang zum Futter und den Tränken zu ermöglichen. Die Anbauverbände fordern meist explizit ein Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1:1. Für die Gestaltung der Haltungsumwelt gilt der Grundsatz, die verhaltensbedingten Bedürfnisse der Tierart zu berücksichtigen. Dies erfordert auch die Bereitstellung einer ausreichend großen Stallfläche. Die Verordnung nennt deshalb ausdrücklich Mindestflächen, die jedem Tier zur Verfügung stehen müssen (Tab. 78). Diese umfassen auch Freigelände- bzw. Auslauflächen. Die Flächenangaben sind als Minimalforderung zu verstehen. Insbesondere bei der Gestaltung von Ausläufen ist zu beachten, dass sich mit zunehmendem Flächenangebot auch die Nutzung erhöht (Boxberger et al., 1995). Weidengang sollte in der Milchviehhaltung möglichst gewährt werden.

Bei der Gestaltung der Stallfläche ist zu beachten, dass mindestens 50 % der gesamten Bodenfläche befestigt angelegt sein muss, also keine Spalten- oder Gitterkonstruktionen aufweisen darf. Dies gilt auch für die Liegeflächen, die mit ausreichend trockener Einstreu natürlichen Ursprungs zu versehen sind. Diese darf mit Mineralien angereichert werden, solange diese als Düngemittel im ökologischen Landbau zugelassen sind (z. B. Kalke natürlichen Ursprungs, wie Kalksteinmehl, Algenkalk usw.).

Tab. 78: Mindeststall- und –freiflächen (EU-Öko-Verordnung)

	Stallfläche [m ² / Tier]	Freigelände/ Ausläufe (außer Weiden) [m ² / Tier]
Zucht- und Mastrinder (bezogen auf Lebendgewicht)		
bis 100 kg	1,5	1,1
bis 200 kg	2,5	1,9
bis 350 kg	4,0	3,0
über 350 kg	5,0	3,7
	(mind. 1 m ² / 100 kg)	(mind. 0,75 m ² / 100 kg)
Milchkühe	6,0	4,5
Zuchtbullen	10,0	30,0

Das Enthornen der Tiere und Kupieren des Schwanzes dürfen im ökologischen Landbau nicht systematisch durchgeführt werden. Es sei denn, die Eingriffe dienen der Sicherheit, der Tiergesundheit und –hygiene bzw. dem Tierschutz. Vorab ist die Genehmigung durch die Kontrollstelle erforderlich. Lediglich der biologisch-dynamische Landbau fordert zwingend horntragende Kühe.

Seit einigen Jahren werden die Anforderungen der Tiere beim Stallbau und in der Verfahrenstechnik zunehmend berücksichtigt. Dies gilt unabhängig von der Wirtschaftsweise (konventionell oder ökologisch). Trotzdem orientiert man sich in der Milchviehhaltung meist am enthornten Rind. Dies ist zu beachten, wenn Stallneu- bzw. –umbauten für behornete Tiere zu planen sind. Der größeren Individualdistanz behorneter Tiere ist bei den Abmessungen Rechnung zu tragen. Geringe Fressplatzbreiten erhöhen die Anzahl aggressiver Interaktionen zwischen den Tieren und reduzieren die Futteraufnahme (De Vries et al., 2004), was sich kontraproduktiv auf die Milchleistung auswirkt.

Ist ausreichend Einstreu vorhanden (mindestens 9,0 kg Stroh je GV/Tag) und wird die arbeitswirtschaftliche Mehrbelastung bewusst in Kauf genommen, so stellen Tiefstreusysteme mit einer rechteckig konzipierten Liegefläche (Bartussek et al., 1996) eine bevorzugte Lösung für behornete Tiere dar: die Tiere können einander ausweichen, Verletzungen durch

Stalleinrichtungen werden vermieden. Sind die genannten Voraussetzungen nicht gegeben, so ist im Interesse der Tiergesundheit und der Milchqualität auf Liegeboxensysteme zurückzugreifen. Für diese gelten die gleichen Abmessungen wie für enthornte Tiere, jedoch ist bei der Anordnung peinlich genau auf das Vermeiden von Sackgassen und auf breitere Laufgänge zwischen den Boxen zu achten. Werden Kraftfutter-Abrufstationen eingesetzt, so sollten sie hinten verschließbar sein, um Stöße in das Euter zu vermeiden und um dem fressenden Tier eine ungestörte Futteraufnahme zu ermöglichen. Tränken, Kuhbürsten usw. sind so anzuordnen, dass sich die Tiere bequem ausweichen können und Auseinandersetzungen umgangen werden. Die Eingliederung von Färsen in einen bestehenden Herdenverband sollte möglichst in Gruppen und, wenn möglich, während des Weideganges erfolgen.

Neben der baulichen Gestaltung hat der Umgang des Menschen mit den Tieren Einfluss auf den Erfolg des Haltungsverfahrens. Untersuchungen in 34 Laufstallbetrieben mit behornten Kühen ergaben einen nachweisbaren Zusammenhang zwischen dem Verhalten des Melkers, dem Herdenmanagement und dem Sozialverhalten in der Herde. Ein ruhiger und mit vielen Kontaktaufnahmen verknüpfter Umgang des Landwirtes mit den Tieren führt zu einem aufgeschlosseneren Verhalten der Kühe gegenüber Menschen (Waiblinger et al., 1993). Verletzungen der Tiere untereinander traten weniger häufig auf, wenn das Herdenmanagement auf die Vermeidung von Konkurrenzsituationen, z. B. ausreichendes Tier-Fressplatz-Verhältnis, wenige Umgruppierungen usw., ausgerichtet war.

Fütterung: Ziel der Fütterung ist auch im ökologischen Landbau die bedarfsgerechte Versorgung der Tiere. Insofern können die bereits gemachten Ausführungen zum Energie- und Nährstoffbedarf, zu den Grundsätzen der Rationsgestaltung und zur praktischen Fütterung auch hier Anwendung finden. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass unabhängig vom Ziel der Bedarfsdeckung unter anderen Gesichtspunkten relevante Regelungen einzuhalten sind. Diese können auf dem EU-Recht aber auch auf Vorschriften und Vereinbarungen auf nationaler und Verbandsebene beruhen.

Ursprünglich bestand die Forderung, ab dem 25. August 2005 nur noch ökologisch erzeugte Futtermittel einzusetzen. Diese Frist ist bis zum 24. August 2007 verlängert worden (EU-Kommission, 2005). Bis zum Fristende dürfen jährlich 5 % der Gesamttrockenmasse der eingesetzten Futtermittel aus konventioneller Erzeugung stammen. In der Tagesration können diese Futtermittel maximal 25 % der Trockenmasse ausmachen.

Die eingesetzten Futtermittel ökologischer Herkunft müssen nicht zwangsläufig auf dem eigenen Betrieb erzeugt werden. Viele Anbauverbände fordern jedoch von ihren Mitgliedern, weitestgehend (mindestens jedoch 50 %) betriebseigene Futtermittel zu verwenden. Die Verbände folgen damit dem Anspruch, den Landwirtschaftlichen Betrieb als ein Kreislaufsystem zu betrachten.

Es sind nur die in EG-VO 2092/91 Anhang I B 4.2. aufgeführten Futtermittel erlaubt. Der Einsatz von synthetischen Futterzusatzstoffen (Aminosäuren, Vitamine, etc.) ist nicht gestattet. Die EU-Kommission prüft derzeit, ob synthetische Vitamine zugelassen werden können. Futtermittel mit gentechnisch veränderten Organismen sowie deren Derivate sind ausdrücklich verboten (Schmidt, 1999; IFOAM, 2001). Für Informationen über das Regelwerk zum ökologischen Landbau und aktuelle Änderungen sei an dieser Stelle auf die Internetadresse des Bundesprogramms Ökologischer Landbau <<http://www.oekolandbau.de>> verwiesen.

Die tägliche Futterration muss mindestens aus 60 % Raufutter, bezogen auf die Trockensubstanz, bestehen. Um in der Früh-laktation eine Unterversorgung der Tiere zu vermeiden, ist es möglich, für einen Zeitraum von maximal drei Monaten den Raufutteranteil auf 50 % zu reduzieren. Dies ist durch die zuständige Kontrollstelle zu genehmigen.

Die Basis der Fütterung bildet das Grundfutter aus eigener Erzeugung, wobei bei vielen Betrieben wesentliche Anteile aus Klee-grasbeständen stammen: 86 % der von Rahmann et al. (2004) untersuchten 67 Betriebe setzten (Klee-)Grassilage ein. Heu wird in 83 % der Betriebe gefüttert. Aufgrund der schwierigen Unkrautregulierung findet der Maisanbau meist nur in

Bio-Betrieben auf leichten Standorten statt (Buschhaus, 2002). Maissilage wird so auch nur in ca. 20 % der Betriebe eingesetzt (Rahmann et al., 2004).

Für die Bewertung der Futtermittel und deren effizienten Einsatz ist die regelmäßige Untersuchung von Futtermittelproben unerlässlich. Standardtabellen, die für Futtermittel aus dem konventionellen Landbau erstellt wurden, spiegeln die Verhältnisse meist nur unzureichend wieder. Zudem weisen die Futtermittel oft erhebliche Unterschiede im Futterwert auf (Tab. 79).

Tab. 79: Spannweite des Futterwertes von Klee- und Grünlandsilagen aus ökologischem Landbau in den Jahren 1997 - 2004 (Leisen, 2005)

		Minimum	Maximum
T-Gehalt	[%]	15,9	75,5
Rohasche	[% in T]	5,5	32,5
Rohprotein	[% in T]	5,6	24,5
nXP	[g/kg T]	110	156
RNB	[g/kg T]	-8,2	14,5
Zucker	[% in T]	0,5	22,4
Energie	[MJ NEL/kg T]	4,8	7,1

Weidegang ist die wichtigste Form der Grundfuttermittellieferung im entsprechenden Zeitraum und sollte den Tieren weitestgehend ermöglicht werden. Die Verordnung weist ausdrücklich darauf hin, dass die Bedingungen den Weidegang gestatten müssen. Eine Überweidung und Schädigung der Narbe ist zu vermeiden.

Der überwiegenden Teil der Milchviehalter im ökologischen Landbau setzt Kraftfutter ein. Die eingesetzte Menge je Kuh und Jahr variiert von Betrieb zu Betrieb jedoch erheblich (Abb. 45). Es besteht eine positive Beziehung zwischen Kraftfuttermittel-Einsatz und realisierter Milchmenge, jedoch erbringt ein hoher Kraftfuttermittel-Einsatz nicht zwangsläufig eine höhere Milchleistung:

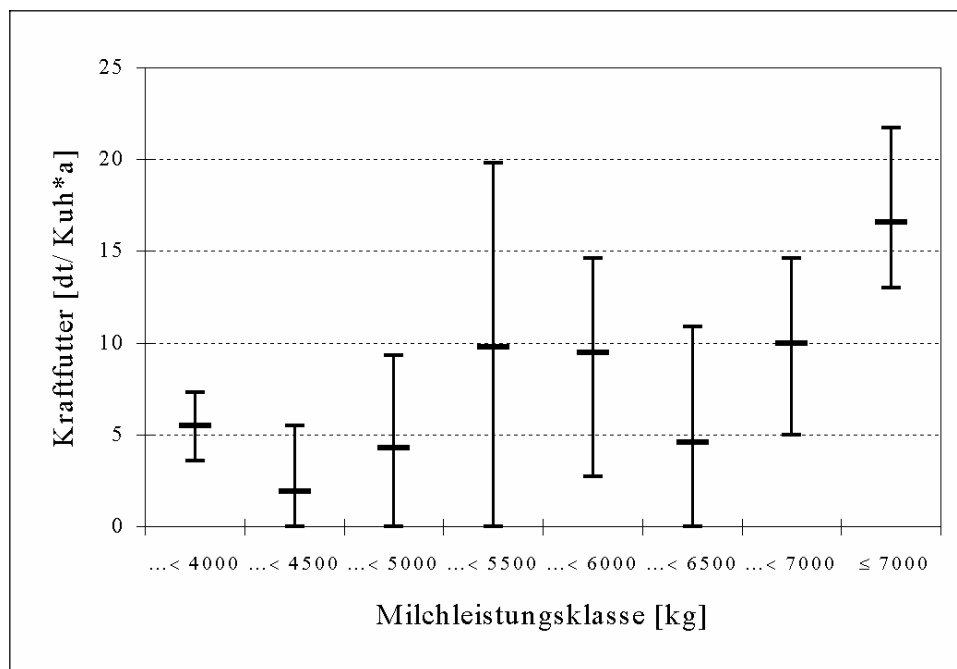


Abb. 45: Mittelwert und Spannweite des Kraftfuttermittel-Einsatzes in Abhängigkeit vom Milchleistungsniveau der Herde (Rahmann et al., 2004)

Zucht und Herkunft der Tiere: Mit dem Ziel einer hohen Tiergesundheit orientiert die Rassenwahl und Zucht im ökologischen Landbau auf eine hohe Anpassungsfähigkeit an die Umweltbedingungen, die Vitalität und Widerstandsfähigkeit der Tiere gegenüber Krank-

heiten. Auf die Verwendung von Rassen, die Gesundheitsprobleme bereiten oder unter Intensivhaltung typische Erkrankungen aufweisen, ist zu verzichten. Diese Festlegung bezieht sich überwiegend auf den Bereich der Fleischerzeugung (z. B. Kaiserschnittgeburten in der Fleischrinderhaltung), die Milchviehhaltung ist davon (noch) nicht betroffen. Einheimischen Rassen und Linien soll der Vorzug gegeben werden. Dies bedeutet nicht, dass alte und gefährdete Rinderrassen per se besser für den ökologischen Landbau geeignet sind (Wanke & Biedermann, 2005). Vielmehr entscheiden der Standort und die Betriebsausrichtung sowie die Einstellung des Landwirtes über die gewählte Rasse. Die Vielfältigkeit der Standorte und der Betriebsausrichtung, die auch in der ökologischen Milchviehhaltung vom intensiv orientierten Milcherzeuger bis zum extensiven Direktvermarkter reicht, sollte sich ebenfalls in der Rassenwahl widerspiegeln. Obwohl eine größere Rassenvielfalt beobachtet werden kann (Rahmann et al., 2004), besteht doch Bedarf an Zuchtprogrammen für alte und gefährdete Rinderrassen, um dem Anspruch des ökologischen Landbaus, zur Biodiversität beizutragen, langfristig gerecht zu werden.

Der spezifische Erfolg liegt in der Ausnutzung der genetischen Varianz innerhalb der vorhandenen Rassen und damit in einer gezielten Bullenauswahl. Funktionalen Merkmalen ist dabei der Vorrang vor absoluten Leistungskriterien zu geben. Die Fortpflanzung sollte auf natürlichem Wege, dem Natursprung, beruhen. Künstliche Besamung ist jedoch gestattet und eröffnet die Möglichkeit eines auf das Muttertier abgestimmten Bulleneinsatzes. 72 % der befragten Betriebe nutzen die künstliche Besamung - entweder ausschließlich oder ergänzt durch den Natursprung (Rahmann et al., 2004). Andere Formen der künstlichen Fortpflanzung, wie z. B. Embryonentransfer, sind im Ökolandbau nicht zulässig.

Die Chancen, die sich aus der konsequenten Anwendung von Kreuzungszuchtprogrammen ergeben, werden bisher noch nicht genutzt. Hier könnte der ökologische Landbau eine Vorreiterfunktion wahrnehmen (Brade u. Meyer, 2003).

Grundsätzlich müssen die zum Bestandsaufbau eingesetzten Tiere aus ökologischer Haltung stammen. Ausnahmen sind in begrenztem Umfang möglich und von der Kontrollbehörde zu genehmigen.

Tiergesundheit: Die Tiergesundheit ist durch eine geeignete Prophylaxe zu erhalten. Sie basiert auf der Auswahl geeigneter Rassen, qualitativ hochwertigen Futtermitteln und artgerechten Haltungsbedingungen. Somit ist das gesamte Herdenmanagement auf die Sicherung der Gesundheit der Tiere auszurichten.

In der Praxis zeichnet sich bisher noch keine durchgängig bessere Tiergesundheit im Ökolandbau ab, obwohl manche Erkrankungen (Kälber- und Stoffwechselerkrankungen) weniger häufig registriert werden (Koopmann, 2005). Die bedeutendsten Krankheitskomplexe in der ökologischen Milchviehhaltung sind Euter- und Klauenerkrankungen, sowie Durchfallerkrankungen bei Kälbern (Rahmann et al., 2004; Brinkmann & Winkler, 2005). Ursachen und Bekämpfung sind in Kapitel 8 beschrieben.

Grundsätzlich gilt auch im ökologischen Landbau das Behandlungsgebot, das heißt, erkrankte Tiere sind unverzüglich zu behandeln. Dabei ist phytotherapeutischen oder homöopathischen Erzeugnissen sowie Spurenelementen bzw. in der EU-Öko-VO Anhang II Teil C Abschnitt 3 genannten Stoffen mineralischen Ursprunges der Vorzug vor chemisch-synthetischen allopathischen Tierarzneimitteln oder Antibiotika zu geben, so lange deren Wirksamkeit für die entsprechende Tierart und Erkrankung tatsächlich nachgewiesen ist. Ist die Wirksamkeit nicht zweifelsfrei gegeben, so sind die vertrauten Medikamente einzusetzen (Koopmann, 2005). Die Therapiefreiheit ist somit für den Tierarzt immer gegeben. Werden allopathische Tierarzneimittel eingesetzt, so ist die gesetzlich vorgeschriebene Wartezeit in jedem Fall zu verdoppeln. Ist keine Wartezeit vorgeschrieben, so beträgt sie mindestens 48 Stunden. Auch beim Einsatz von Homöopathika, die nicht an eine Wartezeit gebunden sind, sind andere rechtliche Bestimmungen einzuhalten. Zeigt z. B. eine euterkranke Kuh klinische Symptome (Flocken im Vorgemelk und/oder Schwellungen, Rötungen der Euterhaut) so darf die Milch dieses Tieres entsprechend der Milchverordnung nicht in Verkehr gebracht werden, auch wenn homöopathische Präparate zur Therapie eingesetzt werden.

Behandelte Tiere sind zu kennzeichnen, die Art des eingesetzten Mittels, dessen pharmakologische Wirkstoffe, die Einzelheiten der Diagnose, Dosierung und Art der Verabreichung, die Behandlungsdauer und die gesetzliche Wartezeit zu dokumentieren. Dies gilt für alle angewandten Präparate. Wird ein Tier dessen Lebenszyklus ein Jahr überschreitet (und bei Milchkühen ist dies grundsätzlich der Fall) mehr als drei Mal mit chemisch-synthetischen allopathischen Tierarzneimitteln oder Antibiotika behandelt, so dürfen das betreffende Tier und dessen Erzeugnisse, wie die Milch, nicht mehr als „ökologisch erzeugt“ vermarktet werden. Nicht gezählt werden Impfungen, Parasiten-Behandlungen sowie Behandlungen im Rahmen obligatorischer Tilgungspläne.

Der präventive Einsatz chemisch-synthetischer allopathischer Tierarzneimittel oder von Antibiotika ist ausdrücklich verboten. Das Trockenstellen aller Tiere einer Herde unter Antibiotikaschutz ist deshalb nur dann erlaubt, wenn von Seiten des Tierarztes die Notwendigkeit einer Trockenstelltherapie aller Tiere gesehen wird. Die Melkhygiene ist ein wesentlicher Bestandteil der Mastitisprophylaxe. Dazu gehört der Einsatz wirksamer Dippmittel nach dem Melken, um in der Zwischenmelkzeit das Eindringen von Erregern zu erschweren. Die EU-Öko-VO schränkt die Auswahl der Dippmittel nicht ein. Es ist zu empfehlen, DLG und BfR (ehemals BgVV) geprüfte Mittel einzusetzen.

Während der Einsatz von wachstums- und leistungsfördernden Stoffen, sowie von Hormonen zur Fortpflanzungskontrolle verboten ist, gilt dies nicht für den Hormoneinsatz beim Einzeltier, wenn es therapeutisch notwendig ist.

Betrachtet man alle Regelungen, so wird deutlich, dass auch im ökologischen Landbau jede wirksame Therapie am nachweislich erkrankten Tier zur Anwendung kommen darf und im Interesse des Tieres auch kommen muss. Grundsätzlich gilt jedoch, dass im Voraus alle Maßnahmen auf die Gesunderhaltung der Tiere auszurichten sind.

Kälberhaltung und -aufzucht: Eine gesunde, gut entwickelte Nachzucht bildet die Grundlage für eine leistungsfähige Milchviehherde. Der Kälberhaltung und -aufzucht sollte deshalb mindestens die gleiche Aufmerksamkeit wie den laktierenden Tieren entgegengebracht werden. Nach EU-Öko-Verordnung dürfen die Kälber nur in der ersten Lebenswoche in Einzelboxen gehalten werden. Nach sieben Tagen ist die Gruppenhaltung vorgeschrieben. Für die Gestaltung von Ställen, in denen Kälber gehalten werden, gelten im Grundsatz die Regeln für das Halten von Kühen: Maximal 50 % der Bodenfläche dürfen perforiert sein, im Liegebereich muss ausreichend trockene Einstreu natürlichen Ursprunges vorhanden sein, Mindestflächenmaße sind vorgegeben. Je nach Verfügbarkeit ist ein Maximum an Weidegang zu gewähren.

Kälber müssen mindestens in den ersten drei Lebensmonaten Milch erhalten. Im Interesse der Kälbergesundheit sollte auf den Einsatz von Milch euterkranker Tiere verzichtet werden. Zellzahlreiche Milch entspricht in ihrer gesamten Zusammensetzung nicht mehr der Milch gesunder Tiere. So ist z. B. der Gehalt an Milchzucker und Kasein verringert, der Mineralstoffgehalt erhöht und die Zusammensetzung der Fett- und Eiweißfraktion verändert. Das Vertränken von Milch, die von mit Antibiotika behandelten Kühen stammt, ist zu unterlassen. Die Verwendung antibiotikahaltiger Milch käme einer Therapie eines gesunden Organismus gleich und erhöht das Risiko, Populationen therapieresistenter Mikroorganismen im Bestand aufzubauen.

Wie lange das Kalb nach der Geburt bei der Mutter verweilen muss, ist nicht geregelt. Im Durchschnitt werden die Kälber zwei Tage bei der Mutter belassen (Rahmann et al., 2004). Damit hat sich die mittlere Verweildauer etwas reduziert: Krutzinna et al. (1996) registrierten noch ca. 3,5 Tage, in denen die Kälber gemeinsam mit den Kühen gehalten wurden. Es zeigt sich aber auch eine gegenläufige Tendenz. In den letzten Jahren hat das Interesse an Verfahren zur Ammenhaltung und zur muttergebundenen Aufzucht (die Kälber werden über die Kolostralmilchperiode hinaus von ihren Müttern gesäugt, welche zudem auch noch gemolken werden) stetig zugenommen. Die Betriebsleiter erhoffen sich eine Einsparung an Arbeitszeit („dem Kalb wird die notwendige Menge Milch mit der erforderlichen Temperatur, nahezu keimfrei bereitgestellt“) und eine Verbesserung der Kälbergesundheit (Ehrlich &

Barth, 2004). Ohne eine optimale Gestaltung der Haltungsumwelt sind diese Ziele jedoch nicht zu erreichen. Auf die Kontrolle der Biestmilchaufnahme sollte keinesfalls verzichtet werden. Nur 60 bis 85 % der Kälber saugen tatsächlich in den ersten vier bis sechs Stunden an der Mutter. Den in der Herde mitlaufenden Kälbern sollte eine Rückzugsmöglichkeit in Form eines Kälberschlupfes zur Verfügung stehen, in dem auch die ungestörte Aufnahme von Kraftfutter und Heu sowie Wasser möglich ist. Zwar wird der Arbeitszeitaufwand für das Versorgen der Kälber deutlich reduziert, die eingesparte Zeit muss jedoch stärker für die aufmerksame und regelmäßige Tierbeobachtung und -kontrolle verwendet werden (Scholl, 2004).

Nicht zu unterschätzen sind die Auswirkungen der muttergebundenen Aufzucht auf das Milchabgabeverhalten der Kühe beim Melken und die Milchzusammensetzung. Eine vollständige Ejektion der Alveolarmilch erfolgt meist nicht, so dass – bedingt durch den daraus resultierenden unvollständigen Milchentzug – der Fettgehalt der gewonnenen Milch deutlich reduziert ist. Rademacher (2005) registrierte einen um ein Prozent verringerten Fettgehalt der Milch von säugenden Kühen verglichen mit einer nicht zusätzlich säugenden Kontrollgruppe. Die Eutergesundheit der Kühe wurde dabei nicht beeinflusst.

Durch die ausgeprägte Bindung der Kälber an die Mütter stellt das Absetzen einen erheblichen Einschnitt für Kalb und Kuh dar. Die sich ergebende Unruhe und die starken Lautäußerungen müssen in Betracht gezogen werden. Die Trennung sollte deshalb nicht abrupt, sondern vielmehr schrittweise vollzogen werden, wobei der Sicht- und Rufkontakt zwischen Kuh und Kalb gegeben sein sollte.

Die aufgezeigten Probleme machen deutlich, dass die Überführung des Verfahrens in die betriebliche Praxis wohl überlegt erfolgen muss und bezüglich der Integration in die ökologische Milchviehhaltung noch erheblicher Forschungsbedarf besteht.

Umstellung: Zunächst ist die Umstellung vom konventionellen auf den ökologischen Landbau auf die landwirtschaftlichen Flächen bezogen. Angestrebt ist eine gesamtbetriebliche Umstellung, gegenwärtig ist nach EG-VO 2092/91 aber eine Betriebszweigumstellung noch erlaubt. Es laufen Bestrebungen, dieses - wie bei den Anbauverbänden üblich - nicht mehr zu gestatten. Eine klare Trennung zwischen den Betriebszweigen ist oft problematisch und die Kontrolle wird erschwert (Haccius, 1999). Grünland sowie Ackerland können 12 Monate nach der letzten nicht-richtlinienkonformen Behandlung (z. B. Pflanzenschutzmittel, synthetisch-mineralische Dünger) als „in Umstellung“ benannt werden. Von diesen Flächen gewonnene Produkte gelten als Umstellungsware. Nach weiteren 12 Monaten (also insgesamt zwei Jahren) gelten die Flächen als umgestellt und die dort geernteten Produkte können als „ökologisch“ oder „biologisch“ vermarktet werden.

Auch für Produkte der Tierhaltung gibt es Umstellungszeiten. Kühe müssen sechs Monate nach den Kriterien der EG-VO 2092/91 gehalten worden sein, bevor Milch als Biomilch verkauft werden kann. Bereits nach 18 Monaten betrieblichen Umstellungszeitraums kann Biomilch verkauft werden. Dieses ist möglich, wenn die Fütterung aus 60% betriebseigenem Umstellungsfutter (nach 12 Monaten Umstellungszeitraum) und 40% zugekauftem biologischen Futter besteht und die Kühe damit mindestens sechs Monate gefüttert wurden.

Auswirkung der ökologischen Produktion auf die Milchqualität: Die Unterschiede zwischen den ökologisch wirtschaftenden Betrieben sind oft größer als zwischen ökologischem und-konventionellem Landbau. Trotzdem ist zu erwarten, dass definierte Produktionsverfahren sich auch auf das erzeugte Produkt auswirken:

- Der Mindestraufutteranteil lässt einen erhöhten Fettgehalt und der saisonale Wechsel der Futterration eine variierende Zusammensetzung der Milch erwarten,
- der Weidegang und Auslaufzugang dürften zu einem höheren Vitamingehalt führen,
- der reduzierte Futterzukauf (insbesondere von Leistungsfutter aus wärmeren Regionen) sollte das Risiko von Aflatoxinen in der Milch reduzieren,
- die Orientierung auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen müsste eine verringerte Mastitisanfälligkeit und damit einen reduzierten Zellgehalt der Milch nach sich ziehen und

- der limitierte Einsatz von Antibiotika hätte ein reduziertes Risiko von hemmstoffhaltiger Milch zur Folge.

Leider existieren nur wenige Untersuchungen, welche die Wirtschaftsweisen im Hinblick auf die Milchqualität direkt miteinander vergleichen. Die wohl fundierteste Studie wurde von Weber et al., (1993) vorgelegt. Dabei wurden in einem Zeitraum von fünf Jahren jeweils 30 Milchkühe unter ökologischen bzw. konventionellen Bedingungen am gleichen Standort gehalten. Andere Untersuchungen verglichen meist verschiedene Betriebe einer Region. Entgegen der Erwartung wurde in der Biomilch oft ein reduzierter Fettgehalt beobachtet. Bei Weber et al., (1993) betrug die Differenz zur konventionellen Vergleichsgruppe $-0,47$ %-Punkte und war statistisch hoch signifikant abgesichert. Signifikante, wenn auch nicht so starke Unterschiede beobachteten auch Kristensen & Kristensen (1998) und Schwarzenbacher (2001) (Tab. 80). Bisher gibt es dafür noch keine schlüssige Erklärung. Deutlicher als die Unterschiede im Fettgehalt sind die Differenzen im Fettsäuremuster der Milch. Aufgrund der teilweise obligaten Versorgung mit Frischfutter im Sommer (Weidegang bzw. Grünschnitt) weist Biomilch im Milchfett einen höheren Gehalt an ungesättigten Fettsäuren auf (Weber et al., 1993).

Tab. 80: Fettgehalt von konventionell bzw. ökologisch erzeugter Milch

Autor	Herden		Kühe/ Herde	Rasse	Fettgehalt [%]		Differenz [%]
	konv.	ökol.			konv.	ökol.	
Gedek et al. (1981)	6	6		Fleckvieh	4,31	3,83	- 0,48
Gravert et al. (1989)	1	1	30	Holstein-Friesian	4,21	4,72	+ 0,51
Lund (1991)	6	9		Dänische RBT, SBT	4,15	4,44	+ 0,29
				Jersey	6,50	6,11	- 0,39
Kristensen & Kristensen(1998)	18	13		Zweinutzungsrasen	4,35	4,21	- 0,14
				Jersey	6,21	6,07	- 0,14***
Toledo et al. (2002)	9	18	15-25	Schwedische RBT	4,32	4,28	- 0,04
	10	13	40-60	Schwedische HF	4,37	4,25	- 0,12*
Weber et al. (1993)	1	1	30	Deutsche SBT	4,49	4,02	- 0,47***
Schwarzenbacher (2001)	2245	261		Fleckvieh	4,22	4,11	- 0,11***

*** $p \leq 0,001$ * $p \leq 0,05$ RBT = Rotbunte, SBT = Schwarzbunte, HF = Holstein-Friesian

Insbesondere die ernährungsphysiologisch hochwertige Linolen- bzw. konjugierte Linolensäure ist in ökologisch erzeugter Milch in doppelt so hohen Anteilen nachgewiesen worden (Lund, 1991; Jahreis et al., 1996).

Hinsichtlich des Proteingehaltes existieren sehr widersprüchliche Ergebnisse. Die Spannweite der registrierten Unterschiede zu konventionell erzeugter Milch reicht dabei von $-0,29$ % (Sehested et al., 2003) bis $+0,25$ % (Lund, 1991) und verdeutlicht die Unterschiede im Versorgungsniveau zwischen den ökologisch wirtschaftenden Betrieben.

Rückstandsuntersuchungen zeigten, dass sowohl in ökologisch als auch konventionell erzeugter Milch unerwünschte Stoffe weit unter den festgesetzten Höchstmengen vorhanden waren und keine signifikanten Unterschiede zwischen den Wirtschaftsweisen bestanden (Weber et al., 1993). Die im Ökolandbau zur Milcherzeugung notwendige Fläche ist größer als im konventionellen Bereich. Damit kann der Eintrag von Schadstoffen aus der Umwelt erhöht sein und zu einer leicht höheren Schadstoffbelastung der Milch führen. Dies ist nicht dem ökologischen Landbau anzulasten, sondern weist vielmehr auf die Bedeutung einer Reduktion dieser Einträge hin.

Auch wenn anhand der Zellzahl der Tankmilch keine direkten Rückschlüsse auf den Eutergesundheitszustand der Milchviehherde möglich sind, gibt sie doch einen Hinweis auf mögliche Probleme. Für den Erfolg der ökologischen Milcherzeugung ist die Tiergesundheit von entscheidender Bedeutung, jedoch spiegelt sich dies bisher noch nicht in einer eindeutig besseren Eutergesundheit der Biomilchviehherden wider. Die Länge der Erfahrung der Betriebsleiter mit dem System Ökolandbau scheint hier eine erhebliche Rolle zu spielen (Tab. 81).

Tab. 81: Mittlere Zellgehalte der Milch dänischer Betriebe in Abhängigkeit von der Wirtschaftsweise und dem Umstellungszeitpunkt

Wirtschaftsweise	Anzahl Herden	Zellzahl [1.000/ml]
konventionell	99	310
ökologisch:		
Umstellung vor 1990	29	270
Umstellung 1990-95	35	320
Umstellung 1999/2000	18	330

Quelle: Bennedsgaard et al., 2003

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass es die typische Ökomilch so wenig gibt, wie den Standard-Öko-Betrieb. Das Verfahren „Ökolandbau“ unterliegt ständigen Anpassungsprozessen, die nicht nur die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sondern auch die Richtlinien und Vorgaben betreffen. Dies erfordert vom Landwirt, der sich für dieses Verfahren entscheidet, ein Verständnis für den Systemansatz und die Bereitschaft, auf Veränderungen zu reagieren, ohne das Ziel einer nachhaltigen, umwelt- und tiergerechten Milchproduktion aus dem Auge zu verlieren.

8 Krankheiten und tierärztliche Bestandsbetreuung (M. Spohr)

8.1 Wirtschaftliche Bedeutung von Gesundheitsstörungen

Die wirtschaftliche Bedeutung von Erkrankungen wird unter Praxisbedingungen häufig nur auf die mit der Therapie in Verbindung stehenden Kosten reduziert. Bei dieser Betrachtung wird jedoch außer acht gelassen, dass andere Kosten und Verluste, wie die Mehrarbeit für die Betreuung kranker Tiere, die Entsorgung von Milch wegen Arzneimittelrückständen, die im Gefolge der Erkrankung zurückbleibende Leistungsminderung und die erhöhte Remontierungsrate häufig vier bis sechs mal so hoch sind, wie die eigentlichen Therapiekosten. Der erhöhte Betreuungsaufwand schlägt bei einer Mastitistherapie mit ein bis zwei Stunden zu Buche. Von Beginn der Erkrankung bis zum Ende der Wartezeit vergehen durchschnittlich sieben Tage, in denen die ermolkene Milch beseitigt werden muss. Die für den Rest der Laktation zurückbleibende Leistungsminderung wird je nach Zellgehalt mit 5 bis 10 % veranschlagt, wobei der entgangene Gewinn durch die eingesparten Kraftfutterkosten reduziert werden muss.

Der Stellenwert einzelner Erkrankungskomplexe lässt sich anhand der Abgangsraten ermes- sen. Etwa 60 % aller Abgänge sind auf gesundheitliche Probleme zurückzuführen. Da die Remontierungsrate in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen ist (momentan 35 bis 40 %) ist auch von einer deutlichen absoluten Zunahme an Krankheitsfällen auszugehen. Abgänge wegen Unfruchtbarkeit sind generell am häufigsten, gefolgt von Euter- und Glied- maßenerkrankungen.

8.2 Tierärztliche Bestandsbetreuung

Die Entwicklung der milcherzeugenden Betriebe der letzten Jahre ist gekennzeichnet durch eine intensive Leistungssteigerung und Rationalisierung. Mit zunehmender Leistung und Betriebsgröße wird nicht nur die produktionstechnische und betriebswirtschaftliche Beratung, sondern auch eine tierärztliche Betreuung auf Betriebsebene immer wichtiger. Die tierärztliche Betreuung der Milchkuhbestände entwickelte sich von der rein kurativen Tätigkeit (Behandlung erkrankter Tiere) zu einer produktionsbegleitenden Kontrolle gesundheitlicher und reproduktiver Leistungen der Tiere. Zu diesem Zweck werden betriebspezifische Pro-

phylaxekonzepte (Impfungen, Hygienemaßnahmen) und Managementprogramme (Fruchtbarkeitsstrategien) erarbeitet und in den täglichen Arbeitsablauf des Milchviehbetriebes und der tierärztlichen Praxis eingebaut. Ziel der tierärztlichen Betreuung des Bestandes ist es, durch eine Verbesserung der Gesundheit und Fruchtbarkeit die Leistungsfähigkeit der Kühe zu steigern und zur Einkommenssicherung beizutragen.

Tierärzte und Landwirte, die die Bestandsbetreuung zu einer nutzbringenden Zusammenarbeit entwickeln wollen, müssen folgende Grundregeln beachten:

Strategisches Vorgehen: Unter einer Strategie versteht man eine genau geplante Vorgehensweise, die allen Bereichen der tierärztlichen Bestandsbetreuung zugrunde liegt. Sie beinhaltet die Analyse des Ist-Zustandes und leitet daraus Zielsetzungen in den einzelnen Bereichen ab. Zur Erreichung dieser Ziele werden Strategien entwickelt und Arbeitsprogramme aufgestellt und durchgeführt. Wichtig ist die exakte Dokumentation und Kontrolle der Arbeitsabläufe (Controlling), um den Erfolg des eingeschlagenen Weges zu dokumentieren.

Konsequenzprinzip: Die tierärztliche Bestandsbetreuung ist zeitaufwendig. Daher ist es zwingend erforderlich, alle Tätigkeiten und Datenaufzeichnungen daraufhin zu prüfen, ob sie zu Konsequenzen führen. Untersuchungen und Aufzeichnungen, die ohne Auswirkungen für weitergehende Entscheidungen sind, werden nicht durchgeführt. Jeder Betrieb hat eigene Schwerpunkte, Probleme und Schwachstellen (Betriebsspezifität). Daher ist es nicht sinnvoll mit standardisierten Betreuungskonzepten alle Betriebe „über einen Leisten zu spannen“. Die gründliche Analyse des Status quo, d.h. die Identifizierung von Problembereichen vor Ort und die Abklärung von Einflussmöglichkeiten sind die Grundlage für alle weiteren Maßnahmen.

Eignung von Tierhalter und Tierarzt: Die Arbeit in der tierärztlichen Bestandsbetreuung setzt Kenntnisse voraus, die deutlich über die rein kurative Tätigkeit hinausgehen. Tierarzt und Landwirt müssen den Willen zu ständiger Fort- und Weiterbildung mitbringen. Wichtig ist die Bereitschaft, festgelegte Termine für Bestandsbesuche und Datenaufzeichnung in den Betriebsablauf fest einzugliedern. Sowohl Tierarzt als auch Landwirt müssen sich die Zeit für Untersuchungen und Besprechungen freihalten und dürfen sich nicht durch Notfälle in der Praxis oder andere außerplanmäßige Ereignisse ablenken lassen. Der Landwirt muss akzeptieren, dass die Entlohnung des betreuenden Tierarztes auf Stundenbasis erfolgt und nicht als kostenloser Service oder versteckt in Medikamentenpreisen und Behandlungskosten erscheint. Die Aufgabenbereiche, die im Rahmen der Bestandsbetreuung bearbeitet werden umfassen, je nach Betrieb unterschiedlich gewichtet, die Stoffwechselgesundheit und Milchleistung, Gliedmaßenkrankungen und Lahmheiten, die Fruchtbarkeitsleistung sowie die Jungtierkrankheiten und das Färsenmanagement.

Stoffwechselgesundheit: Stoffwechselprobleme treten vor allem als Störungen des Kalzium-, Magnesium- und Energiehaushaltes auf. Hypokalzämien (Milchfieber) äußern sich in typischen Fällen als Festliegen um den Geburtszeitraum herum, weniger schwere Erkrankungsformen führen zu verlängerten Liegezeiten, unsicheren Aufsteh- und Abliegevorgängen und verminderter Futteraufnahme. Die Ursachen liegen in einer unzureichenden Kalziummobilisation und daraus folgend in einem zu niedrigen Blut-Kalziumgehalt bei einsetzender Laktation. Die Häufigkeit von Hypokalzämien wird durch eine Kalziumübersversorgung in der Trockenstehphase (mehr als 25 g pro Kuh und Tag) gefördert. Prophylaktisch ist daher ein enges Kalzium/Phosphorverhältnis in dieser Periode anzustreben. Bei einem größer werdenden Anionen-Kationen-Verhältnis in den letzten drei Trächtigungswochen ist ebenfalls ein Anstieg der Erkrankungshäufigkeit feststellbar. Die Anwendung des DCAB-Konzeptes ist in diesen Fällen zu empfehlen (Abschnitt 6.3.6.).

Werden die hochtragenden Kühe durch eine Überversorgung in der Trockenstehphase zu mastig, muss mit der unter der Geburt einsetzende Futteraufnahmepression auch mit einer deutlich geringeren Kalzium- und Phosphoraufnahme gerechnet werden. Es resultiert eine Kombination aus Mineral- und Energiestoffwechselstörung. Als Kontrollmaßnahme zur Vermeidung von Hypokalzämien eignet sich die regelmäßige Beurteilung der Trockensteherfütterung und Konditionsentwicklung. Die Bestimmung der Blut-Kalziumwerte ist in dieser Phase wegen der Homöostase wenig hilfreich, die Kalziumbestimmung im Kotwasser ist

dagegen aussagekräftig. Bei der so genannten Weidetetanie handelt es sich um eine fütterungsbedingte Magnesiumunterversorgung, die ebenfalls zum Festliegen der Kühe führen kann. Sie tritt gehäuft bei älteren und hochleistenden Kühen auf und ist auf eine unzureichende Magnesiumresorption aus dem Futter zurückzuführen. Die Magnesiumverfügbarkeit im Futter wird durch hohe Proteingehalte (junges Gras) und hohe Kaliumwerte (intensive Gülledüngung) reduziert. Eine ausreichende Versorgung in der Trockenstehzeit kann durch die Verfütterung von 50 g Magnesiumoxid pro Kuh und Tag sichergestellt werden. Der Futterwechsel auf junges Gras oder frühgeschnittene Grassilage sollte langsam und gleitend erfolgen und durch eine ausreichende Versorgung mit strukturierter Rohfaser begleitet werden. Bei Bedarf sollte die Düngung durch magnesiumhaltige Mineraldünger ergänzt werden.

Die Azetonämie ist eine Störung des Energiestoffwechsels, die aus der Diskrepanz zwischen steigender Milchproduktion und nicht bedarfsdeckender Futteraufnahme resultiert. Die Kuh ist in der Lage, dieses Energiedefizit durch Mobilisierung von Körperreserven (Fett und Eiweiß) bis zu einem gewissen, tierindividuellen Grad auszugleichen (Lipomobilisation). Wenn das Ausgleichsvermögen erschöpft ist, kommt es zur Anreicherung so genannter Ketonkörper und in seltenen Fällen auch zu sichtbaren Erkrankungsfällen (klinische Ketose). Erste Hinweise auf Störungen des Energiestoffwechsels ergeben sich bei der Konditionsbeurteilung der Trockensteher, wobei Konditionswerte über 4 (BCS) als problematisch angesehen werden müssen (Kapitel 6). Die im Rahmen der MLP ermittelten Milchhaltsstoffe ermöglichen eine Abschätzung der Lipomobilisationsintensität und des daraus folgenden Ketoserisikos. Fett-Eiweiß-Quotienten von über 1,5 sind als hinweisend zu werten. Sowohl bei subklinischen als auch klinischen Ketosen lassen sich die Ketonkörper in Milch, Blut und Urin nachweisen. Die wichtigsten Maßnahmen zur Prophylaxe der Ketose richten sich auf die Gewährleistung einer bedarfsgerechten Fütterung, sowohl in der Trockenstehphase als auch der einsetzenden Laktation. Hierbei spielt die Gestaltung der Transitfütterung eine entscheidende Rolle.

Gliedmaßengesundheit: Kühe sind auf gesunde Gliedmaßen angewiesen. Lahmheiten führen zu kürzeren Fresszeiten und reduzierter Futteraufnahme, zu unbefriedigender Milchleistung und deutlichem Konditionsverlust. Sie beeinträchtigen die Fruchtbarkeit durch undeutliches Brunstverhalten und erhöhen durch die Unsicherheit im Bewegungsablauf die Häufigkeit von Zitzenverletzungen. Die Gliedmaßengesundheit wird in erster Linie durch die Klauenpflege, die Haltungsbedingungen und die Fütterung beeinflusst. Klauen sollten möglichst zweimal jährlich kontrolliert und ggf. geschnitten werden. Häufigeres Klauenschneiden ist unter bestimmten Haltungsbedingungen und reduziertem Klauenabrieb notwendig. Am sinnvollsten ist es, die Kontrolle der Klauen mit dem Trockenstellen zu verbinden. Klauenschneiden unmittelbar vor der Kalbung oder vor Umstallung auf einen rauen Boden ist zu vermeiden. Das Ziel des Nachschneidens ist die Erhaltung oder Wiederherstellung der natürlichen Funktion der Klauen (Funktionelle Klauenpflege). Zur Pflege des Klauenhorns können Klauenbäder mit verschiedenen Lösungen (z.B. 10 %iges Zinksulfat) durchgeführt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass eine ausreichend lange Einwirkzeit und Eintauchtiefe der Klaue gewährleistet ist. Zu harte Liegeflächen und falsche Boxenmaße fördern die Entstehung von Gliedmaßenerkrankungen. Boxen, die eine ungestörte Bewegung der Kuh beim Abliegen und Aufstehen behindern, belasten über einen unphysiologischen Bewegungsablauf Sehnen und Gelenke. Zusätzlich ist die Häufigkeit von Zitzenverletzungen aber auch von Prellungen und Zerrungen erhöht. Die Rauigkeit der Laufgänge ist für den Klauenabrieb wesentlich. Während zu raue Untergründe den Klauenabrieb fördern und ggf. das Sohlenhorn zu dünn werden lassen, führen zu glatte Böden zu vermehrtem Ausrutschen und unsicherem Gang. In diesen Fällen liegen die Kühe vermehrt in den Boxen und zeigen undeutliche Brunstsymptome. Die Fütterung ist für die Nachbildung und Qualität des gebildeten Klauenhorns von Bedeutung. Grundsätzlich gilt, dass alle Faktoren, die eine Verschlechterung der Stoffwechselgesundheit bedingen, auch die Klauenhornbildung negativ beeinflussen. Hierbei sind besonders Überversorgung am Ende der Laktation und in der Trockenstehphase mit Verfettung, aber auch plötzliche Futterwechsel zu nennen. Die Versorgung mit strukturierter Rohfaser und die daraus abgeleiteten Milieubedingungen im Pansen sind für

die Ausprägung der so genannten Klauenrehe von großer Bedeutung. Folgende Prophylaxemaßnahmen lassen sich bei Auftreten verschiedener Gliedmaßenkrankungen durchführen (Tab. 82).

Tab. 82: Prophylaktische Maßnahmen bei Gliedmaßenkrankungen

Erkrankung	Maßnahme
Dermatitis interdigitalis (Limax)	Durchlaufklauenbad
Ballenhornfäule	Durchlaufklauenbad
Phlegmona digitalis (Panaritium)	Durchlaufklauenbad
Dermatitis digitalis (Mortellaro)	Kontrolle von Zukaufstieren Schnelle Behandlung kranker Tiere
Klauenrehe	Leistungsbezogene Fütterung Erhaltung der optimalen Kondition in der Trockenstehzeit Ausreichende Versorgung mit strukturierter Rohfaser sicherstellen Plötzliche Rationsänderungen vermeiden
Periarthritis (Liegebeulen)	Weiche, trockene, rutschfeste Liegeflächen Angepasste Liegeboxenmaße

Quelle: De Kruif et al., 1998

Fruchtbarkeit: Jede Milchkuh sollte pro Jahr ein Kalb zur Welt bringen. Die Umsetzung dieses Zieles ist sehr entscheidend vom Management des Betriebsleiters abhängig. Zur Beurteilung der Fruchtbarkeit sind die Kennzahlen Erstbesamungserfolg oder Non-Return-Rate, Trächtigkeitsindex, Gützeit und Abgänge wegen Unfruchtbarkeit erforderlich. Der Erstbesamungserfolg gibt an, wie viele Tiere nach der ersten Besamung trächtig geworden sind. Einfacher zu erheben ist die Zahl der Tiere, die 56 Tage nach der ersten Besamung nicht erneut besamt wurden. Da Abgänge oder der Einsatz eines Deckbullens hierbei nicht erkannt werden, ist die Non-Return-Rate höher als der Erstbesamungserfolg. Der Trächtigkeitsindex gibt die Zahl der Besamungen an, die erforderlich sind, damit eine Kuh tragend wird. Dieser Parameter ist stark vom Besamungserfolg abhängig. Die Gützeit ist die Zeit zwischen Kalbung und erstem Trächtigkeitstag und bestimmt die so genannte Zwischenkalbezeit. Die Gützeit setzt sich zusammen aus der Rastzeit (Kalbung bis erste Besamung) und der Verzögerungszeit (erste Besamung bis Trächtigkeit).

Die Erfassung der Abgangsrate wegen Unfruchtbarkeit ist erforderlich, da sich einige Kennzahlen nur auf tragend gewordene Tiere beziehen (Tab. 83).

Tab. 83: Fruchtbarkeitsrelevante Indikatoren (d= Tage)

Indikator	Grenzwert
Nachgeburtshaltung	< 15%
Tiere mit Ausfluss	< 15%
Aborte	< 6%
Kühe ohne Brunst innerhalb von 60 Tagen p.p.	< 15%
Erstbesamungserfolg	> 60%
Non-Return-Rate	> 70%
Trächtigkeitsindex	< 1,5
Abkalberate	> 90%
Anzahl Abgänge mit mehr als 2 Besamungen	< 7%
Mittlere Rastzeit	< 85d (je nach Einsatzleistung)
Mittlere Gützeit	< 105d
Mittlere Zwischenkalbezeit	< 385d

Quelle: De Kruif et al., 1998 sowie Lotthammer u. Wittkowski, 1994

Die Fruchtbarkeit wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst. Die Umwelt spielt dabei eine gewichtige Rolle, speziell klimatische Faktoren in Verbindung mit bestimmten Aufstallungsbedingungen können die Fruchtbarkeitsleistung deutlich einschränken. Das Alter der Kuh ist bedeutsam, ebenso wie Erbfehler oder Infektionen des Genitaltraktes. Für die Fruchtbarkeit ist jedoch das Management von überragender Bedeutung. Angefangen bei der Qualität der Brunsterkennung und künstlichen Besamung, über die Festlegung der Rastzeit bis hin zur Hygiene bei der Kalbung und Fütterung sind gewichtige Einflüsse möglich (Tab. 84).

Tab. 84: Ursachen verschiedener gynäkologischer Störungen beim Rind

Symptom	Ursache
Aborte	Chromosomendefekte Infektionen Mehrlingsträchtigkeit Fütterung
Schwache oder fehlende Brunst	Mangelhafte Brunstbeobachtung Stille Brunst Inaktive Eierstöcke Zystöse Follikel Gebärmuttervereiterung Trächtigkeit Missbildung (z.B. Zwicke)
Nachgeburtshaltung (Retentio secundinarum)	Gebärmutterinfektion Allergische Reaktion (Plazentaödem) Mangel an Vitamin E und Selen Vorzeitige Beendigung der Trächtigkeit (Vergiftung, Prostaglandineinsatz, Frühgeburt, Abort) Mehrlingsgeburt Uterusatonie (Milchfieber)
Scheidenausfluss	Scheidenentzündung Eierstockszysten Entzündung der Gebärmutter Schleimhaut (Endometritis) <ul style="list-style-type: none"> • Infektion nach Geburtshilfe • Infektion nach Nachgeburtshaltung • Deckinfektion • Q-Fieber

Quelle: De Kruif et al., 1998

Jungtiererkrankungen: Aus wirtschaftlichen Gründen ist es sinnvoll, wenn Holstein-Rinder im Alter von 22 bis 26 Monaten abkalben, d.h., sie müssen im Alter von 13 bis 17 Monaten und bei einem Gewicht von mehr als 350 kg belegt werden. Dies ist nur möglich, wenn die Jungtierentwicklung ungestört verläuft. Als wesentliche Gesundheitsprobleme treten Durchfallerkrankungen, Atemwegserkrankungen und Parasitosen in Erscheinung.

Durchfallerkrankungen sind bei jungen Kälbern relativ häufig, neben Todesfällen sind vor allem Wachstumsverzögerungen und eine erhöhte Anfälligkeit für andere infektiöse Erkrankungen die Folge. Als Erreger treten Bakterien (*Escherichia coli*, seltener Salmonellen), Viren (Rota-, Corona-Virus) und einzellige Parasiten (Kryptosporidien) in Erscheinung. Darüber hinaus führen Fehler bei der Verträkung von Biestmilch und der Verarbeitung von

Milchaustauschern (Mangelnde Hygiene, kurzfristige Umstellung, Verklumpung) zu diätetisch bedingten Durchfällen. Zur Vorbeuge sollte dem neugeborenen Kalb in den ersten vier Lebensstunden zwei mal ein Liter Kolostrum verabreicht werden. Falls kein Kolostrum vom Muttertier gewonnen werden kann, sollte (eingefrorene) Biestmilch von älteren Kühen aufgetaut und vertränkt werden. Bei Verfütterung von Vollmilch ist darauf zu achten, dass die Einzelportionen nicht zu groß sind und die Tränkegeschwindigkeit begrenzt ist (Saugeimer oder Tänkeautomat). Tränkemenge und –frequenz richten sich nach dem Alter des Kalbes (Kapitel 6.4). Tränkeimer sind nach Gebrauch, Nuckel von Tränkeautomaten in regelmäßigen Abständen zu reinigen und zu desinfizieren. Bei Verwendung von Milchaustauschern ist auf die Einhaltung der Herstelleranweisung bezüglich Konzentration und Mischtemperatur zu achten. Bei infektiös bedingten Durchfallerkrankungen sind neben der Einhaltung hygienischer Haltungs- und Tränkebedingungen Impfungen sowohl der Muttertiere als auch der Kälber (Schluckimpfung) möglich.

Lungenerkrankungen spielen bei Kälbern und Jungrindern als typisches multifaktorielles Krankheitsgeschehen eine bedeutende Rolle. Zu ihrer Entstehung und klinischen Ausprägung sind neben Viren und Bakterien vor allem resistenzmindernde Faktoren (Transport, Neugruppierung, Zugluft, hohe Luftfeuchtigkeit) erforderlich. Vorbeugemaßnahmen konzentrieren sich in erster Linie auf die Optimierung des Haltungs- und Fütterungssystems. Die Haltung neugeborener Kälber in Einzelboxen (Kälberiglus) und älterer Kälber und Rinder in Außenklimaställen (Zugluft-frei) ist ein bewährtes Verfahren. Der Nachweis von Infektionserregern bestimmt Auswahl und Intensität der durchzuführenden Impfstrategien.

Der Befall der Jungrinder mit Parasiten kann zu klinischen Erkrankungen führen, äußert sich aber überwiegend in unspezifischen Symptomen wie struppiges Haarkleid, Abmagerung oder schlechte tägliche Zunahme und einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit. Die bedeutendsten Endoparasiten sind Magen-Darm-Würmer, Lungenwürmer und Leberegel. Ihr Nachweis erfolgt in Kotproben und im Rahmen von Sektionen oder Schlachtungen. Behandlungen klinisch erkrankter Tiere stellen die Ausnahme dar, vielmehr konzentriert sich der Einsatz von Antiparasitika auf die strategische Entwurmung zu Beginn und ggf. zur Mitte der Weidesaison. Wichtig ist dabei, dass die Jungtiere nach der Entwurmung auf eine unbelastete Weide getrieben werden. Bei der Aufstellungsbehandlung ist darauf zu achten, dass das Präparat auch gegen Ruhestadien der Parasiten wirkt. In Herden, in denen eine kontinuierliche Infektion mit Lungenwürmern nachgewiesen ist, hat sich die Impfung der Jungtiere bewährt. Bei der strategischen Behandlung der Rinder gegen Endoparasiten ist die Verabreichungsart des Anthelminticums von Bedeutung. Bei Weidebehandlungen hat sich das Pour-on- oder Spot-on-Verfahren mit langwirkenden Präparaten bewährt. Bei Behandlungen vor dem Weiteustrieb ist die Verabreichung von Boli mittels Pilleneingaber sinnvoll.

8.3 Eutererkrankungen

Das Euter des Rindes ist durch seine Lage, Größe und mechanische Beanspruchung einem erhöhten Krankheitsrisiko ausgesetzt. Neben den Entzündungen des Eutergewebes (Mastitis), die die größte Bedeutung haben, sind bakterielle und virale Infektionen der Zitzen- und Euterhaut und Verletzungen der Zitzen und des Euterkörpers festzustellen.

8.3.1 Zitzenverletzungen

Zitzenverletzungen treten überwiegend bei Anbindehaltung auf. Am häufigsten sind sie bei Kurzständen mit Gitterrosten, gefolgt von Mittellangständen und Kurzständen mit Kragrost und Kurzständen mit Kotstufe. Bei Laufstallhaltung treten Zitzenverletzungen nur vereinzelt auf.

Die Häufigkeit von Zitzenverletzungen wird durch eine mangelnde Standsicherheit der Kühe erhöht, d.h. enge Standplätze, rutschige Bodenbeläge und schwerfällige, in der Bewegung unsichere Kühe sind als Risikofaktoren anzusehen. Mängel in der Klauenpflege (Klauen und Afterklauen zu lang) erhöhen die Gefahr der Selbstverletzung.

Um eine rutschfeste trockene Standfläche zu gewährleisten, muss der Standplatz mit 1 bis 2 % Gefälle verlegt und ständig leicht eingestreut sein. Eine Vernässung durch undichte Tränkebecken ist zu vermeiden. Gelöschter Kalk oder Gesteinsmehle trocknen die Oberfläche gut ab, sollten jedoch wegen der austrocknenden Wirkung an der Euterhaut durch Strohmehl oder Strohhäcksel überdeckt werden. Ungelöschter Kalk ist wegen seiner ätzenden Wirkung im Tierbereich nicht einzusetzen. Gleiches gilt für Sägemehl aus Tropenhölzern (Bongossi), sowie Sägemehl und Schleifstaub, die bei der Bearbeitung von imprägniertem Holz anfallen. Der hintere Bereich der Standplätze sollte mindestens 2-mal täglich gesäubert und frisch eingestreut werden.

Unsicherheiten beim Aufstehen und Ablegen der Kühe können durch eine gute Klauenpflege (Klauen nicht zu lang, Hohlkehlung) und Vorsorgemaßnahmen von der Aufeuterungsphase bis zur Frühlaktation (Therapie subklinischer Hypocalcämien, Vergrittungsgeschirr) deutlich reduziert werden. Der Einsatz von Euternetzen ist bei tief hängenden Eutern empfehlenswert. Die Selektion auf gute Euterform ist ein weiteres Mittel zur Reduzierung von Zitzenverletzungen (Kapitel 3).

Zitzenverletzungen lassen sich klassifizieren in offene (blutende) und gedeckte (Quetschungen) Wunden. Ihre Therapie ist ausgesprochen langwierig und wird durch die Entstehung von Mastitiden des betroffenen Viertels verschlimmert. Während offene Verletzungen chirurgisch therapiert werden müssen, werden gedeckte Verletzungen in der Regel durch Einlegen von Kanülen oder Stiften in den Strichkanal behandelt. Letzteres verursacht eine lokale Entzündung der Zisternenschleimhaut und fördert das Eindringen von Mastitiserregern. Durch das fortgesetzte Melken der verletzten Zitze wird die Wundheilung verzögert und die Melkbarkeit der Zitze beeinträchtigt. Als beste Therapieform hat sich das zeitweilige (7 bis 10 Tage) Trockenstellen des erkrankten Viertels unter antibiotischem Schutz erwiesen. In dieser Zeit wird ein Silikon- oder Wachsstift im Strichkanal deponiert. Diese Therapieform eignet sich nur bei frischen Fällen und bei noch nicht entzündetem Drüsengewebe.

8.3.2 Veränderungen der Zitzen- und Euterhaut

Veränderungen der Zitzen- und Euterhaut sind vielfältig. Bei etwa 30 % der Erstkalbinnen (seltener bei Mehrkalbinnen) treten wenige Wochen nach der Kalbung nässende Ekzeme im Schenkelspalt oder im Vordereuterebereich auf. Die Haut der Kniefalte ist häufig verdickt und die direkt betroffenen Hautpartien entwickeln nach kurzer Zeit eine eitrige Entzündung mit Gewebseinschmelzung. Die Ursache dieser Erkrankungsform ist in der vermehrten Spannung zwischen dem straffen Euter und den Oberschenkelinnenflächen zu sehen, wobei die geburtsbedingte vermehrte Wassereinlagerung im Eutergewebe (Euterödem) die Regeneration der Euterhaut beeinträchtigt. Unhygienische Haltungsbedingungen und hohe Umgebungstemperaturen fördern die Entwicklung des Ekzems, sind aber zu dessen Entstehung nicht zwingend erforderlich. Die Therapie ist darauf ausgerichtet, die Ödematisierung des Gewebes zurückzudrängen, die Eiterung zu stoppen und eine Abheilung der betroffenen Hautpartien zu erreichen. Dies geschieht durch wiederholtes Auswaschen und Trocknen der entzündeten Hautpartien und das Aufbringen adstringierender, notfalls auch antibiotischer Salben.

Bakterielle Infektionen der Zitzenhaut durch Staphylokokken (Akne) äußern sich in linsen- bis erbsengroßen Knötchen, die aufbrechen können und Eiter freisetzen. Eine kausale Therapie ist nicht verfügbar. Die Ausbreitung dieser potenziellen Mastitiserreger muss durch intensive Hygiene verhindert werden. Hierzu sind die Desinfektion aller Utensilien, die mit dem erkrankten Euter in Kontakt kommen (Melkzeug, Melkerhände) und die Desinfektion der erkrankten Zitze mit einem geeigneten Dippmittel erforderlich.

Häufiger als die Akne der Zitzen- und Euterhaut sind virale Infektionen, die sich ausgehend von knötchenartigen Veränderungen über Blasen bis hin zu umfangreichen Erosionen entwickeln können. Die Veränderungen sind meist sehr schmerzhaft und beeinträchtigen den Melkakt. Die Dauer der Erkrankung ist variabel (von wenigen Tagen bis zu mehreren Wochen) und befällt meistens einen Großteil der Herde. Eine belastungsfähige Immunität entwickelt sich nicht, so dass eine Kuh mehrmals in größeren Zeitabständen erkranken kann.

Impfungen sind nicht Erfolg versprechend. Als Auslöser ist eine Vielzahl von Viren anzusehen. Die Therapiemöglichkeiten erstrecken sich auf die Unterstützung der Abheilung der Erosionen und die Vermeidung von bakteriellen Sekundärinfektionen, die die Wundheilung stören und Mastitiden auslösen können.

Ebenfalls viralen Ursprungs sind so genannte Warzen (Papillome), die besonders bei Jungkühen auftreten und bei der Lokalisation an der Zitze zu Melkstörungen führen können. Bei massivem Befall ist der Einsatz eines stallspezifischen Vakzins Erfolg versprechend.

8.3.3 Mastitis

Entstehung der Mastitis: Die Entstehung einer Mastitis setzt voraus, dass ein Erregerreservoir im Umfeld der Kuh vorhanden ist. Zusätzlich müssen Übertragungsmechanismen existieren, die das Durchdringen der Bakterien durch den Strichkanal in die Zitzenzisterne ermöglichen. Schließlich muss eine, an der Invasionsrate und Pathogenität der Mikroorganismen gemessene, unzureichende Abwehrleistung des Euters bestehen.

Abwehrmechanismen der Kuh: Die Kuh hat eine Vielzahl von Abwehrmechanismen entwickelt, die das Eindringen von Mikroorganismen ins Euter verhindern. Die bedeutsamsten Abwehreinrichtungen sind im Strichkanal der Kuh lokalisiert. Das aktive Verschließen des Strichkanals durch den elastisch-muskulösen Schließmechanismus der Zitzenkuppe (Sphinkter) bedingt einen mechanischen Verschluss des Euters, der, je nach Melkbelastung, 2 bis 4 Stunden nach dem Melken seine volle Funktionsfähigkeit erreicht und je nach Melkbarkeit der Zitze und Euterinnendruck bis zur nächsten Melkzeit wieder nachlässt.

Mikroorganismen, die in den Strichkanal gelangt sind, werden durch die spezifische Auskleidung (Keratin) adsorbiert und beim nächsten Melken durch das Abschilfern der Keratinplättchen aus dem Strichkanal herausgespült. Darüber hinaus verfügt das Keratin über kationische Proteine und freie Fettsäuren, die einen bakterienhemmenden Einfluss entwickeln. Die fortlaufende Erneuerung des Keratins ist daher ein wesentlicher Mechanismus zur Stabilisierung der Bakterienflora im Strichkanal, sowohl übermäßige als auch zu geringe Keratinentfernung kann diese Funktion beeinträchtigen. Die Strichkanalauskleidung ist in der Lage, durch Regelmechanismen die Neubildung von Keratin anzupassen (Entwicklung von Hyperkeratosen).

Wie jede andere Körperöffnung (Uro-Genitaltrakt, Atmungstrakt) verfügt auch der Strichkanal über eine Bakterienflora, die keine oder nur geringgradig pathogene (krankmachende) Eigenschaften besitzt. Sie ist an das Milieu besonders gut angepasst (keine Hemmung durch freie Fettsäuren im Keratin) und behindert als Konkurrenzflora die Besiedelung des Strichkanals mit euterpathogenen Mikroorganismen.

Können Mastitiserreger den Strichkanal passieren, treffen sie im Bereich der Fürstenberg'schen Rosette (innere Strichkanalmündung) auf Abwehrzellen, die in der Lage sind, Fremdkörper und Mikroorganismen aufzunehmen und zu neutralisieren (Phagozytose). Die Abwehrzellen gelangen aus dem Blut ins Eutergewebe und stellen den wesentlichen Teil der systemischen unspezifischen Abwehreinrichtungen dar. Diese Abwehrzellen werden nach dem Eindringen von körperfremden Substanzen und Mikroorganismen aktiviert und gelangen aus den Blutgefäßen durch die Blut-Euter-Schranke hindurch in die infizierten Drüsenbereiche. Die Öffnung der Blut-Euter-Schranke führt zu einer Verschiebung der Elektrolytzusammensetzung und damit zur Änderung der elektrischen Leitfähigkeit der Milch. Im Gewebe versuchen die Phagozyten in Verbindung mit Hilfssubstanzen (Entzündungsmediatoren) die eingedrungenen Mastitiserreger aber auch zugrunde gegangenes Gewebe und Entzündungsprodukte zu neutralisieren. Der Nachweis erhöhter Zellgehalte ist daher als Zeichen für das Vorliegen einer Entzündung anzusehen. Die Zahl der Mastitiserreger und Abwehrzellen unterliegt einem dynamischen Gleichgewicht. Die Entwicklung einer Mastitis ist abhängig von der Zahl der Mastitiserreger und deren Pathogenitätsfaktoren aber auch von der Zahl und Aktivität der Phagozyten. Letzteres wird in erster Linie durch die Fitness der Kuh und damit durch die Haltungs- und Fütterungsbedingungen beeinflusst. Mehrmaliges vollständiges Ausmelken reduziert durch das Ausspülen die Zahl der Mastitiserreger und die Menge von

Entzündungsprodukten im Euter. Der eutergesundheitsfördernde Effekt des mehrmaligen Melkens beruht auf diesem Mechanismus.

Erregerspezifische Abwehrmechanismen auf der Basis von Immunglobulinen sind im Euter nur geringgradig ausgebildet. Daher sind Impfstoffe zur Vermeidung von Mastitiden (noch) nicht verfügbar (Abb. 46).

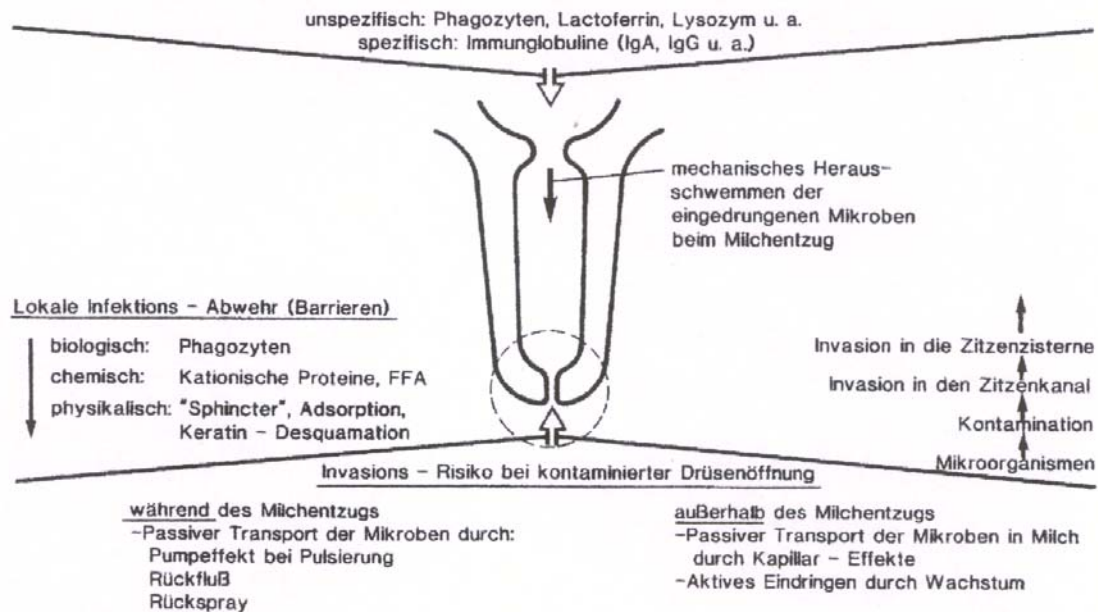


Abb. 46: Möglichkeiten des Eindringens pathogener Mikroben durch den Strichkanal in die Milchdrüse (entnommen: DVG, 2002)

Interpretation von Informationen und Kennzahlen zur Beurteilung der Eutergesundheit: Zur Einschätzung der Eutergesundheit der Einzelkuh, als auch der Herde sind folgende Kenngrößen verwendbar:

- Tankzellzahl
- Anteil euterkranker Tiere in der Herde
- Häufigkeit sichtbarer Euterentzündungen

Tankzellzahl: Die Tankzellzahl ist ein Indikator für die Häufigkeit chronischer subklinischer, d.h. langdauernder und sinnfällig nicht erkennbarer Euterentzündungen in der Herde. Je geringer die Kuhzahl, umso größer können die monatlichen Schwankungen der Tankzellzahl sein, da bereits wenige euterkranke Kühe einen erheblichen Einfluss ausüben. Als Ziel ist eine Tankzellzahl im 6-monatigen Durchschnitt von weniger als 250.000 Zellen/ml anzustreben. Da in vielen Mastitisproblembetrieben jedoch die Milch von Problemtieren nicht abgeliefert wird, ist die tatsächliche Tankzellzahl niedriger, als die Mastitissituation erwarten ließe. Ähnliche Effekte gibt es auch in Betrieben mit gehäuft auftretenden klinischen Mastitiden, da das veränderte Mastitissekret nicht in die Tankmilch gelangt. Eine hohe Tankzellzahl ist in der Regel immer ein Hinweis für ein Mastitisproblem. Niedrige Zellzahlen sind demgegenüber jedoch keine Garantie für eine gute Eutergesundheit!

Anteil euterkranker Tiere in der Herde: Euterkranker Kühe lassen sich mit Hilfe des sog. Schalm- oder California-Mastitis-Testes identifizieren. Dieser Test ist einfach durchzuführen und preiswert. Er liefert jedoch als Untersuchungsergebnis nur eine in der Testschale unterschiedlich stark erscheinende Gelbildung und Farbveränderung, so dass er in erster Linie nur verwendet wird, um den Verdacht auf das Vorliegen einer Entzündung zu bestätigen und ggf. andere, nicht verdächtige Viertel des Euters zu kontrollieren. Um eine schleichende Verschlechterung der Eutergesundheit feststellen zu können, müssen alle laktierenden Kühe in regelmäßigen Abständen (am Besten monatlich) „geschalmt“ und die Ergebnisse des

Schalmtestes protokolliert werden. Dieses Verfahren ist recht arbeitsaufwendig und deshalb in der Praxis nicht weit verbreitet.

Die Bestimmung der Gemelkszellzahl jeder Kuh im Rahmen der MLP ermöglicht eine sichere und einfache Erkennung euterkranker Kühe. Die Gemelkszellzahl einer gesunden Kuh liegt unter 150.000 Zellen/ml und sollte auch bei altemelkenden Kühen den Wert von 250.000 Zellen/ml nicht übersteigen. Der Anteil der Kühe mit mehr als 250.000 Zellen/ml sollte 20 % aller laktierenden Kühe nicht überschreiten. Die Gemelkszellzahlen frischmelkender Kühe (bis etwa 14 Tage nach dem Kalben), als auch von Kühen, die zum Trockenstellen nur einmal am Tag gemolken werden, sind deutlich höher. Dies ist kein Hinweis auf das Vorliegen einer Entzündung. Bezogen auf die Eutergesundheit lassen sich aus den MLP-Ergebnissen folgende Auswertungen erstellen:

- Neben der Anzahl euterkranker Kühe in der Herde kann der Anteil jeder einzelnen Kuh an der Tankzellzahl bestimmt werden. Diese Information ist hilfreich, wenn entschieden werden muss, welche Kuh von der Milchablieferung ausgeschlossen werden soll, um die Tankzellzahl zu senken.
- Weiterhin lässt sich die theoretische Tankzellzahl berechnen, die entstünde, wenn alle Milch in den Tank gemolken wird. Dieser Wert ist aussagekräftiger als die tatsächliche Tankzellzahl.
- Durch den Vergleich zweier Kontrollergebnisse lässt sich feststellen, wie viele Kühe in der Zwischenzeit gesundet oder neu erkrankt sind. Diese Information ist besonders hilfreich, um kurzfristige Änderungen der Eutergesundheit festzustellen.
- Werden die einzelnen Eutergesundheitsindikatoren über einen längeren Zeitraum aufgelistet, ist eine langfristige Auswertung, z. B. zur Kontrolle eines Sanierungserfolges, möglich (Abb. 47).

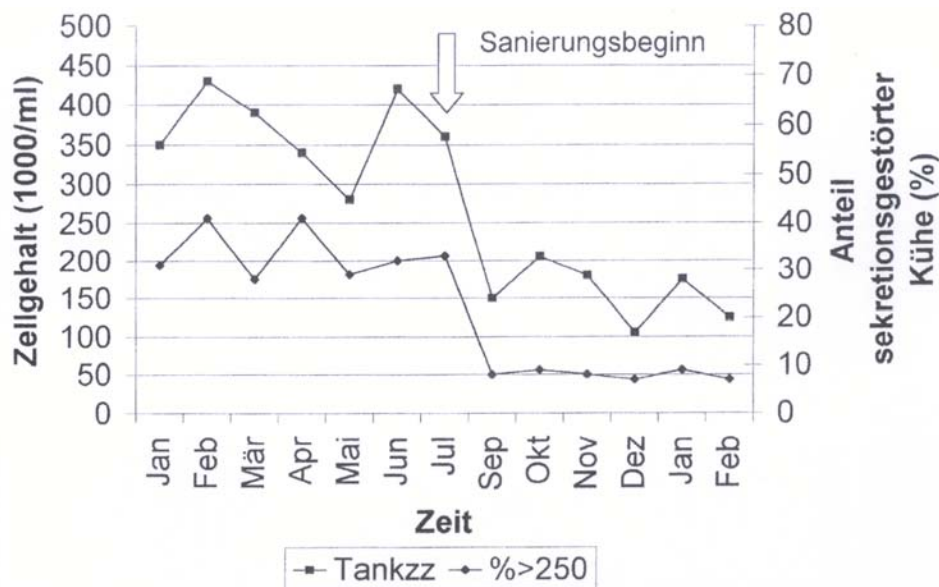


Abb. 47: Entwicklung der Eutergesundheit einer Herde

Für Herden mit gestörter Eutergesundheit ist die Gemelkszellzahl eine Schlüsselinformation. Die Teilnahme an der MLP ist für Zellzahlproblembetriebe aber genauso für jeden anderen Milchviehbetrieb unerlässlich.

Häufigkeit sichtbarer Euterentzündungen: In vielen Betrieben, in denen überwiegend Mastitiden mit starken sichtbaren Entzündungszeichen auftreten, können sowohl die Tankzellzahlen, als auch der Anteil euterkranker Tiere anhand der MLP-Zellzahlen unauffällig sein. Als guter Indikator zur Beurteilung der Eutergesundheit dieser Betriebe ist hier die Zahl der

sichtbaren Mastitiden pro Kuh und Jahr verwendbar. Die so genannte klinische Mastitisrate sollte weniger als 0,2 klinische Mastitiden pro Kuh und Jahr betragen. Um diese Zahl erheben zu können, sollte jede sichtbare Euterentzündung notiert werden (Name der Kuh, Datum, Viertel). Zusätzliche Angaben über die Menge der verworfenen Milch, entstandene Therapiekosten und das Ergebnis der Behandlung machen die ökonomische Bedeutung der Eutererkrankungen sichtbar und helfen, Mastitis-anfällige Kühe oder Zuchtlinien zu erkennen und ggf. zu merzen.

Um eine schleichende Verschlechterung der Eutergesundheit frühzeitig festzustellen und Milchgeldabzüge aber auch erhöhte Kosten und Verluste durch die Behandlung von Euterkrankheiten zu vermeiden, ist eine regelmäßige Kontrolle der Eutergesundheit der Herde notwendig. Als hilfreiche und aussagekräftige Maßzahlen sind folgende Indikatoren verwendbar (Tab. 85).

Tab. 85: Indikatoren zur Beurteilung der Herden-Eutergesundheit

Indikator	Ziel
Tankzellzahl	< 250.000 Zellen/ml
Theoretische Tankzellzahl (MLP)	< 250.000 Zellen/ml
Anteil euterkranker Kühe (Gemelkszellzahl > 250000 pro ml)	< 20 %
Klinische Mastitisrate	< 0,2 klinische Mastitiden/Kuh und Jahr

Ein wesentliches Hilfsmittel bei der Kontrolle und Verbesserung der Eutergesundheit ist die Untersuchung von Milchproben zum Nachweis von Mastitiserregern. Diese Informationen sind von entscheidender Bedeutung, wenn Prophylaxe- und Sanierungsmaßnahmen entwickelt werden sollen und wenn euterkrankte Kühe behandelt werden müssen. Hierbei sind sowohl der Zellgehalt als auch die Erregerart zu bestimmen, die verschiedenen Werte ergeben unterschiedliche Diagnosen. Als Grenzwert für die zytologische Diagnostik ist ein Zellgehalt von 100.000 pro ml im Viertelanfangsgemelk festgelegt.

In etwa 30 % der Untersuchungen sind trotz deutlich erhöhtem Zellgehalt keine Mastitiserreger nachweisbar (unspezifische Mastitis). Der Grund hierfür liegt in der zu geringen Anzahl mit der Milch ausgeschiedener Mastitiserreger, die eine Anzüchtung im Labor, und damit den Nachweis, unmöglich macht. Unabhängig davon sind nach erfolgreich behandelter Mastitis die Zellgehalte noch mehr oder weniger lange erhöht, ohne dass dies ein Hinweis für ein Therapieversagen ist. In Staphylokokken-Problembeständen ist häufig der Nachweis des Erregers ohne eine Erhöhung des Zellgehaltes feststellbar (Besiedlung oder latente Infektion). Bei den nachgewiesenen Keimen handelt es sich um Bakterien, die den Strichkanal besiedeln und jederzeit eine Mastitis auslösen können. Im Vergleich dazu deutet der Nachweis mehrerer Bakterienarten, die aus der Umwelt stammen auf eine verschmutzte Probe hin. Die Ursachen dieses Keimnachweises beruhen entweder auf einer unsauberen Probenentnahme oder weisen auf Fehler bei Transport und Lagerung der Probe hin (Tab. 86).

**Tab. 86: Bedeutung der zytobakteriologischen Diagnose
(Zellgehalt und bakteriologisches Ergebnis)**

Bezeichnung	Zellgehalt	Erreger	Ursache
Mastitis	stark erhöht	nachweisbar	Euterentzündung durch Erreger verursacht
Unspezifische Mastitis	stark erhöht	nicht nachweisbar	Zustand nach Coli-Infektion Hemmstoffe Bis 14 Tage nach antibiotischer Therapie Bakterien sind abgekapselt
Sekretionsstörung	leicht erhöht	nicht nachweisbar	Mechanische oder chem. Reizung Zustand nach Mastitis
Besiedlung	normal	nachweisbar	Bakterien aus dem Strichkanal
Verschmutzung	normal	mehrere Erregerarten nachweisbar	Bakterien von der Zitzenhaut Fehlerhafte Probenahme Fehlerhafter Probentransport
obB (ohne bes. Befund)	normal	nicht nachweisbar	Momentan alles in Ordnung

Ist der Zellgehalt erhöht und ein Erreger, in der Regel Bakterien, aber auch Hefen, Pilze oder Algen, nachweisbar, spricht man von einer Mastitis. Die Erreger werden als Ursache für die Entzündung angesehen und durch Behandlung oder Schlachtung des Tieres beseitigt. Eine Selbstheilung durch die Abwehrkräfte der Kuh ist, je nach Erregerart, in unterschiedlichem Umfang möglich. Aus epidemiologischen Gründen unterteilt man die Mastitiserreger in Kuh- und Umwelt-assoziierte Mikroorganismen (Tab. 87).

Kuh-assoziierte Mastitiserreger: Zu den Kuh-assoziierten Erregern gehören Staphylokokken (z.B. Staph. aureus), Streptokokken (Strep. agalactiae und Strep. dysgalactiae) und Mycoplasmen. Diese Mikroorganismen finden sich zwar auch im Umfeld der Kühe, als Mastitiserreger sind jedoch nur jene anzusprechen, die bereits in einem erkrankten Euter Viertel oder im Strichkanal nachweisbar sind. Da Kühe mit diesen Erregern nur selten klinische Mastitiszeichen entwickeln und der Zellgehalt der betroffenen Tiere nicht sehr hoch sein muss, werden erregerausscheidende Tiere häufig nicht erkannt. Alle Einflüsse, die mit einer Beeinträchtigung der Zitzenkondition in Beziehung stehen, fördern die Besiedlung der Zitzenhaut mit Kuh-assoziierten Erregern. Dies ist sehr ausgeprägt bei allen Zitzenverletzungen und bei der Akne der Zitzen- und Euterhaut, aber genauso bei aufgerauter und durch Insektenstiche entzündeter Zitzenhaut.

Die Kuh-assoziierten Mastitiserreger werden, wenn sie sich nicht schon vorher auf einer vorgeschädigten Zitzenhaut ansiedeln konnten, während des Melkens auf andere Kühe übertragen und dringen während des Melkens und kurz danach in den Strichkanal und die Zitzenzisterne ein. Als wesentlicher Vektor ist der Zitzengummi zu nennen, der bakterienhaltige Milchpartikel der vorher gemolkene Kuh auf die nächste gesunde Kuh überträgt. Man kann davon ausgehen, dass die Mastitiserreger einer Kuh über zwei bis drei weitere Melkungen auf dem Zitzengummi nachweisbar sind. Eine ähnliche Übertragungswahrscheinlichkeit bieten die Melkerhände, die sich beim Vormelken mit Mastitiserregern kontaminieren oder selbst, bei rissiger Haut oder Abszessen, als Erregerreservoir fungieren. Das Eindringen der Mastitiserreger in Zitzenkanal und Zitzenzisterne erfolgt überwiegend durch zur Zitze gerichtete Druckgradienten. Bei ausreichend dimensionierten Melkanlagen und Melkzeugen lassen sich die bedeutsamsten Druckgradienten durch plötzliche Luftleinbrüche (Liner Slip) oder fehlerhafte Melkzeugabnahme (Melkzeugabnahme ohne vorherigen Vakuumabbau) erklären (Kapitel 2).

Streptokokken, speziell Strep. agalactiae, und Staphylokokken verfügen über so genannte Adhärenzfaktoren, die ihnen das Anheften an die Schleimhaut der Zisternen und Milchgänge ermöglicht. Auf diese Weise widersetzen sie sich dem Ausspüleffekt des Melkens und gewinnen Zeit, sich im Eutergangsystem auszubreiten und zu vermehren. Eine Vielzahl von Enzymsystemen ermöglicht ihnen (speziell den Staphylokokken) das Eindringen in das

Drüsengewebe (Infiltration) und die Abkapselung in Fibrinschichten, die sie vor der Phagozytose durch Abwehrzellen schützt. Staphylokokken sind darüber hinaus in der Lage, sich nach erfolgter Phagozytose der intrazellulären Verdauung zu widersetzen. Auf diese Weise können sie längere Zeit im Euter, geschützt vor weiteren Abwehr- und Therapieversuchen, überdauern. Das Vorhandensein des Enzyms β -Lactamase bei einem Großteil der Staphylokokken hat die Nutzung so genannter β -Lactam-Antibiotika (z.B. Penicillin G) deutlich eingeschränkt.

Kuh-assoziierte Mastitiserreger sind gut an das Leben im Euter angepasst. Eine Infektion führt in der Regel zu einer langdauernden (chronischen) subklinischen Mastitisform, die auf eine antibiotische Therapie nur unzureichend reagiert (speziell Staph. aureus). Die Schlachtung therapieresistenter Kühe ist daher eine wesentliche Maßnahme im Rahmen der Bestandssanierung.

Tab. 87: Wichtige Reservoirre von Mastitisserregern

Erreger	Infizierte Milchdrüse	Zitzenverletzung	Tonsillen bzw. Respirations-trakt	Genital-trakt	Darm	Äußere Haut	Übertragung beim Milchentzug	Vorbeuge* während der Melkzeit
<u>S. aureus</u>	+++	+++	+	+	-	-	+++	wirksam
<i>S. agalactiae</i>	+++	+++	++	-	-	-	+++	
<i>S. dysgalactiae</i>	++	+++	++?	-	-	-	++	
<i>Mycoplasma spp.</i>	+++	-	+++	+++	-	-	+++	
<i>S. uberis</i>	+	+	++?	-	+?	++	+	kaum wirksam
<i>Enterococcus</i>	+	++	-	-	+++	++	+	
<i>E. coli, Klebsiella,</i>	-	+	-	++	+++	+++	(+)	
<i>Enterobacteriaceae</i>								
<i>A. pyogenes</i>	(++)	++	-	+	-	++	(+)	
<i>Staphylococcus supp.</i> (KNS = Koag. neg.S)	+	++	?	-	-	+++	+	kaum wirksam
<i>Prothoteken spp.</i>	-	-	-	-	+	-	++	wirksam
<i>Nocardien spp.</i>	-	-	-	-	-	+	+	kaum wirksam

* schließt Desinfektion nach dem Melken ein
Quelle: DVG, 2002

Die Häufigkeit von Mastitiden wird durch mehrere Risikofaktoren erhöht. Der Keimdruck im Umfeld der Kühe wird in erster Linie durch die Anzahl subklinisch euterkrankter und latent infizierter Kühe in der Herde bestimmt. Erfolgreiche Mastitistherapieversuche und das Verbleiben therapieresistenter Mastitiskühe in der Herde über längere Zeit begünstigen eine hohe Erkrankungshäufigkeit in der Herde (Tab. 88).

Tab. 88: Erfolgsaussichten für eine antibiotische Mastitistherapie

Einfluss	Chancen stehen	
	gut (>70%)	schlecht (<30%)
Alter der Kuh	jung	alt
Dauer der Erkrankung	kurz	lang
Anzahl Vorbehandlungen	keine	viele (>2)
Stoffwechselstatus	stabil	belastet
Erregerart	Galt und andere Streptokokken Staphylokokken (nicht Staph.-aureus) Coliforme Keime (wenn frühzeitig)	Staph.-aureus Hefen Prototheken Pseudomonaden Coliforme Keime (verschleppte Fälle)
Zeitpunkt der Therapie	Zum Trockenstellen	In der Hochlaktation

Faktoren, die die Zitzenkondition nachteilig beeinflussen, wie unzureichende Zitzenpflege, klimatische und chemische Faktoren, die eine Aufrauung der Zitzenhaut verursachen und Haltungs- und Fütterungsmängel, die die Häufigkeit von Zitzenverletzungen fördern, sind gleichfalls zu nennen. Die Übertragungswahrscheinlichkeit steigt bei Verwendung einer nicht leistungsgerechten Melktechnik und bei unzureichender Melkhygiene. Die Bekämpfung eingedrungener Mastitiserreger setzt ein intaktes Immun- und Abwehrsystem voraus. Kühe, die aufgrund von Haltungsmängeln gestresst und durch eine fehlerhafte Fütterung unzureichend versorgt sind (Mangel an den Vitaminen A und E und den Spurenelementen Selen und Kupfer), sind in ihrer Abwehrleistung geschwächt.

Folgende Prophylaxemaßnahmen leiten sich aus dem bisher gesagten ab:

Die Euter sollten sorgfältig mit Einwegmaterial gereinigt und getrocknet werden, parallel dazu ist die Melkbereitschaft der Kuh herbeizuführen. Es sollte eine leistungsfähige Melkanlage verwendet werden, bei der die erforderlichen Wartungs- und Renovierungsmaßnahmen zeit- und bedarfsgerecht durchgeführt werden. Unnötige Luftleinbrüche in die Melkanlage sind zu vermeiden. Nach Abnahme des Melkzeuges sollten die Zitzen mit einem geprüften Dippmittel desinfiziert werden, ggf. sollte die Melkzeugzwischeninfektion durchgeführt werden. Die Therapie klinisch euterkrankter Kühe muss so früh wie möglich durchgeführt und Kühe unter antibiotischem Schutz trockengestellt werden. Der Zukauf von Kühen ist auf das unbedingt notwendige Maß zu reduzieren. Zukaufstiere sollten vor Einstallung in die Herde auf ihren Eutergesundheitsstatus überprüft werden. In Verbindung mit dem betreuenden Tierarzt sollte ein Qualitätssicherungsprogramm eingeführt werden, in dem erreichbare Ziele zur Eutergesundheit festgeschrieben werden (z.B.: keine Strep. agalactiae- und Mycoplasmeninfizierte Kühe, höchstens 5 % aller Kühe mit Staph. aureus-Infektionen).

Umwelt-assoziierte Mastitiserreger: Bei den Umwelt-assoziierten Mastitiserregern handelt es sich hauptsächlich um coliforme Keime (z.B. E. coli), Enterokokken (z.B. Strep. uberis) und eine Vielzahl anderer in Kot, Einstreu, Wasser und Futter lebender Mikroorganismen. Diese potenziellen Mastitiserreger sind ständig im Umfeld der Kühe vorhanden, der Infektionsdruck wird in erster Linie durch klimatische und haltungshygienische Faktoren bestimmt. Mängel

bei der Reinigung der Melkanlage erhöhen nur bedingt den Oberflächenkeimgehalt in Melkzeugen. Sondermelkeinheiten, die nicht regelmäßig gereinigt und desinfiziert werden, stellen dagegen ein großes Risiko für frisch abgekalbte und euterkrankte Kühe dar. Euterlappen für mehrere Kühe und eine feuchte Euterreinigung ohne ausreichende Nachtrocknung erhöhen die Konzentration von Umwelt-assoziierten Mastitiserregern an der Zitzenkuppe.

Die Mikroorganismen gelangen bei direktem Kontakt der Zitzen mit keimhaltigem Material (Einstreu, Kot) an die Zitzenkuppe. Aufgrund ihrer zum Teil sehr hohen Vermehrungsrate sind sie in der Lage, innerhalb einer Zwischenmelkzeit den Strichkanal zu kolonisieren und zu durchdringen. Darüber hinaus können sie, ähnlich wie die Kuh-assoziierten Mastitiserreger, durch Druckgradienten gegen Ende des Melkaktes in Strichkanal und Zitzenzisterne transportiert werden. Ein hämatogener Infektionsweg wird für coliforme Keime vermutet.

Da die Umwelt-assoziierten Mastitiserreger an das Leben im Euter nicht angepasst sind (wenig oder keine Adhärenzfaktoren) werden eingedrungene Mikroorganismen durch das Melken reduziert. Daher sind Infektionen in der Laktationsruhe (Trockenstehzeit und Aufeuterungsphase) häufiger als während der Laktation. 50 bis 70 % der Infektionen dauern weniger als 30 Tage, nur 10 bis 15 % der Infektionen bestehen länger als 100 Tage (chronische Mastitis). Der Anteil klinischer Mastitiden ist deutlich höher als bei Kuh-assoziierten Mastitiserregern. Spontanheilungen sind relativ häufig. Bei Infektionen mit coliformen Keimen besteht die Besonderheit, dass die Ausprägung der klinischen Symptome durch die beim Zerfall der Erreger im Euter freigesetzten Endotoxine bestimmt wird. Endotoxine sind Giftstoffe, die durch eine Verengung der blutleitenden Venen die plötzliche starke Schwellung der erkrankten Euterviertel verursachen. Sie sind für die mitunter starke Störung des Allgemeinbefindens des erkrankten Tieres verantwortlich (Fieber, Sistieren der Milchproduktion, Festliegen) und können zum Verlust des erkrankten Viertels und zum Tod der Kuh führen. Daher gelten für diese Mastitisform andere Therapieempfehlungen.

Der Keimgehalt Umwelt-assoziierten Mastitiserreger auf der Zitzenkuppe bestimmt das Invasionsrisiko und die Mastishäufigkeit sowohl bei Trockenstehern als auch bei laktierenden Kühen. Er wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst, angefangen bei der Belegungsdichte des Stalles, den Boxenmaßen, der Reinigungshäufigkeit der Liegeflächen und dem Einstreumaterial.

Bereits bei einem Tier-Liegeplatzverhältnis von eins zu eins muss damit gerechnet werden, dass rangniedere Kühe freie Liegeboxen nicht annehmen und sich auf die Laufflächen legen. Mit steigender Überbelegung nehmen die Zahl verschmutzter Euter und die Häufigkeit von Zitzen- und Euterverletzungen deutlich zu. Der Mehraufwand für die intensivere Euterreinigung und die zusätzliche Behandlung von Zitzenverletzungen und Mastitiden ist häufig größer, als der Gewinn, der durch das Halten der überzähligen Kühe erreicht werden kann.

Die Boxenmaße müssen so geräumig sein, dass die Kühe sich bequem und ohne Verletzungsgefahr bewegen können. Sie müssen aber auch so eng bemessen sein, dass Kot und Harn nicht in die Liegebox gelangt. Dies setzt angemessene Boxenmaße und eine möglichst homogene Herde voraus. Zu große Liegeboxen (zu breit, Nackenriegel und Brustbrett zu weit vorne, viele kleinrahmige Erstkalbinnen) fördern die Verschmutzung der Liegefläche. Bei zu kleinen Boxenmaßen erhöht sich die Häufigkeit von Spaltenliegern.

Der hintere Bereich der Liegeboxen ist zweimal täglich zu reinigen. Kot muss aus der Box entfernt und frisches Einstreumaterial eingestreut werden. Bei Tiefboxen ist zusätzlich die Liegefläche zu nivellieren. Eine stärkere Verschmutzung oder der Betrieb eines automatischen Melksystems macht häufig einen dritten Reinigungsgang pro Tag erforderlich.

Die Auswahl des Einstreumaterials richtet sich nach dem Boxentyp. Grundsätzlich gilt, dass jede Liegebox (Hoch- und Tiefbox) Einstreu erfordert. Bei Hochboxen werden zur Verbesserung des Liegekomforts Gummimatten oder -matratzen eingesetzt. Einstreu hält die Oberfläche trocken und gewährleistet Trittsicherheit. Ein Mindestgefälle von ein bis zwei Prozent ist erforderlich, bei weicheren und dickeren Matratzen muss das Gefälle vier bis sechs Prozent betragen, damit bei einer leichten Senkenbildung im hinteren Liegebereich Feuchtigkeit noch abfließen kann. Als Einstreumaterial sind Gesteinsmehl oder Strohmehl vorteilhaft.

Sägemehl hat sich hier nicht bewährt, da vermehrt Entzündungen im Bereich der Sprunggelenke (Peritarsitiden) auftreten. In der Tiefbox übernimmt das Einstreumaterial die Aufgabe, eine bequeme Liegeunterlage bereitzustellen. Hierfür sind ausreichende Mengen Einstreu (Sand, Stroh oder Sägemehl) erforderlich. Da Flüssigkeit, die in die Tiefbox gelangt, nicht abfließen kann, muss sie vom Einstreumaterial aufgesogen und kompostiert werden. Hierfür ist eine ausreichende Menge Einstreumaterial erforderlich. Bei Tiefstreu- oder Tretmistställen stehen den geringen Stallbauinvestitionen hohe laufende Kosten für Strohbergung und –lagerung sowie Entmistung gegenüber. Diese Haltungssysteme sind zwingend an ausreichende Einstreumengen gebunden (Tiefstreu acht bis zehn kg pro Kuh und Tag, Zweiraum-Tiefstreustall und Tretmiststall vier bis sechs kg pro Kuh und Tag), um eine ausreichend saubere und trockene Liegefläche zu gewährleisten.

Das Wachstum der Umweltbakterien wird durch hohe Temperaturen und genügend Feuchtigkeit im Liegebereich, bzw. eine hohe Luftfeuchtigkeit gefördert. Wärmedämmte Ställe mit unzureichender Luftaustauschrate sind in dieser Beziehung als problematisch anzusehen. Aber auch in Außenklimaställen können in den Sommermonaten, in Abhängigkeit von der Wetterlage, hohe Temperaturen und hohe Luftfeuchtigkeit zu einer großen Keimkonzentration im Umfeld der Kühe führen.

Die Kuh versucht über den festen Verschluss des Strichkanals ein Eindringen der Mikroorganismen aus der Umwelt in das Euter zu verhindern. Durch die züchterisch bedingte Erhöhung der Milchleistung und Melkbarkeit ist die Länge der Zitze und in diesem Zusammenhang auch die Länge des Strichkanals reduziert worden. In Verbindung mit einer Lockerung des Schließmuskels kommt es zu einer Reduzierung der Verschlussfestigkeit des Strichkanals. Mikroorganismen, die den Strichkanal besiedeln und durchwachsen gelangen nun wesentlich früher in die Zitzenzisterne, wo sie die Entzündungsreaktion auslösen. In Problemherden mit Umwelt-assoziierten Mastitiserregern sind Kühe mit hohen Spitzenmilchflüssen häufiger erkrankt.

Die Beseitigung eingedrungener Krankheitserreger ist ein stoffwechselbelastender Prozess. Defizite im Bereich der Versorgung mit Rohnährstoffen, Mineralien, Vitaminen und Spurenelementen reduzieren die Abwehrleistung und erhöhen die Erkrankungshäufigkeit. Primärerkrankungen, die mit verlängerten Liegezeiten verbunden sind (Hypokalzämie, Klauenerkrankungen), erhöhen den Infektionsdruck an der Zitze und wirken sich über eine Beeinträchtigung der Futteraufnahme negativ auf die Stoffwechselstabilität aus. Im Gefolge von Schweregeburten und Verdauungsstörungen sollen Krankheitserreger auf hämatogenem Weg das Euter besiedeln und zu Mastitiden (speziell Coli-Mastitiden) führen. Grundsätzlich beeinträchtigt jedes Energiedefizit und die daraus resultierenden Ketosen die Abwehrleistung auf verschiedenen Ebenen. Unter Energiemangel ist die Zahl und Beweglichkeit der im Blutgefäßsystem zirkulierenden Phagozyten deutlich reduziert, da die Neubildung der Abwehrzellen im Knochenmark eingeschränkt ist. Die Beweglichkeit der Abwehrzellen im erkrankten Gewebe, sowie die Phagozytoseaktivität sind unter Energiedefizit deutlich reduziert. Die für eine effektive Abwehr erforderlichen Entzündungsmediatoren und lokalen Immunglobuline werden in geringerer Menge produziert (Tab. 89).

Diese Zusammenhänge begründen eine erhöhte Mastitisanfälligkeit ketotischer und stoffwechselgestörter Kühe.

Prophylaxemaßnahmen zum Schutz vor Umweltmastitiden konzentrieren sich in erster Linie darauf, die Euter in der Zwischenmelkzeit vor Verschmutzung zu bewahren. Hierzu sind die Liegeflächen optimal zu dimensionieren und zu pflegen, sowie die Überbelegung des Stalles zu vermeiden. Der Stall muss trocken, luftig und kühl sein, um die Vermehrung der Bakterien zu hemmen. Der Transitphase ist in diesem Zusammenhang erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken, da besonders hohe Anforderungen an die hygienische Aufstallung und optimale Fütterung gestellt werden. Um die Penetration des Strichkanals durch Umwelt-assoziierte Mastitiserreger zu reduzieren sollten Barriere-Dippmittel eingesetzt und die züchterische Kontrolle der Melkbarkeit intensiviert werden.

Tab. 89: Einflüsse von Ketosen und Energiemangel auf die Abwehrfunktion

Abwehrleistung	Auswirkung
Beweglichkeit der Abwehrezellen	weniger Blut-Leukozyten geringere Neubildung im Knochenmark geringere Wanderungsgeschwindigkeit im Gewebe
Freisetzung von Entzündungsmediatoren	weniger Immunglobuline weniger Cytokine
Phagozytoseaktivität	Reduktion der Fressrate Reduktion der Abtötungsrate

Sonderformen

Mastitiden in der Trockenstehzeit: Im Vergleich zu den Mastitiden in der Laktation besteht die Besonderheit der Mastitiden in der Trockenstehzeit darin, dass das Ausspülen der Erreger und Entzündungsprodukte durch das Melken nicht erfolgt. Infektionen in dieser Phase zeigen nur selten sichtbare Entzündungszeichen, obwohl die Zerstörung des infizierten Gewebes größere Ausmaße (z.B. Verlust eines Viertels) annehmen kann. Eine häufige Ursache der Trockenstehermastitis ist die Reaktivierung einer aus der Laktation stammenden subklinischen Mastitis. Dies ist allerdings nur bei fehlendem antibiotischen Schutz (kein Trockensteller oder Infektion in der Aufeuterungsphase) oder nicht richtig ausgewähltem Antibiotikum möglich. Häufiger sind Neuinfektionen während der Trockenstehzeit, wobei die eigentliche Trockenstellphase (bis 8 Tage nach dem Trockenstellen) und die Aufeuterungs- oder Transitphase als entscheidende Risikoperiode anzusehen sind. Auch diesen Erkrankungsfällen liegt ein unzureichender antibiotischer Schutz des Euters zugrunde, gleichzeitig ist ein mangelnder Strichkanalverschluss feststellbar, der das Eindringen Umwelt-assoziiierter Mastitiserreger erleichtert.

Klinische Mastitiden in der Trockenstehphase müssen antibiotisch behandelt werden, wobei die erkrankten Kühe solange gemolken werden müssen, bis die Symptome abgeklungen sind, notfalls bis zur nächsten Laktation.

Die Verabreichung von Langzeitantibiotika (Trockenstellen unter Antibiotikaschutz) dient in erster Linie therapeutischen Zwecken (Therapie vorhandener subklinischer Mastitiden). Dieser Verwendungszweck ist auch bei kritischer Bewertung des Antibiotikaeinsatzes gerechtfertigt und sollte als vorteilhafte Maßnahme zur Verbesserung der Eutergesundheit einer Herde generell durchgeführt werden. Die prophylaktische Wirkung der Trockensteller ist für die erste Hälfte der Trockenstehperiode erwiesen. Die Verwendung so genannter antibiotikafreier interner Zitzenversiegler (Teat Sealer) scheint jedoch einen ähnlich guten Schutzeffekt zu entfalten.

Färsenmastitiden: Unter dem Begriff Färsenmastitis werden mehrere voneinander unabhängige Krankheitsgeschehen bei hochtragenden Rindern zusammengefasst. In der Vergangenheit war der so genannte Färsengalt, eine Infektion mit *Strep. agalactiae*, von großer Bedeutung. Man vermutete, dass Kälber, denen Mastitiserreger-haltige Milch vertränkt wurde, diese Erreger beim Besaugen anderer Kälber auf deren Euteranlage übertragen. Diese Vorstellung konnte durch mehrere Untersuchungen bis zur Infektion der Euteranlagen der Kälber bestätigt werden, der endgültige „Lückenschluss“ zur Mastitis der frisch abgekalbten Kuh gelang bisher jedoch nicht. Trotzdem erscheint die Empfehlung, erregerhaltige Milch nicht an weibliche Zuchtkälber zu verfüttern angesichts der geringen finanziellen Einsparungen und der möglichen immensen Verluste gerechtfertigt.

Die so genannte Holsteinische Euterseuche ist überwiegend eine Erkrankung weidender Rinder. Die Infektion erfolgt durch eine Kombination von stechenden und saugenden Insekten. Die auf infizierten Stichstellen nachweisbaren Eitererreger (u.a. *Arcanobacterium pyogenes*) werden durch saugende Insekten auf die Zitzenkuppe übertragen. Die Erkrankung ist gekennzeichnet durch eine starke Schwellung des erkrankten Viertels und die Freisetzung von breiigem stinkendem Eiter. Trotz der Empfindlichkeit des Erregers gegenüber den gängigen Antibiotika ist eine vollständige Wiederherstellung des erkrankten Viertels in dieser Phase nicht mehr möglich. Der gleiche Erreger führt bei Kühen und Färsen auch bei Stallhaltung zu ähnlichen Erkrankungen und ist als Infektionserreger im Gefolge von Zitzenverletzungen häufig anzutreffen. Die Prophylaxemaßnahmen erstrecken sich auf die Bekämpfung der Insekten auf der Weide (durch Beseitigung von Büschen und Dickicht) und im Stall. Bei hoher Erkrankungshäufigkeit ist der Einsatz von antibiotischen Trockenstellern bei hochtragenden Rindern gerechtfertigt.

In den letzten Jahren hat die Häufigkeit von Mastitiden bei Erstkalbinnen in der Transitphase deutlich zugenommen. Als Erreger werden überwiegend Koagulase-negative Staphylokokken und *Staph. aureus* isoliert. Die Ursachen der Erkrankung, die bestandsweise sehr hohe Befallsraten erreichen kann, sind nicht bekannt. Es ist jedoch festzustellen, dass die Wahrscheinlichkeit einer spontanen Selbstheilung in den ersten Laktationsmonaten bei 40 bis 60 % liegt. Der Einsatz eines antibiotischen Langzeitpräparates reduziert die Erkrankungsrate deutlich, während Hygienemaßnahmen in der Aufzuchtphase (Zitzendesinfektion und Zitzenversiegelung) keinen nennenswerten Erfolg bringt.

Grundzüge der Mastitistherapie

Der Nachweis einer Mastitis bedeutet nicht automatisch die unverzügliche Einleitung einer antibiotischen Mastitistherapie. Hierfür sind mehrere Bedingungen erforderlich.

Grundsätzlich gilt, dass Kühe mit sichtbaren Entzündungen, d.h. flockiger Milch und/oder Schwellung des Euterviertels, sofort behandelt werden müssen. Je stärker die sichtbaren Entzündungszeichen, umso intensiver und schneller muss die Therapie eingeleitet werden. Kühe mit fieberhafter Mastitis und stark verändertem Sekret sind „Notfallpatienten“.

Bei nicht erkennbaren, d.h. subklinischen Mastitiden sollten die Kühe vorzugsweise in der Trockenstehphase behandelt werden. Neben geringeren Kosten und der Vermeidung von Hemmstoffproblemen sind die besseren Heilungsraten in dieser Phase hervorzuheben. Subklinisch mit Kuh-assoziierten Mastitiserregern infizierte Kühe in der Herde sind ständige Infektionsquellen. Sie sollten, wenn möglich, als letzte gemolken werden. Eine ausgefeilte und sorgfältige Melkhygiene ist in jedem Fall unverzichtbar.

Wenn bei Mastitisbestandsproblemen der Anteil euterkranker Kühe mehr als 20 % der Herde beträgt und die Tankzellzahl den Wert von 300.000/ml übersteigt, besteht die Gefahr von Milchgeldabzügen. Spätestens jetzt sind Ursachen-bezogene Sanierungsmaßnahmen einzuleiten. Da der Erfolg dieser Maßnahmen zeitlich verzögert eintritt, ist kurzfristiges Handeln erforderlich. Dies geschieht am effektivsten, indem die Kühe mit der höchsten Milchleistung und dem höchsten Zellgehalt anhand der MLP-Ergebnisse ausgewählt und von der Milchablieferung ausgeschlossen werden. Diese Kühe sind unverzüglich zu behandeln, während die übrigen Kühe, vorausgesetzt die Tankzellzahl ist wieder im Normbereich, in der Trockenstehphase behandelt werden können.

Die antibiotische Mastitistherapie führt trotz regelgerechter Anwendung nicht in jedem Fall zu einer Ausheilung des erkrankten Euterviertels. Die Heilungsaussichten hängen von mehreren Faktoren ab. Unter Praxisbedingungen sind Heilungsraten von etwa 50 % zu erzielen, d.h. nur die Hälfte der Patienten ist anschließend frei von Mastitiserregern und weist einen normalen Zellgehalt auf. Gute Heilungsaussichten sind dann zu erwarten, wenn es sich um eine frische Infektion bei einem Tier mit guter Abwehrbereitschaft handelt. Im Gegensatz dazu sind chronische Mastitiden, die bereits mehrfach erfolglos behandelt wurden und bei Kühen auftreten, die sich in einer angespannten Stoffwechsellage befinden, nahezu aussichtslos. Ein Großteil der „Therapieversager“ ist nicht auf den Einsatz eines falschen Antibiotikums zurückzuführen, sondern das Ergebnis einer unzureichenden körpereigenen

Abwehr- und Regenerationsbereitschaft. Antibiotika können im besten Fall vorhandene Mastitiserreger abtöten; die Beseitigung der Entzündung, die Regeneration des erkrankten Gewebes und die Wiederherstellung der normalen Milchsekretion sind Leistungen der Kuh, die medikamentell nur unzureichend unterstützt werden können. Vor Einleitung einer Mastitistherapie sollte daher kritisch überprüft werden, ob der Einsatz von Antibiotika bei einem Tier Erfolg versprechend ist oder ob die Schlachtung vorzuziehen ist (Tab. 88).

Die Auswahl eines geeigneten Antibiotikums ist von mehreren Faktoren abhängig und kann nur in Verbindung mit dem Haustierarzt erfolgen. Der Resistenztest gibt, entgegen häufig geäußelter Vorstellung, keine Garantie für den Therapieerfolg. Vielmehr stellt er eine Negativaussage dar, d.h. es wird angezeigt, welche Präparategruppen nicht anzuwenden sind. Da jeder Betrieb seine eigene, spezifische Mastitiserreger-Flora hat, besitzt er auch ein spezifisches Spektrum an wirksamen Antibiotika. Erfahrungen aus anderen Betrieben oder Regionen sind nicht zwangsläufig auf den eigenen Betrieb zu übertragen. Präparate, die in der Vergangenheit erfolgreich eingesetzt wurden, sollten immer in der engeren Wahl bleiben. Dies setzt jedoch eine regelmäßige Kontrolle des Therapieerfolges voraus und ist nur durch die zytobakteriologische Untersuchung von Milchproben nach abgeschlossener Therapie zu objektivieren.

Die zytobakteriologische Untersuchung von Milchproben ist, neben der Gemelkszellzahl im Rahmen der MLP und dem Schalm-Test, eine bedeutsame Informationsquelle. Ihr Nutzen beschränkt sich nicht nur auf die Auswahl geeigneter Antibiotika für die Mastitistherapie sondern ist die Grundlage für den Einsatz geeigneter Prophylaxe- und Sanierungsmaßnahmen im Betrieb. Der zunehmende Intensivierungsgrad in der Milchproduktion erfordert den strategischen Einsatz dieser Untersuchungsmethode als eine wesentliche Managementhilfe.

Arzneimittelrechtliche Bestimmungen

Aus der Zielsetzung des Arzneimittelgesetzes (AMG), den Arzneimitteleinsatz bei Tieren insgesamt zu minimieren, ergibt sich die strenge Reglementierung bei der Anwendung und Abgabe von Arzneimitteln durch den Tierarzt. Grundsätzlich muss jeder Behandlung eine Untersuchung des oder der erkrankten Tiere durch den behandelnden Tierarzt vorausgehen. Systemisch wirksame Antibiotika dürfen bei Lebensmittel-liefernden Tieren nur für einen Zeitraum von maximal sieben Tagen abgegeben werden, sofern die Zulassungsbedingungen des Medikamentes keine längere Anwendungsdauer vorsehen. Unter gewissen Bedingungen kann die Anwendungsdauer auf höchstens 31 Tage verlängert werden, wenn der behandelnde Tierarzt den Bestand einmal pro Kalendermonat aufsucht und begutachtet. Die Begutachtung stellt eine fachliche Beurteilung anhand einer klinischen Untersuchung in angemessenem Umfang dar und beinhaltet die vom Tierhalter vorgelegten und beim Tierarzt verfügbaren gesundheitsbezogenen Daten des Bestandes. Die Anwendung der Arzneimittel durch den Tierhalter darf nur aufgrund einer tierärztlichen Behandlungsanweisung erfolgen. Der Behandlungserfolg ist spätestens bei der folgenden Begutachtung zu kontrollieren.

Es dürfen nur Arzneimittel mit antimikrobiell wirksamen Stoffen angewendet werden, die nach der Zulassung ausschließlich zur lokalen Anwendung vorgesehen sind. Beispiele sind die intrazisternale oder intrauterine Gabe, das Aufbringen auf Haut und kutane Schleimhaut oder das Einbringen in die Harnblase.

9 Bedeutung, Strukturmerkmale, Wirtschaftlichkeit und Vermarktung (R. Doluschitz)

9.1 Bedeutung und Struktur der Milchviehhaltung auf nationaler Ebene und im internationalen Vergleich

Die Milcherzeugung bestimmt in hohem Maße die Erlöse und Einkommen landwirtschaftlicher Betriebe in der Bundesrepublik Deutschland wie auch in der überwiegenden Mehrzahl anderer Mitgliedsländer der Europäischen Union. Gleichwohl beeinflussen einzelbetriebliche Garantiemengen und andere agrar- und umweltpolitische Maßnahmen die betriebliche Entwicklung in diesem Betriebszweig z. T. erheblich. Die globale Situation auf dem Gebiet der Milcherzeugung wurde kürzlich von Hemme u.a. (2004) zusammenfassend dargestellt.

Vor diesem Hintergrund ist es Ziel des folgenden Kapitels, die Struktur und Entwicklung der Milchviehhaltung sowie die agrar- und marktpolitischen Rahmenbedingungen auf aktuellem Stand zu beschreiben und durch deren Analyse Hinweise auf Ansatzpunkte betrieblicher Veränderungen zu gewinnen. Aus diesen werden in umfassender Weise konkrete potenzielle Entwicklungsperspektiven für Milchvieh haltende Betriebe herausgearbeitet, beschrieben und wiederum vor dem Hintergrund aktueller agrarpolitischer Rahmenbedingungen diskutiert. Weiterhin wird auf Wirtschaftlichkeitsfragen im Allgemeinen sowie für spezielle Bereiche ausführlich eingegangen, wobei auch die Aspekte der Vermarktung und ökologischen Produktion berücksichtigt werden.

9.1.1 Agrarpolitischer Rahmen und Marktsituation

Die agrarpolitischen Rahmenbedingungen haben die Strukturentwicklung der Milchviehhaltung durch die 1984 eingeführte Milchgarantiemengenregelung dahingehend geprägt, dass eine abnehmende Zahl an Milcherzeugern und sinkende Gesamtkuhbestände mit steigenden Milchleistungen der Kühe in größeren Beständen zu verzeichnen sind. Damit wurden die zu der Zeit bestehenden Strukturen zunächst weitgehend eingefroren, was durch restriktive, später etwas gelockerte Möglichkeiten zum Quotentransfer in Teilen wieder aufgehoben bzw. abgeschwächt wurde.

Die allgemeine Markt- und Preispolitik der Europäischen Union ist auch mit Blick auf die Milcherzeugung ein zentrales Element der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP). Die Ziele der darin festgelegten Regelungen sind eine angemessene Versorgung der Verbraucher, die Stabilisierung der Märkte und die Einkommenserzielung in der Landwirtschaft. Internationale Verhandlungen und die Entwicklung der Weltmärkte beeinflussen zunehmend die Agrarmärkte in Europa (BMVEL 2001). Mit den Beschlüssen zur Agenda 2000 wurden die zentralen Rahmenbedingungen für die Land- und Ernährungswirtschaft der Europäischen Union (EU) sowie deren Finanzierung bis zum Jahr 2006 festgelegt (BMVEL 2001). Die darin beschlossenen Interventionspreissenkungen in Kombination mit höheren tier- bzw. flächenbezogenen Direktzahlungen sollen die Planungssicherheit und die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig verbessern.

Mit den Entscheidungen zur Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (Agenda 2000), die im Jahr 2003 überarbeitet wurde, wird die Milchmengenregelung zunächst bis 2014/15 verlängert. Ziel ist es allerdings, ein Auslaufen der Mengenregelung herbei zu führen. Für bestimmte EU-Länder, u.a. auch Deutschland wurde bei der Agrarreform auch eine Mengenerhöhung beschlossen (Milchindustrie 2005). Die Auswirkungen des Beitritts von zehn weiteren Staaten in die Europäische Gemeinschaft im Jahr 2004 machen eine langfristige Anpassung der Agrarpolitik auch im Bereich der Milcherzeugung notwendig.

9.1.2 Strukturdaten

In der Bundesrepublik Deutschland stehen 22,5% aller Kühe der Europäischen Union (EU-15) und etwa 23,4% der gesamten Kuhmilcherzeugung der EU stammen aus der Bundesrepublik Deutschland (Tab. 90). Der Anteil der Milchproduktion an der gesamten landwirtschaftlichen Erzeugung liegt mit 20,5% in der Bundesrepublik Deutschland im EU-Vergleich (18%) überdurchschnittlich hoch und wird lediglich von Finnland, Schweden und Irland übertroffen. Addiert man den Wert der Rind- und Kalbfleischproduktion hinzu, so beträgt der Anteil am Produktionswert in der Bundesrepublik Deutschland 28,4%. Allein die entsprechenden Werte für Irland, das Vereinigte Königreich, für Finnland und Schweden übertreffen diesen Wert.

Die Zahl der Milchkühe in der Europäischen Union ist rückläufig. Mit Ausnahme einiger, im Bereich der Milchviehhaltung sehr stark wachstumsorientierter Länder (Niederlande, Vereinigtes Königreich), nahm die Zahl der Milchkühe bereits vor Einführung der Milchgarantiemengenregelung im Jahr 1984 überall in der EU ab. Unmittelbar vor Inkrafttreten der Garantiemengenregelung waren fast ausnahmslos deutliche Aufstockungsprozesse festzustellen. Als Folge dieser Bestandsaufstockung wurde für den als Referenzperiode geltenden Zeitraum die Milchproduktion nochmals kräftig gesteigert, um damit die Wirkung der erwartbaren Produktionsmengen Kürzungen im einzelnen Betrieb abzumildern. Nach Einführung der Milchgarantiemengenregelung musste in fast allen Mitgliedsländern der EU die nationale Erzeugungsmenge reduziert werden, was bei einer Beibehaltung bzw. weiteren Steigerung der Milchleistung zwangsläufig zu einem Kuhbestandsabbau führen musste, der allein im Zeitraum von 1990 bis 2001 im Durchschnitt der Europäischen Union bei knapp 23% lag (Tab. 91). Dabei reichen die Bestandsabstockungen in einigen Ländern (u.a. auch in der Bundesrepublik Deutschland) nahezu an die 30%-Marke bzw. z. T. noch darüber hinaus.

Tab. 90: Strukturdaten der Milcherzeugung im EU-Vergleich¹⁾

	B/L	DK	D	GR	E	F	IRL	I	NL	P	UK	SF	A	S	EU-15
Bedeutung der Milcherzeugung															
Zahl d. Milchkühe 1000 St.	572	589	4338	168	1116	4012	1136	1913	1551	331	2208	328	558	404	19264
dgl. je 100ha/LF	38	22	26	4	4	14	26	12	80	9	14	15	17	13	15
Kuhmilcherzeugung Mio. t	3,7	4,7	28,5	0,8	6,2	24,6	5,5	11,1	11,1	2,0	15,0	2,5	3,2	3,3	122,1
Anteil d. Milchproduktion an der landw. Erzeugung %	11,4	18,5	20,5	8,5	5,6	11,8	23,7	9,8	17,3	11,4	15,7	25,7	14,7	22,7	13,3
Anteil d. Milch-, Rind- und Kalbfleischproduktion an d. landw. Erzeugung %	26,9	23,2	28,4	10,9	11,9	24,5	55,8	18,3	23,6	17,9	31,3	35,4	28,2	33,0	23,2
Grünlandflächenanteil %	38,5	6,9	29,3	3,7	29	33,5	73	28,4	45,7	36,7	34,3	0,1	56,8	12,2	31,3
Bestandsgrößenstruktur															
Durchschnittl. Bestandsgröße Milchkühe/Halter	35	64	35	8	17	35	37	23	51	14	74	15	8	38	29
Milchkühe in Beständen	8	2	14	36	22	7	7	20	3	25	1	48	75	8	15
1 - 19 %	47	16	38	27	41	55	46	27	22	39	11	47	23	44	38
20 - 49 %	38	46	28	19	21	34	37	24	55	21	32	4	2	31	27
50 - 99 %	6	36	23	18	16	4	10	29	20	16	55	1	0	17	18
> 100 %															
Leistung															
Durchschnittl. Milchleistung kg/Kuh u. Jahr	5950	7889	6537	4597	5640	5948	4823	5680	7494	6252	6766	7469	5593	8073	6250

¹⁾ Angaben jeweils z. T. für 2001, 2002, 2003

n.v. = nicht verfügbar

Quelle: ZMP, Stat. Jahrbuch 2004

Tab. 91: Milchkuhbestände (1000 St.) und deren Veränderungen (%) in den Mitgliedsländern der EU 1990 bis 2003

	1990	2000	2003 ¹⁾	2000 ggü ²⁾ 1990	2003 ¹⁾ ggü ²⁾ 2000
Deutschland	6355	4579	4338	- 28,0	- 5,3
Frankreich	5271	4060	4012	- 23,0	- 1,2
Italien	2664	2065	1913	- 22,5	- 7,3
Niederlande	1917	1567	1551	- 18,3	- 1,0
Belgien/Luxemburg	889	639	572	- 28,1	- 10,5
Verein. Königreich	2890	2353	2208	- 18,6	- 6,2
Irland	1322	1274	1136	- 3,6	- 10,8
Dänemark	769	614	589	- 20,1	- 4,1
Griechenland	242	170	168	- 29,8	- 1,2
Spanien	1575	1189	1116	- 24,5	- 6,1
Portugal	396	360	331	- 9,1	- 8,1
Finnland	488	372	328	- 23,8	- 11,8
Österreich	905	620	558	- 31,5	- 10,0
Schweden	576	428	404	- 25,7	- 5,6
EU (15)	26259	20290	19264	- 22,7	- 5,1

¹⁾ vorläufig. Quelle: EUROSTAT, FAO, OECD, ZMP, Stat. Bundesamt ²⁾ ggü = gegenüber

Hinweise auf die strukturellen Unterschiede der Milchviehhaltung innerhalb der Bundesrepublik Deutschland enthält die Tab. 92. Das bereits vor 1989 vorhandene Nord-Süd-Gefälle hat seit der Wiedervereinigung Deutschlands 1989 noch eine weitere Dimension (Ost-West) erhalten; die entsprechenden strukturellen Unterschiede zwischen Ost und West sind noch gravierender.

Tab. 92: Entwicklung von Milcherzeugung/-garantiemenge, Milchleistung und Kuhzahl in der Bundesrepublik Deutschland 2003

	BW	BY	HE	NI	NW	RP	SL	SH	TH	BB	MV	SN	ST	ABL	NBL	D	EU 15 ¹⁾
Kühe in 1000 St.	385	1296	154	758	398	126	14	375	124	179	180	204	141	3506	828	4338	19264
in %	8,9	29,9	3,5	17,5	9,2	2,9	0,3	8,6	2,9	4,1	4,1	4,7	3,2	80,8	19,1	100	-
je 100 ha LF	26	40	20	29	26	18	18	37	16	13	13	22	12	31	15	26	15
Kuhmilcherzeugung in Mio. t	2,3	7,6	1,0	5,2	2,7	0,8	0,09	2,5	0,9	1,3	1,4	1,6	1,1	22,2	6,3	28,5	122,1
in %	8,1	26,7	3,7	18,3	9,4	2,7	0,3	8,8	3,2	4,7	4,9	5,6	3,9	77,9	22,1	100	-
Grünlandanteil %	38,9	35,1	36,0	29,8	28,4	34,5	50,6	37,5	21,9	22,1	20,2	20,2	14,0	33,8	19,6	29,2	34,5
Durchschnittliche Herdengröße	24	23	29	43	37	39	44	57	149	202	179	138	167	-	-	36	29
Anteil der Milchkühe (%) in Beständen¹⁾																	
1 - 19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	1	14	15
20 - 49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	3	38	38
50 - 99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	2	28	27
>= 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	93	23	18
Milchleistung in kg / Kuh und Jahr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6338	7598	6537	6250
Milchleistung MLP - Kühe in kg / Kuh und Jahr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7355	-

1) z.T. 2001: Quelle: Statistisches Jahrbuch 2004

Entscheidend für die weitere Entwicklung des Bestandes an Milchkühen ist einerseits die Gesamtanlieferungsmenge für Milch und andererseits die weitere Milchleistungsentwicklung. Die nationale Milcherzeugung ist durch die Garantiemengenregelung für Milch auf absehbare Zukunft eindeutig fixiert. Die Milchleistung stieg bis zur Einführung der Milchquotenregelung stetig an. Nach vorübergehendem Rückgang nach Einführung der Angebotskontingentierung waren sehr schnell wieder deutliche Steigerungstendenzen erkennbar, die auch in Zukunft bestehen bleiben werden. Für den Milchviehbestand bedeutet dies, dass auch weiterhin ein signifikanter Abstockungsprozess stattfinden muss, wie er in Abb. 48 angedeutet ist.

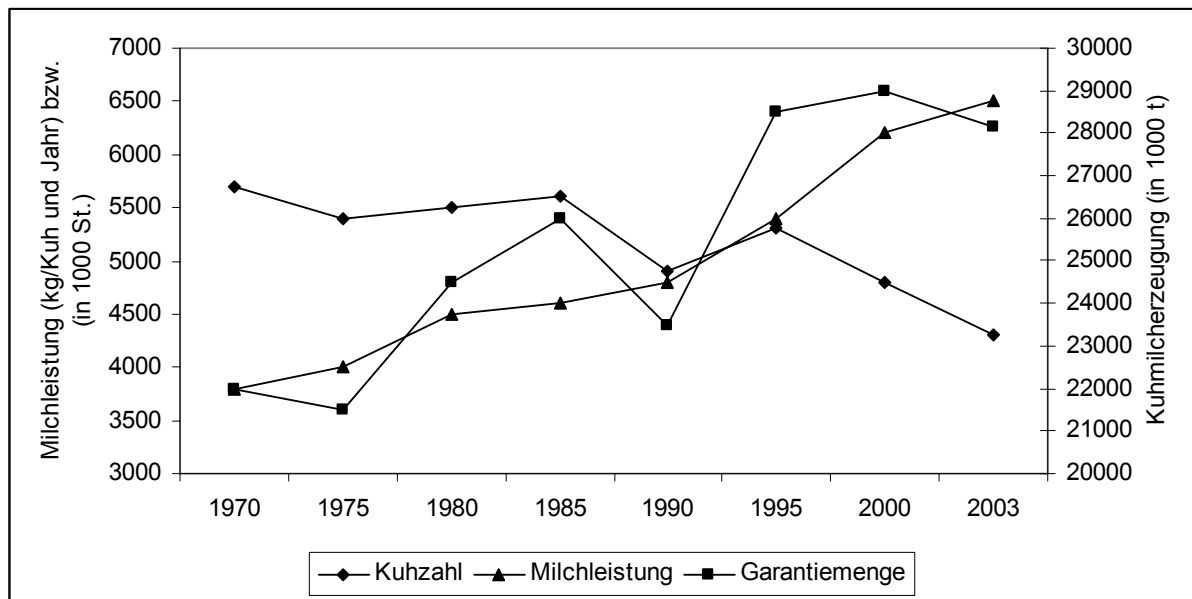


Abb. 48: Entwicklung von Milcherzeugung/-garantiemenge, Milchleistung und Kuhzahl in der Bundesrepublik Deutschland

Die Bestandsgrößenstruktur ist in der Bundesrepublik Deutschland - verglichen mit anderen wichtigen Milchproduzenten der EU - weniger günstig (Tab. 90). Die durchschnittliche Bestandsgröße liegt bei 35 Milchkühen/Halter, damit nur etwas über dem EU-Durchschnitt und weit entfernt von Bestandsgrößen wie z.B. im Vereinigten Königreich (74 Milchkühe/Halter), Dänemark (64 Milchkühe/Halter) und den Niederlanden (51 Milchkühe/Halter). Die Verteilung der Milchkühe auf Bestandsgrößenklassen bestätigt dieses Bild: etwa 14% der Milchkühe stehen in der Bundesrepublik Deutschland in Beständen <20 Tiere, etwa 38% in Beständen von 20 bis 49 Tieren, gut 28% in Beständen >50 Tieren und etwa 23% in Beständen >100 Tieren. Der trotz der vergleichsweise geringen Durchschnittsbestandsgröße relativ hohe Anteil an Milchkühen in Beständen >100 Tieren ist auf die ehemals großbetrieblichen Strukturen in der DDR bzw. heute in den neuen Bundesländern zurückzuführen. Die Zahlen für das Vereinigte Königreich zeigen im Kontrast hierzu, dass kleinere Betriebe, wie man sie in der Bundesrepublik Deutschland in vergleichsweise großer Zahl vorfindet, hier doch eher eine Ausnahme sind. Ähnliches gilt, wenn auch in abgeschwächter Form, für die Niederlande und Dänemark.

Hinsichtlich der Milchleistung liegt die Bundesrepublik Deutschland mit 6.537 kg/Kuh und Jahr etwas über dem EU-Durchschnitt (Tab. 90), aber deutlich entfernt von Leistungen in Ländern wie Dänemark (7.889 kg/Kuh und Jahr), den Niederlanden (7.494 kg/Kuh und Jahr) oder auch in Schweden (8.073 kg/Kuh und Jahr) und Finnland (7.469 kg/Kuh und Jahr).

Die große Bedeutung der Milcherzeugung in der Bundesrepublik Deutschland ist nicht - wie in der Mehrzahl der übrigen Mitgliedsländer der EU - allein auf einen hohen Grünlandanteil zurückzuführen. Der Grünlandanteil liegt in der Bundesrepublik Deutschland vielmehr etwas unterhalb des EU-Durchschnittswertes. Dies deutet darauf hin, dass in großem Umfang Ackerfutter über die Milcherzeugung veredelt wird und der Milchviehhaltung vielmehr

die Funktion eines bezüglich der Einkommenserzielung tragenden Produktionszweiges zukommt.

Der Viehbesatz liegt in der Bundesrepublik Deutschland mit durchschnittlich 26 Kühen je 100 ha LF deutlich über dem Durchschnitt der EU (15 Milchkühe je 100 ha LF; Tab. 90) und damit hinter den Niederlanden (80 Kühe je 100 ha LF) und Belgien/Luxemburg (38 Kühe je 100 ha LF) im EU-Vergleich gemeinsam mit Irland an dritter Position.

Bezüglich der regionalen Verteilung der Milchviehhaltung innerhalb der Bundesrepublik Deutschland ist eine deutliche Konzentration in Grünlandgebieten erkennbar. Verfolgt man die Auf- und Abstockungsprozesse der Vergangenheit, so zeigt sich, dass im Zeitraum von 1965 bis 1983 nur noch die traditionellen Milchproduktionsgebiete steigende Kuhbestandszahlen aufwiesen. Im Wesentlichen sind dies Schleswig-Holstein und die norddeutschen Küstengebiete, das deutsche Alpenvorland und der überwiegende Teil Bayerns. Abnehmende Milchviehbestände findet man dagegen zum einen in ertragreichen Ackerbauregionen (z.B. Hildesheimer Börde) und in einigen eher kleinbäuerlich strukturierten, teilweise durch Sonderkulturanbau und starke Industrialisierung gekennzeichneten Gebieten Süddeutschlands (z.B. Rheinhessen-Pfalz, Teile von Baden-Württemberg, Unterfranken). Entsprechende Ursachen für hohe Milchvieh-Bestandsdichten gelten auch für die gesamte Europäische Union. Als wesentliche Konzentrationsgebiete sind hier u.a. Südwest-England, Nordwest-Frankreich, Belgien, Niederlande, die genannten Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland sowie Oberitalien zu nennen.

Mit dem Beitritt von zehn meist osteuropäischen Staaten zur Europäischen Union im Jahr 2004 vergrößerte sich die landwirtschaftlich genutzte Fläche um ca. 30%. Zu den bislang rund sieben Mio. Landwirten kamen dadurch weitere vier Mio. Landwirte hinzu, die Milchproduktion der Europäischen Union erhöhte sich durch den Beitritt um etwa 22 Mio. Tonnen auf nun rund 144 Mio. Tonnen.

Tab. 93: Milchwirtschaftliche Zahlen der neuen EU-Mitgliedsstaaten¹⁾

	Durchschnittliche Bestandsgröße (Milchkühe/Halter)	Durchschnittliche Milchleistung (kg/Kuh u. Jahr)
Polen	2	4019
Tschechien	140	5861
Ungarn	12	6173
Litauen	2	4003
Slowakei	140	5045
Estland	41	5138
Slowenien	3	5070
Lettland	3	4055
Zypern	96	5300
Malta	8	5000
10 neue Mitgliedstaaten	3	4500
EU- 25	15	6142
EU-15	29	6250
D	35	6537

¹⁾ Daten aus den Jahren 2000, 2003. Quellen: ZMP, Statistisches Jahrbuch 2004

Die Preise für Milchprodukte sind seit dem Beitritt angestiegen, liegen aber - noch - unter dem Niveau der EU-15 (Milchindustrie 2005). Da sowohl die Zahl der Kühe je Betrieb als auch die Milchleistung der Kühe noch weit unter dem Durchschnitt der EU-15 liegen und sich auch die Zahl der Milcherzeuger weit über dem EU-15 Durchschnitt befindet (vgl. Tab. 93), ist hier für die nähere Zukunft mit einem Anpassungsprozess zu rechnen, der auch durch strengere Hygiene- und Qualitätsanforderungen voran getrieben werden dürfte.

9.1.3 Entwicklungsperspektiven milchviehhaltender Betriebe

Milchviehhalter geraten immer wieder unter Anpassungsdruck, der sich aus der Erlössituation und einem langfristig rückläufigen Preistrend ergibt. Dieser Trend dürfte sich in Zukunft fortsetzen, zumal zusätzlich zur angespannten Erlössituation auch die Reformen der Europäischen Agrarpolitik greifen (Richarts 2005). Aus den dargestellten Strukturdaten und deren Entwicklungsverläufen lassen sich erste Ansatzpunkte von Entwicklungsperspektiven für Milchviehbetriebe mit Blick auf eine Einkommenssicherung bzw. -steigerung herleiten. Diese sind insbesondere den Bereichen Umsatzsteigerung und Kostensenkung zuzuordnen und beinhalten u.a. Bestrebungen zur Milchleistungssteigerung, zur Bestandsaufstockung im Rahmen des einzelnen Betriebes bzw. auf dem Weg der zwischenbetrieblichen Kooperation sowie zur Überprüfung der Organisations- und Kostenstrukturen.

In Abb. 49 sind diese Entwicklungsperspektiven um weitere Möglichkeiten ergänzt, die sich indirekt aus den obigen Ausführungen ergeben:

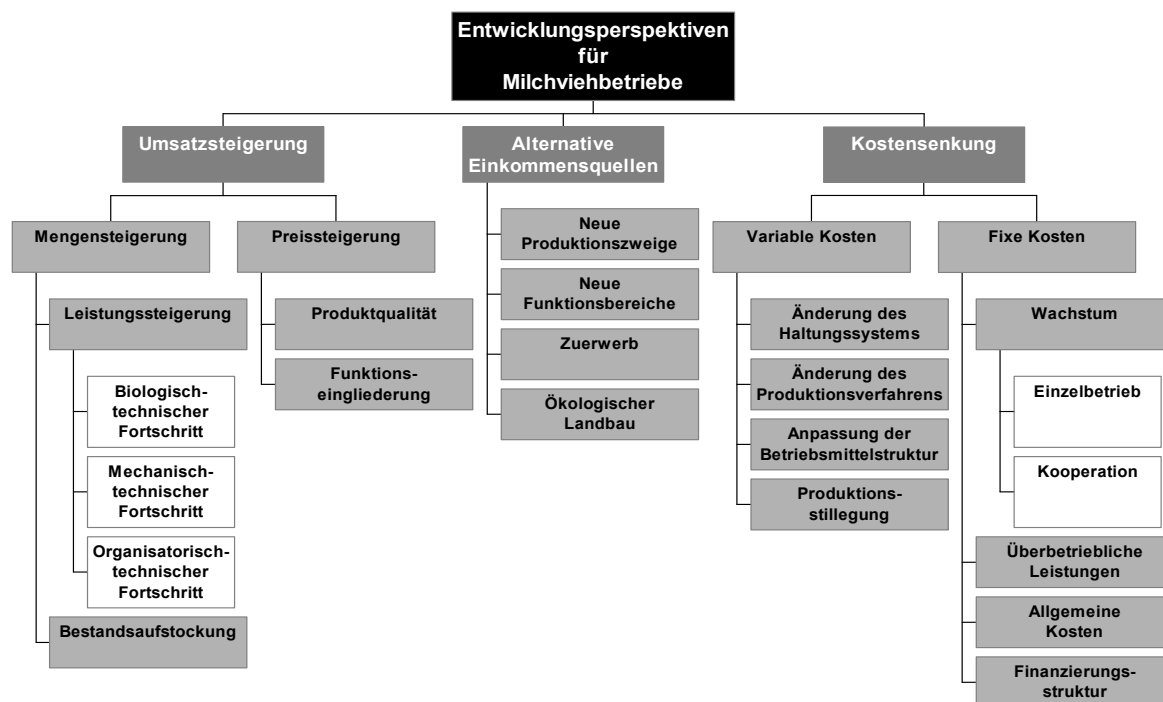


Abb. 49: Entwicklungsperspektiven für Milchviehbetriebe

Umsatzsteigerung: Umsätze lassen sich zum einen über die Erhöhung der produzierten bzw. vermarkteten Mengen oder/und über die Steigerung der Preise pro Produkteinheit verbessern. Eine Mengensteigerung im Bereich der Milcherzeugung lässt sich vorzugsweise über Leistungssteigerungen oder/und Bestandsaufstockungen erreichen. Unabhängig von der Art der Mengensteigerung stellt die Garantiemengenregelung für Milch einen limitierenden Faktor auf betrieblicher Ebene dar. Die Möglichkeiten der Leistungs- und Preissteigerung werden unmittelbar im Folgenden diskutiert, während auf das Bestandsgrößenwachstum unter dem Punkt Kostensenkung eingegangen wird.

Leistungssteigerung durch technische Fortschritte: Mit Hilfe geeigneter betriebswirtschaftlicher Kalkulationen (Doluschitz, 1990) lässt sich zeigen, dass trotz Einführung der Garantiemengenregelung für Milch weitere Leistungssteigerungen, gegebenenfalls auch bei gleichzeitiger Bestandsabstockung, ökonomisch sinnvoller sind bzw. waren als andere Reaktionen zur Einschränkung der Milchproduktion, etwa in Form reduzierter Kraffuttermengen oder ähnliches. In der Anfangszeit nach Einführung der Milchgarantiemengenregelung haben deut-

sche Milcherzeuger nicht oder nur zögernd entsprechend reagiert; mittlerweile haben sich jedoch auch hier wieder signifikante Milchleistungssteigerungen eingestellt.

Zur Gewährleistung auch zukünftiger Milchleistungssteigerungen ist es unerlässlich, alle neuen technischen Entwicklungen im Auge zu behalten. Gegenüber Fortschritten im mechanisch-technischen Bereich und der traditionellen Züchtung gewinnen im Zusammenhang mit Leistungssteigerungen insbesondere die Bio- und Gentechnologie (z. B. Embryotransfer und Embryonenteilung, Sexing des Spermias etc.) sowie die Automatisierung bestimmter Arbeitsgänge mit Hilfe der Prozesssteuerung und der EDV zunehmend an Bedeutung. Im organisatorisch-technischen Bereich unterstützen zunehmend softwarebasierte Informationssysteme die Arbeitsabläufe und das Herdenmanagement.

Auch Bestandsaufstockungen führen zur Mengen- und damit auch Umsatzsteigerung, sind aber an die Voraussetzung der Erweiterung der einzelbetrieblichen Garantiemengen gebunden, wenn nicht Möglichkeiten der Kooperation mehrerer Betriebe in Erwägung gezogen werden.

Preissteigerungen: Bei der Vermarktung von Milch sind die Grenzen des Preisspielraums relativ eng gesteckt. Teilweise lassen sich Preissteigerungen über eine Verbesserung der Produktqualität (Milchgüteklassen) erzielen. Ansonsten stehen den Milchproduzenten als „Mengenanpassern“ auf den Märkten gegenüber der aufnehmenden Hand (Molkereien) nur wenige Möglichkeiten der Preisbeeinflussung zur Verfügung.

Kostensenkung: Bei der Eruierung von Möglichkeiten der Kostensenkung sollte aufgrund deutlicher Unterscheidungsmerkmale zwischen variablen Kosten einerseits und fixen Kosten andererseits unterschieden werden. Nach Kostenstellen differenziert liegen Ansatzpunkte v.a. bei den leistungssteigernden Produktionsmitteln (z.B. Kraftfuttermitteln), im Bereich der Arbeitserledigung (z.B. Melkarbeiten), bei den Kosten der Mechanisierung und den Gebäudedekosten sowie bei den allgemeinen festen Kosten.

Senkung der variablen Kosten: Bei den Faktoren, die Einfluss auf die variablen Kosten haben, handelt es sich in erster Linie um

- eine Änderung des Haltungssystems, etwa der Gestalt, dass bei hinreichender Bestandsgröße an einen Wechsel des Haltungssystems, z.B. an den Übergang von der Anbindehaltung zur Laufstallhaltung gedacht wird.
- auch Änderungen des Produktionsverfahrens, entweder als Folge der Änderung des Haltungssystems oder als Folge der Umstrukturierung im Bereich der einzelnen Kostenpositionen (z.B. Relation von Grund- und Kraftfutter, Färsenzukauf oder eigene Bestandsergänzung, Wahl der Kraftfuttermittel etc.).
- in ähnlicher Weise erfolgt eine Überprüfung der Betriebsmittelstruktur, wobei hier insbesondere auf die variablen Kosten der Fütterung als dominantem Kostenfaktor geachtet werden muss (Einsatzstruktur von Grund- und Kraftfutter, Verbesserung der Grundfutterqualität, Erhöhung der Fütterungsfrequenz, Steigerung der Energiekonzentration im Kraftfutter, Einsatz selbsterzeugter Komponenten).
- auch an die Produktionsstilllegung im Sinne einer Betriebs- oder Produktionszweigaufgabe sollte gegebenenfalls gedacht werden; für grundsätzliche Überlegungen dieser Art sollten rechtzeitig die Weichen gestellt werden; beim Übergang zum Nebenerwerb ist als wichtigste Voraussetzung eine nachhaltig sichere und befriedigende Haupterwerbsquelle zu suchen; beim Auslaufen des Betriebes sollte nicht auf die Inanspruchnahme des Angebots staatlicher Subventionierungsmaßnahmen (etwa in Form von Programmen zur Vorruhestandsregelung, zur Flächenstilllegung und zur Extensivierung) verzichtet werden.

Fixkostensenkung - Einzelbetriebliche Bestandsaufstockung: Die Höhe der Fixkosten hängt maßgeblich von der Bestandsgröße ab (Doluschitz und Trunk, 1990). Hier sind bei zunehmender Bestandsgröße sog. Degressionseffekte (größenabhängige Kostensenkungseffekte) insbesondere bezüglich des Kapitalbedarfs und der damit zusammenhängenden Kosten sowie im Zusammenhang mit dem Arbeitszeitbedarf und den Lohnkosten zu erwarten. Vor

allem im Bestandsgrößenbereich zwischen 20 und 180 Kühen sind diese Degressionseffekte besonders deutlich. Sowohl der Kapitalbedarf und die Kapitalkosten als auch der Arbeitszeitbedarf und die Lohnkosten lassen sich über diesen Bestandsgrößenbereich auf etwa die Hälfte reduzieren.

Betriebszweiggemeinschaften: Während das Bestandsgrößenwachstum im Einzelbetrieb durch die Milchgarantiemengenregelung (Milchmengentransfer über die Quotenbörse) eindeutig Grenzen gesteckt sind, bieten Kooperationen im Bereich der Milchviehhaltung hier bessere Möglichkeiten (Doluschitz, 2001b; Klink, 1997; Lemmer, 1998). Allerdings sind seit dem 1. April 2000, also seit Einführung der Quotenbörse auch die Möglichkeiten der Quotenübertragung im Falle von Kooperationen erschwert. Dennoch stellt diese Möglichkeit der Betriebsentwicklung gerade in der Milchviehhaltung eine sehr empfehlenswerte Strategie dar.

In konsequenter Form kann das betriebliche Wachstum und die damit verbundene Kostensenkung durch engere Formen der Kooperation, wie etwa durch die Gründung von Betriebszweig- und Betriebsgemeinschaften, erreicht werden. Für die Milchviehhaltung bietet sich hier die gemeinsame Produktion im Hauptbetrieb an. Dabei werden die benötigten Kapazitäten (Arbeit, Fläche, Kapital) von den Partnern dem Hauptbetriebszweig Milchviehhaltung zur Verfügung gestellt; Restkapazitäten verbleiben in den weiter bestehenden individuellen Einzelbetrieben.

Wie eine solche Betriebszweiggemeinschaft für Milchvieh haltende Betriebe in der Praxis aussehen kann zeigt das folgende Beispiel (Doluschitz, 2001b):

Betriebszweiggemeinschaft Milchvieh	
-	Drei Landwirte bauen einen Liegeboxen-Laufstall mit 80 Stallplätzen.
-	Die Finanzierung erfolgt zu gleichen Teilen.
-	Auch die Milchgarantiemenge wird (sofern es die Milchgarantiemengenregelung zulässt) zu gleichen Teilen der Gemeinschaft zur Verfügung gestellt bzw. muss über die Quotenbörse beschafft werden.
-	Das Grundstück für den Stallbau wird von einem der Landwirte zur Verfügung gestellt; er erhält dafür ein jährliches Pachtentgelt.
-	Die für die Bestandsergänzung erforderlichen Kalbinnen werden von den beteiligten Betrieben geliefert; das Entgelt orientiert sich an den jeweiligen Notierungen für Zuchttiere.
-	Das Grundfutter kommt in verfütterungsgerechter Form aus den Individualbetrieben; das Entgelt erfolgt entsprechend der Inhaltsstoffgehalte der jeweiligen Futtermittel (evtl. Substitutionswerte berechnen), die in Futterwertbestimmungen ermittelt werden.
-	Die Ausbringung der Gülle aus dem gemeinsamen Milchviehstall erfolgt auf den Flächen der beteiligten Betriebe.
-	Zwei der drei Landwirte übernehmen die Betreuung und arbeiten im gemeinsamen Milchviehstall; diese Tätigkeit wird nach vereinbarten Stundensätzen (Zuschläge für Wochenendarbeit und Überstunden) abgegolten.
-	Der nach Abzug der Arbeitsvergütung und Flächenpacht verbleibende Gewinn kann aufgrund der gleichen Finanzierungs- und Quotenanteile zu gleichen Teilen auf die drei Partner umgelegt werden.

Betriebszweiggemeinschaften der dargestellten Art bieten sich auch als Kooperationsformen zwischen Neben- und Haupterwerbsbetrieben an, wobei sich die Interessenlage so darstellt, dass der Nebenerwerbsbetrieb an einer deutlichen arbeitswirtschaftlichen Entlastung interessiert ist, der Haupterwerbsbetrieb hingegen zusätzliche Flächen-, Quoten-, und Kapitalausstattung zur Auslastung seiner Arbeitskapazität benötigt. Der Vorteil gegenüber der Verpachtung liegt für den Nebenerwerbsbetrieb darin, dass er sich ein Mitspracherecht bei Entscheidungen vorbehält.

Als Voraussetzungen sind bei dieser vergleichsweise engen Form der Kooperation ein hoher Grad an Kooperationswilligkeit und -fähigkeit bei den Partnern gefordert. Über geeignete

Verträge sollten Fragen der Verteilung, der Übernahme von Managementaufgaben, der Haftung, der Bewertung eingebrachter Faktoren, der Gewinnverteilung und der Auflösung eindeutig geregelt werden.

Überbetriebliche Leistungen im Bereich der Außenwirtschaft: Auch andere überbetriebliche Leistungen können in Milchviehbetrieben zur Senkung der Fixkosten führen. Zu nennen wären hier die Bereiche der Futterwirtschaft bzw. der Außenwirtschaft insgesamt.

Über vergleichsweise einfache und lockere Formen der Kooperation bietet sich im Bereich der Futterwirtschaft durch die überbetriebliche Maschinenverwendung in Form von Maschinengemeinschaften oder Maschinenringen oder durch die Inanspruchnahme von Lohnunternehmer-Dienstleistungen eine Möglichkeit der Kostensenkung an. Bei vergleichsweise geringem Futterflächenumfang je Betrieb lassen sich Maschinen auf diesem Wege besser auslasten und die Kosten der Arbeitserledigung senken.

In jüngerer Vergangenheit etablieren sich auch Außenwirtschaftsgemeinschaften (Doluschitz, 2001b oder Pfadler, 2000), die - sofern vorhanden - den kompletten Ackerbau für andere Betriebe mit anderweitigen Produktionsschwerpunkten übernehmen.

Schließlich ist es zur Realisierung von Kosteneinsparungen auch ratsam und sinnvoll, die so genannten allgemeinen fixen Kosten des Betriebes von Zeit zu Zeit zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Dabei geht es insbesondere um Versicherungen, die verschiedensten Beiträge, Steuern und sonstige Abgaben.

Angesichts nicht unerheblicher Schwankungen auf den Kapitalmärkten kann es von Zeit zu Zeit auch sinnvoll sein, die Finanzierungsstruktur des Betriebes zu überprüfen und teure Finanzierungsformen durch kostengünstigere zu ersetzen.

Alternative Einkommensquellen: Während neue oder bislang weniger beachtete Produktionszweige z.B. in Ackerbaubetrieben in großer Zahl als Alternative zum traditionellen Produktionsprogramm zur Verfügung stehen (z.B. der Anbau von Körnerleguminosen, Raps, Sonnenblumen, Roggen, Hafer, Triticale etc. bis hin zu nachwachsenden Rohstoffen), bieten sich Milchviehhaltern hier lediglich sehr begrenzte Möglichkeiten, die zudem teilweise die notwendige wirtschaftliche Wettbewerbskraft vermissen lassen. Zu nennen wären hier die Haltung und Vermarktung von Zuchtvieh sowie die Rindfleischerzeugung auf unterschiedlichen Wegen (z.B. auch die Färsen- und Ochsenmast). Dies trägt den Entwicklungen auf den Märkten Rechnung, wo sich beobachten lässt, dass am Rande des Massenmarktes für kostengünstig erzeugte Standardprodukte eine Nachfrage nach qualitativ hochwertigen Produkten aus speziellen Produktionszweigen entsteht.

Auch der Einbeziehung neuer Funktionsbereiche, etwa in der Form der Ausschaltung von Handelsstufen bis hin zur Direktvermarktung, sind aus bereits genannten Gründen im Falle von Milch sehr enge Grenzen gesetzt.

Dem Zuerwerb kommt insbesondere bei sehr eingeschränkten betrieblichen Entwicklungs- und Wachstumsmöglichkeiten in der Milchviehhaltung eine große Bedeutung zu, wobei die Möglichkeiten hierzu von der allgemeinen außerlandwirtschaftlichen Wirtschaftskraft und der Arbeitsmarktsituation in der Region bestimmt werden; in eher ländlichen Regionen ist von lediglich begrenzten Zuerwerbsmöglichkeiten auszugehen.

Eine weitere Chance stellt der Übergang zum „Ökologischen Landbau“ insbesondere seit der veränderten Agrarpolitik, u.a. als Folge der BSE-Krise, dar. Die hierbei angestrebten künftigen Marktanteile stellen ein Potential dar, das auch von Milchviehhaltern genutzt werden kann. Voraussetzungen für eine Umstellung auf „Ökologischen Landbau“ sind jedoch nach wie vor insbesondere die positive persönliche Einstellung gegenüber einer dieser Wirtschaftsweisen, effiziente Vermarktungswege und entsprechend eine ausreichende Nachfrage, da ein Teil der Produkte direkt vermarktet wird. Darüber hinaus ist auch zu prüfen, ob grundsätzlich die Möglichkeit der Mitgliedschaft in einer der anerkannten Organisationen besteht. Insbesondere bei der Umstellung treten häufig Probleme auf, die sich in Form sinkender Leistungen zeigen können, welche während der Umstellung nur bedingt durch höhere Preise kompensiert werden können. Im Zusammenhang mit der Direktvermarktung

machen der Aufbau eines entsprechenden Kundenstammes sowie die Charakteristika des Produktes Milch oft Probleme und die Anpassung der Arbeitswirtschaft an die oft deutlich ausgeprägten Arbeitsspitzen in bestimmten Zeitspannen (Futterwirtschaft) gelingt nicht immer problemlos, so dass allgemein festzustellen ist, dass die Umstellung auf „alternativen Landbau“ lediglich eine Entwicklungsmöglichkeit für eine begrenzte Zahl, in der Regel kleinere Betriebe darstellt.

Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass je nach einzelbetrieblicher Ausgangssituation Entwicklungsperspektiven und damit verbundene Ansatzpunkte zur Einkommenssicherung und -steigerung für Milchvieh haltende Betriebe in verschiedenen Bereichen vorhanden sind. Allerdings dürften die Zeiten großer Wachstums- und Entwicklungsschritte für die meisten Betriebe vorüber sein. Vielmehr müssen weitere Entwicklungen in vergleichsweise kleinen Schritten und gegenüber der Vergangenheit deutlich differenzierter vollzogen werden.

Nach wie vor wird es technische Fortschritte geben, die im Einzelfall geprüft und bei Eignung im Sinne einer Produktivitätssteigerung genutzt werden müssen. Zur Senkung der Kosten bieten sich in der Regel zahlreiche Ansatzpunkte; vor allem sollte hierbei jedoch an die Bestandsaufstockung (einzelbetrieblich oder im Rahmen von Kooperationen) zur Realisierung von Degressionseffekten gedacht werden. Auch das Produktionsprogramm des Betriebes sollte angesichts sich häufig und in kurzen Zeitabständen ändernder politischer und wirtschaftlicher Rahmendaten regelmäßig überprüft werden, wobei der Spielraum für spezialisierte Milchviehbetriebe z. B. gegenüber Ackerbaubetrieben vergleichsweise gering ist. In Einzelfällen bestehen darüber hinaus Möglichkeiten, durch die Einbeziehung zusätzlicher Funktionen (insbesondere bei der Vermarktung) ungenutzte Arbeitskapazitäten und Einkommenspotentiale innerhalb des Betriebes weiterhin zu binden. Schließlich sollte auch von Zeit zu Zeit die Notwendigkeit und Wirtschaftlichkeit von Investitionsmaßnahmen geprüft werden. Dabei sollten nicht nur Wachstumsinvestitionen, sondern in zunehmendem Umfang auch Maßnahmen zur Rationalisierung und Arbeitserleichterung in Betracht gezogen werden.

9.2 Wirtschaftlichkeit

9.2.1 Allgemeine Wirtschaftlichkeitsfragen auf Ebene des Produktionsverfahrens

Für eine erfolgreiche Milchproduktion sind vor allem die folgenden Erfolgskriterien ausschlaggebend:

- hohe Milchleistung pro Kuh,
- hoher Anteil an Milch aus qualitativ gutem Grundfutter,
- begrenzter/minimierter Kraffuttermittelverbrauch je Kuh und Jahr,
- hohe Fruchtbarkeit,
- geringe Kälberverluste und gute Kälberqualität,
- lange Lebens- und Nutzungsdauer,
- geringer Arbeitsaufwand je Kuh und Jahr,
- günstige Finanzierung von Stall, Maschinen, Vieh, Quote, etc.,
- gute Milchqualität,
- möglichst exakte Erfüllung der Milchgarantiemenge (effizientes Quotenmanagement),
- effizientes und kostenorientiertes Herdenmanagement,
- kurze Zwischenkalbezeiten,
- hohe Fruchtbarkeit der Herde.

In der Tabelle 94 ist ein Vergleich der Milchviehhaltung eines Einzelbetriebes mit den Durchschnittsergebnissen von Betrieben aus einer Vergleichsgruppe dargestellt.

Tab: 94: Horizontaler Betriebsvergleich in der Milchviehhaltung

Kennwert	Einheit	Einzelbetrieb	Vergleichsgruppe	Unterschied (%)
Bestandsgröße	Milchkühe	60,00	42,00	42,86
Futterfläche	ha/Kuh	0,67	0,58	15,52
Milchmenge	kg/Kuh und Jahr	6257,00	5746,00	8,89
Fettgehalt	%	4,54	4,32	5,09
Eiweißgehalt	%	3,40	3,55	-4,23
Milchpreis	€/kg	0,30	0,28	7,14
Milcherlös	€/Kuh und Jahr	1877,10	1608,88	16,67
Erstkalbealter	Monate	28,00	28,50	-1,75
Zwischenkalbezeit	Tage	402,00	392,00	2,55
Geborene Kälber	Stück/Jahr	0,91	0,93	-2,49
Durchschn. Kälberpreis	€/Stück	160,00	155,00	3,23
Anteilig. Kälbererlös	€/Kuh und Jahr	145,27	144,32	0,66
Anteil Altkuh	%/Jahr	25,00	30,00	-16,67
Anteilig. Altkuherlös	€/Kuh und Jahr	125,00	135,00	-7,41
Summe Erlöse	€/Kuh und Jahr	2147,37	1888,20	13,73
Bestandsergänzung	€/Kuh und Jahr	250,00	300,00	-16,67
Milchleistungsfutter	dt/Kuh und Jahr	16,50	14,00	17,86
Kosten Milchleistungsfutter	€/Kuh und Jahr	288,75	245,00	17,86
Besamung	€/Kuh und Jahr	19,00	22,50	-15,56
Tierarzt, Medikamente	€/Kuh und Jahr	35,00	42,50	-17,65
Energie, Wasser	€/Kuh und Jahr	65,00	60,00	8,33
Zinsansatz	€/Kuh und Jahr	60,00	60,00	0,00
Sonstiges (Milchkontrolle, Beratung, Versicherung)	€/Kuh und Jahr	20,00	20,00	0,00
Summe var. Spezialkosten	€/Kuh und Jahr	737,75	750,00	-1,63
Deckungsbeitrag	€/Kuh und Jahr	1409,62	1138,20	23,85

Die Deckungsbeitragsrechnung für den Einzelbetrieb lässt erkennen, dass der Haupterlösanteil der Milchviehhaltung aus dem Verkauf von Milch, zu deutlich geringeren Teilen daneben aus dem Verkauf von Kälbern und dem anteiligen Verkauf von Altkühen stammt. Bei den variablen Kosten haben die Kosten der Fütterung und der Bestandsergänzung dominante Funktion (Tab. 94). Gegenüber anderen Zweigen der tierischen Produktion hat die Milchviehhaltung bei derzeitigem Preisniveau eine einigermaßen wirtschaftlich dominante Position.

Unter den Festkosten ist der Anteil der Lohnkosten an den Gesamtkosten am höchsten. Neben den Kosten für Personal sind die Abschreibungen für Maschinen und Gebäude (Stall, Melktechnik) ebenfalls den Festkosten zuzuordnen. Die Festkosten machen ca. 30% der Gesamtkosten in der Milchviehhaltung aus. Um bei niedrigem Milchpreis Gewinne zu erzielen, müssen die Milchleistungen je Kuh hoch und die Erzeugungskosten gering sein. Möglichkeiten zur Senkung der Festkosten bestehen in der Vergabe der Außenwirtschaft, um Maschinenkosten und Arbeit zu sparen. Kostendegressionseffekte können bei kleinen Beständen kaum erreicht werden. Die Produktionskosten sind mittels genau aufgeschlüsselter Kostenrechnung zu ermitteln und zu optimieren.

Häufig anzutreffende Unterschiede zwischen Betrieben und damit auch Ansatzpunkte für Controllingmaßnahmen erbringt ein Vergleich auf horizontaler Ebene, wie er ebenfalls in Tabelle 94 dargestellt ist. Einzelbetrieb und Gruppendurchschnitt sind bezüglich der Bestandsgröße einigermaßen miteinander vergleichbar. Dabei muss jedoch immer darauf geachtet werden, dass die Standardabweichung um den Durchschnittswert herum möglichst gering ist. Ein Vergleich der Durchschnittswerte aus z.B. 80% Kleinbetrieben und 20% sehr großen Betrieben würde beim Vergleich mit einem mittelgroßen Einzelbetrieb wenig Informationsgehalt haben.

In der Übersicht sind zunächst die Leistungsparameter einander gegenüber gestellt. Bereits hier werden Ansatzpunkte für die produktionstechnische Verbesserung erkennbar (z.B. Verkürzung der Zwischenkalbezeit sowie höherer Eiweißgehalt im Einzelbetrieb). Der Vergleich monetärer Parameter in der Übersicht wird auf der Basis von tatsächlich in den Betrieben erzielten Preisen durchgeführt. Ein Vergleich, der ausschließlich der Aufdeckung produktionstechnischer Unterschiede dienen soll, könnte auch auf der Basis einheitlicher Preise durchgeführt werden.

Ähnlich wie bei den Leistungen des Verfahrens wird auch bei den Aufwandsmengen und variablen Kosten vorgegangen.

Als Differenz aus Marktleistungen und variablen Kosten ergibt sich der Deckungsbeitrag, der im Falle des Beispielsbetriebes nur z. T. auf Grund höherer Marktleistungen (z.B. höherer Milcherlös auf Grund von Milchpreis und -menge), viel mehr jedoch auf Grund geringerer variabler Produktionskosten günstiger ausfällt als in der Vergleichsgruppe.

Die Notwendigkeit der Berechnung einzeltierspezifischer Wirtschaftlichkeitsparameter ergibt sich vor allem in Verbindung mit innerbetrieblich zu treffenden Selektionsentscheidungen. Unter der derzeit noch gegebenen Garantiemengenregelung für Milch ist es dabei von besonderem Interesse, diesen in der Regel nur begrenzt zur Verfügung stehenden Faktor mit dem größtmöglichen wirtschaftlichen Nutzen zu verwerten.

Für die Berechnung tierindividueller Deckungsbeiträge werden neben den Grund- und Kraftfutterkosten auch die Aufwendungen für Medikamente und Besamung tierindividuell bestimmt. Ebenfalls wurde anhand der MLP-Daten ein tierindividueller monatlicher Milchpreis kalkuliert, welcher mit der jeweiligen monatlichen Milchmenge verrechnet werden konnte. Mit zunehmender Milchleistung steigt der Deckungsbeitrag in €/Kuh und Jahr erwartungsgemäß an. Bezogen auf ein kg Milch wurde dagegen deutlich, dass Kühe mit geringerer Leistung den gleichen wirtschaftlichen Nutzen erzielen können Hochleistungstiere (Abb. 50). Für das Quotenmanagement bedeutet dies, dass Tiere mit relativ geringer Leistung in der Lage sind, den in der Regel knappen Faktor „Garantiemenge“ mit gleichem ökonomischem Erfolg zu verwerten. Müssen zudem die Faktoren „Arbeit“ und „Stallplatz“ berücksichtigt werden, zeigte sich, im Gegensatz zum Deckungsbeitrag, dass Hochleistungskühe auch umgerechnet auf ein kg Milch, gerade im Bezug auf die Verwertung dieser Faktoren besser abschneiden. Im Falle von begrenzt zur Verfügung stehender Arbeitszeit bzw. Stallplätzen wären die Selektionsentscheidungen also wieder anhand der erzielten Milchleistung zu treffen.

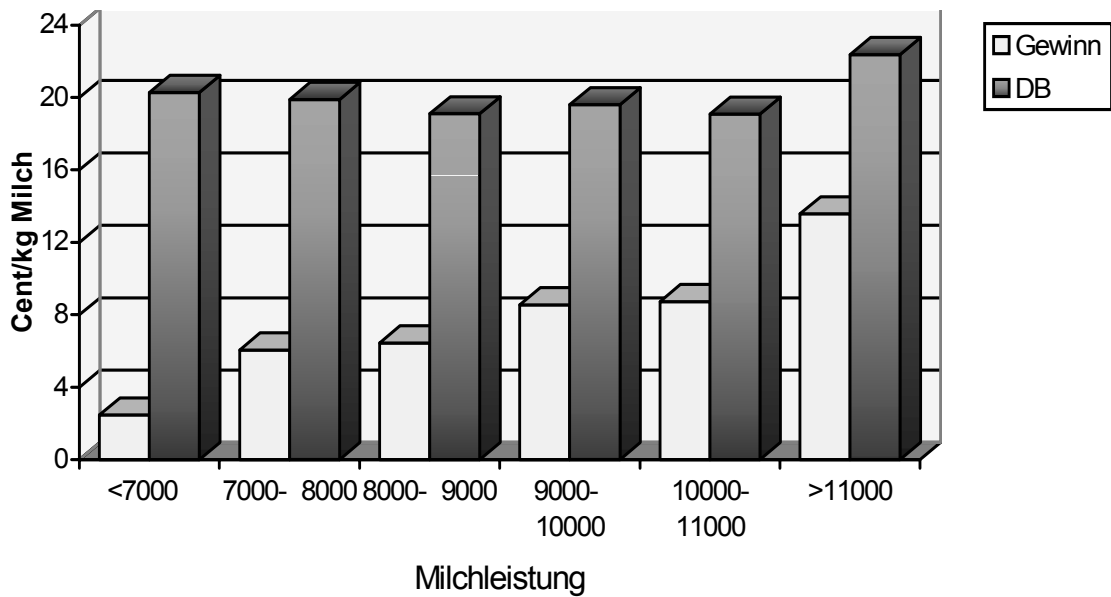


Abb. 50: Gewinn und Deckungsbeitrag in Cent/ kg Milch in Abhängigkeit von der Milchleistung (Quelle: Moriz, 2002)

Der Einkommensbeitrag an der Milcherzeugung hängt maßgeblich von der Kostenstruktur der variablen und fixen Kosten ab. Der Ertrag wird vom Milchauszahlungspreis abzüglich der Kosten (fixe und variable) bestimmt. Die Gesamtkosten setzen sich neben den Fixkosten zu etwa 30% aus Kraftfutterkosten, 20% Grundfutterkosten, 25% Bestandsergänzungskosten und ca. 25% Tierarzt-, Besamungs- und sonstigen Kosten zusammen.

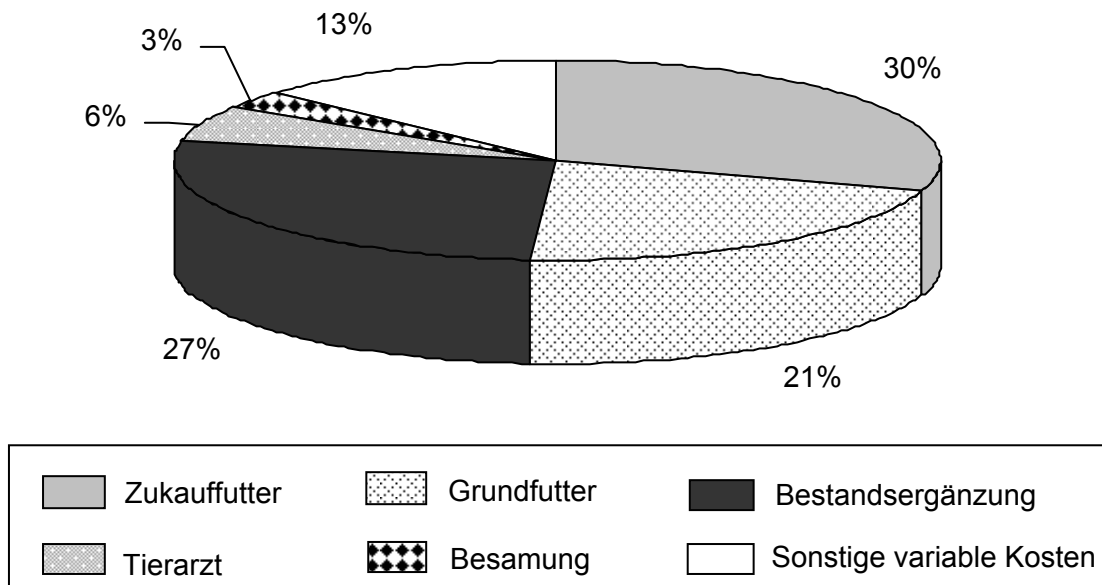


Abb. 51: Zielgrößen für die Kosten der Milchproduktion (Quelle: Schockemöhle, 2001)

9.2.2 Spezielle Fragen der Wirtschaftlichkeit

Fütterung: Die Fütterung der Milchkuh ist ihrer Leistung anzupassen. Sie sollte auf alle Fälle bedarfsgerecht sein, um Unter- bzw. Überversorgungen mit den daraus folgenden Konsequenzen zu vermeiden. Beispielsweise ist in der Gesamtration ein Rohfaseranteil von 18% einzuhalten, die Kraftfuttergaben sind über den Tag hinweg zu verteilen, eine ausreichende Mineralstoffversorgung bereitzustellen etc.. Fütterungs- und haltungsbedingte Krankheiten sind nicht zu unterschätzen, da sie sich negativ auf die Gesundheit der Kuh, Fruchtbarkeit, Milchleistung und Milchqualität auswirken und auch im Milchpreis und damit der Wirtschaftlichkeit bemerkbar machen.

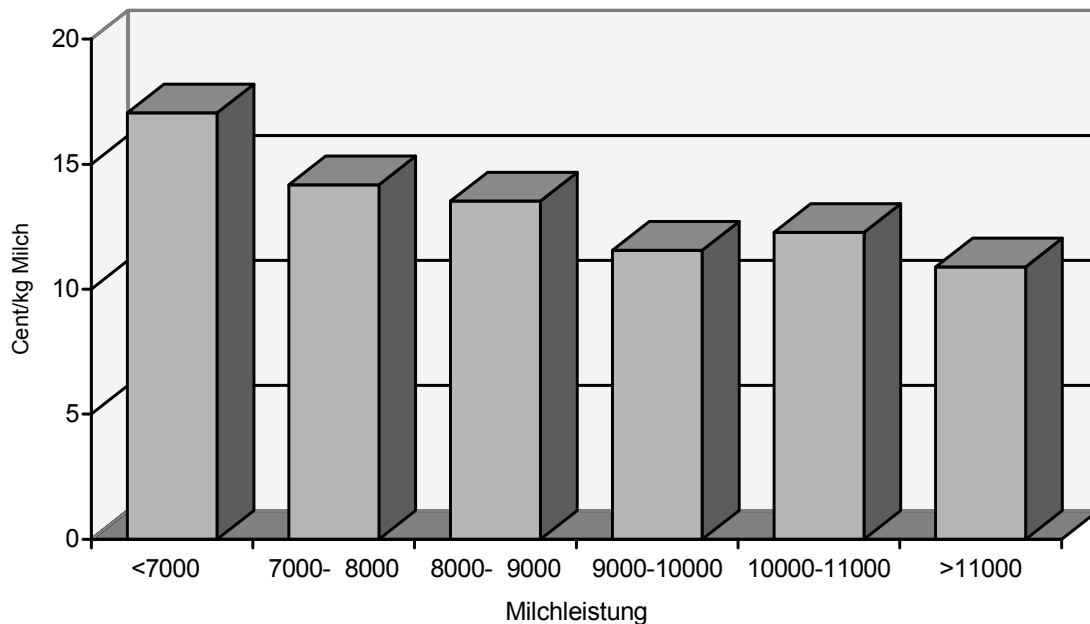


Abb. 52: Futterkosten in Cent /kg Milch in Abhängigkeit von der Milchleistung

Bei der Betrachtung der variablen Kosten der Milchproduktion waren insbesondere bei den beiden großen Kostenblöcken „Fütterung“ und „Bestandsergänzung“ Einsparungspotentiale zu erwarten. Aufgrund dessen wurden diese beiden Aspekte gesondert einer Wirtschaftlichkeitsanalyse unterzogen. Dabei zeigten sich die absoluten Futterkosten abhängig von der erzielten Milchleistung und stiegen mit zunehmender Leistung an. Bezogen auf ein kg Milch können die Futterkosten bei höherer Milchleistung aber deutlich reduziert werden (Abb. 52, Moriz, 2002).

Wie sich bei der Bewertung des Fütterungsmanagements weiterhin zeigte, kann der Deckungsbeitrag je kg Milch mit erhöhter Grundfutterleistung sowie reduziertem Kraftfutteraufwand deutlich gesteigert werden.

Bestandsergänzung: Im Zusammenhang mit der Bestandsergänzung wurden vor allem die Einflüsse verringerter Erstkalbealter und reduzierter Remontierungsraten untersucht. In beiden Fällen können beachtliche Mehrerlöse erzielt werden. Die positiven Auswirkungen reduzierter Remontierungsraten fallen jedoch wesentlich höher aus und lassen sich in der Regel mit relativ geringem Aufwand bewerkstelligen.

Wahl der Rasse: Je nach Ausprägung der Milch- oder Fleischleistung werden die Rinderrassen in Milch- oder Fleischrassen eingeteilt. Sind beide Leistungsmerkmale ausgeprägt, so spricht man von Zweinutzungsrasen, die entweder stärker milch- oder fleischbetont sind. Große Milchviehbetriebe gehen vermehrt zur Haltung von milchbetonten Rassen über. Für Nebenerwerbsbetriebe eignen sich jedoch eher die fleischbetonten Zweinutzungsrasen aus mehreren Gründen. Einerseits können die Kälber zu derzeit hohen Preisen an Mastbetriebe

verkauft werden, oder bei ausreichenden Futter-, Stallplatz- und Arbeitskapazitäten im eigenen Betrieb ausgemästet werden. Der höhere Erlös aus dem Verkauf fleischbetonter Kälber bzw. Bullen erhöht das Einkommen und kann die im Vergleich zu milchbetonten Rassen geringere Milchleistung z. T. kompensieren.

Technischer Fortschritt: Wie sich technische Neuentwicklungen auf Leistung, Arbeitswirtschaft und Produktionskosten auswirken bzw. auswirken können, soll am Beispiel der Einführung von Melkrobotern dargestellt werden. Ziel dieser technischen Entwicklungen sind zum einen die Arbeitszeiteinsparung und daneben auch die Lockerung der zeitlichen Bindung des Menschen an das zweimal tägliche Melken. Weiteres Ziel ist die Milchleistungssteigerung durch die Erhöhung der Melkfrequenz. Voraussetzung für den Einsatz vollautomatischer Melkanlagen sind bestimmte Mindestgrößen der Herden (man spricht derzeit von mindestens 60 Kühen).

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, zeigen die Ergebnisse betriebswirtschaftlicher Analysen, dass sich durch den Einsatz vollautomatischer Melkanlagen unter den getroffenen Annahmen hinsichtlich Arbeitszeiteinsparung und Leistungssteigerung in Abhängigkeit von der milchleistungssteigernden Wirkung Kosteneinsparungen erzielen lassen. Wesentlichen Einfluss auf die Höhe der potenziellen Kosteneinsparungen haben der Umfang der Milchleistungssteigerung und darüber hinaus die Höhe der Nutzungskosten für Arbeit sowie die mit der Instandhaltung der Anlage anfallenden Kosten.

Management („Precision Dairy Farming“): Strukturwandel bedingt wachsende Bestandsgrößen bei gleichzeitig steigenden Milchleistungen stellen zunehmend höhere Anforderungen an die Tätigkeiten des Betriebsleiters sowie an das Herdenmanagement. Zudem machen es wirtschaftliche Zwänge und rein ökonomische Überlegungen immer notwendiger, den Betriebszweig Milchproduktion an dafür geeigneten Kontrollobjekten und Kontrollzeitpunkten auf dessen Wirtschaftlichkeit hin zu überprüfen. Hierzu erscheint es notwendig, die Milchviehhaltung nicht mehr ausschließlich in ihrer Gesamtheit, sondern vielmehr sowohl auf Basis tierindividueller Wirtschaftlichkeitsparameter als auch unterteilt in unterschiedliche partielle Aspekte (z. B. Fütterung, Bestandsergänzung) zu kontrollieren. Voraussetzung hierfür ist in erster Linie das Vorhandensein einer geeigneten Datenbasis auf Einzeltierebene. Hierbei können Herdenmanagementprogramme und der umfassende Einsatz rechnergestützter Verfahrenstechnik, bis hin zur (Teil)-automatisierung der Milchviehhaltung, wichtige Funktionen übernehmen und den Betriebsleiter vor allem im Bereich von Managementaufgaben sinnvoll unterstützen. Die Aufgaben rechnergestützter Prozesstechnik sind dabei insbesondere in der Datenerfassung, diejenigen von EDV-Kuhplanern in der Datenaufbereitung und -auswertung zu sehen.

Bezogen auf die Erzeugung von Milch kann dieses ganzheitliche Herangehen im Precision Dairy Farming bestehen.

„Precision Dairy Farming ist ein umfassender konzeptioneller Ansatz für eine ökologisch und ökonomisch nachhaltige Erzeugung von Milch mit gesicherter Qualität sowie einem hohen Grad an Verbraucher- und Tierschutz.“ Eine zusammenfassende Darstellung der Ziele aus Sicht des gesellschaftlichen Umfelds, der damit verbundenen Forderungen und der vorhandenen Voraussetzungen enthält Abbildung 53. Die Darstellung symbolisiert ebenfalls, dass Precision Dairy Farming nicht von einer einzelnen Fachdisziplin entwickelt werden kann, sondern einen interdisziplinären Ansatz erfordert.

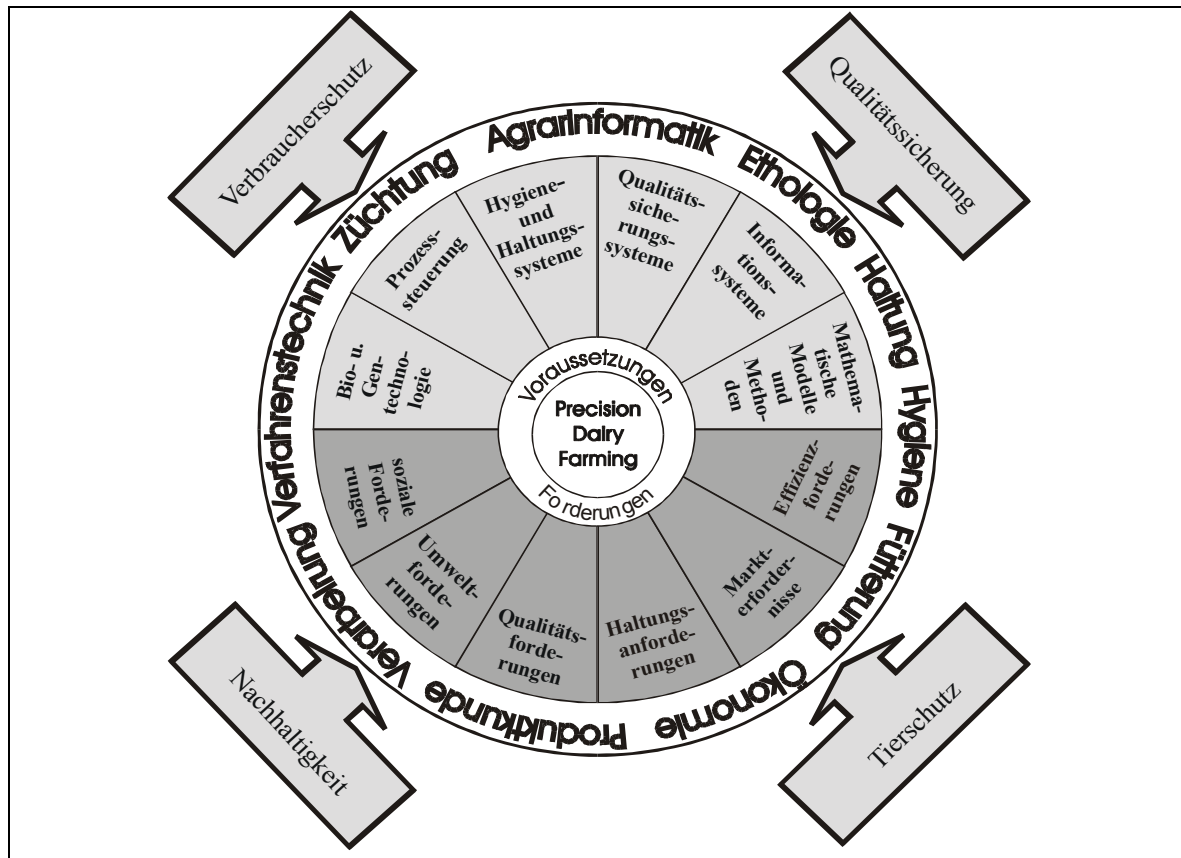


Abb. 53: Precision Dairy Farming - Voraussetzungen, Forderungen und Einordnung in die gesellschaftlichen Zielvorgaben (Spilke et al., 2003)

Precision Dairy Farming zeichnet sich vor allem durch folgende Merkmale aus:

- Verlagerung der Dokumentations- und Entscheidungsebene von der Tiergruppe oder dem Bestand zum Einzeltier, ebenso auch eine Verlagerung bestands- und gruppenbezogener Maßnahmen zum Einzeltier;
- eine hohe Intensität der Tierbeobachtung auch bei zunehmender Bestandsgröße durch ein System von Sensoren;
- durchgehende konsistente Dokumentation einzeltierbezogener Merkmale, Ereignisse und Vorfälle durch die Anwendung von Datenbankkonzepten, damit ein hohes Maß an Transparenz der Milcherzeugung und eine einzeltierbezogene Rückverfolgbarkeit jeglicher Behandlungsmaßnahmen, Ereignisse und Vorfälle;
- offenes Datenkonzept mit flexibler Erweiterbarkeit für Datenobjekte und Anwendungen;
- den zunehmenden Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik und damit eine medienbruchfreie Einordnung in ein System der gläsernen Produktion;
- die Kalkulation aussagekräftiger tierindividueller Wirtschaftlichkeits- und Wettbewerbsparameter zur Effizienzsteigerung der innerbetrieblichen Herdeselektion sowie inner- und überbetrieblicher Wirtschaftlichkeitsvergleiche.

Eine umfassende Definition des Begriffs „Precision Dairy Farming“ und seine Einordnung konnte in der Literatur nicht nachgewiesen werden. Der Begriff wird aber bereits von Jongebreur (2000), und Brunsch (2001) erwähnt. Es sind jedoch nähere Beschreibungen des „Precision Livestock Farming“ bekannt (Schön und Wendl, 2000; Wendl und Klindtworth, 2000), die bezüglich der Tierarten weiter gefasst sind, jedoch aus inhaltlicher Sicht in dieselbe Richtung wie „Precision Dairy Farming“ zielen.

Bestands- und Betriebsgrößen: Eingeschränkte einzelbetriebliche Wachstums- und Entwicklungsmöglichkeiten, z.B. auf Grund beschränkter Kapitalverfügbarkeit, auf Grund hoher Konkurrenz um Produktionsfaktoren oder/und als Folge restriktiver Marktregelungen (z.B. Garantiemengen, Quoten) lassen Kooperationsbestrebungen in der Landwirtschaft zu einem nachhaltig wichtigen Entwicklungsschritt werden.

Kooperationsbeziehungen bergen ein großes Potential an Vorteilen wirtschaftlicher und sozialer Art in sich, das bei gründlicher Vorbereitung und sachgerechter Durchführung genutzt werden kann. Andererseits bringen Kooperationsbeziehungen auch nicht unerhebliche Einschränkungen mit sich, die durch die Schaffung geeigneter wirtschaftlicher, persönlicher und institutioneller Voraussetzungen abgefedert werden können. Gleichwohl bleiben Restprobleme immer bestehen, die der besonderen und formalen Berücksichtigung bedürfen.

Wenn Betriebe und Personen „zusammenpassen“, lassen sich durch Kooperationen im Bereich der Viehhaltung beachtliche wirtschaftliche Vorteile gegenüber der Weiterführung der Einzelbetriebe realisieren. Die sozialen Vorteile der Kooperationsgründung sind noch höher einzustufen, da sie im Einzelbetrieb selbst mit dem Einsatz modernster Technik (z.B.: Melkroboter) nur unzureichend umzusetzen sind. Für die erfolgreiche Kooperationsgründung ist jedoch eine sorgfältige Beratung und intensive Vorbereitung notwendig.

Damit stellt die Betriebsentwicklung über Kooperationen eine i. d. R. sehr günstige Entwicklungsperspektive, auch bei eingeschränkten einzelbetrieblichen Wachstumsmöglichkeiten dar.

In jedem Fall sollten die entsprechenden Schritte in Richtung auf eine Kooperation sehr vorsichtig und wohl überlegt beschrritten werden, da durchaus mit größeren Schwierigkeiten insbesondere bezüglich des notwendigen engen persönlichen Umgangs der Partner zu rechnen sein kann.

Bewertung qualitativer Aspekte: Ziel einer weiteren Fragestellung war es, inwieweit ein derart intensives Herdenmanagement bzw. Produktionssystem einen Beitrag zu Tier-, Umwelt- und Verbraucherschutz leisten kann. Um die anhand von Nutzwertanalysen ermittelten Gesamtnutzwerte eines sehr intensiven Produktionssystems entsprechend einordnen zu können, wurden parallel sowohl ein Anbindestall als auch ein extensiv geführtes Laufstallsystem derselben Bewertung unterzogen. Hierbei wurde zum einen deutlich, dass ein, durch ein intensives Herdenmanagement gekennzeichnetes Laufstallsystem in allen Bereichen den höchsten Gesamtnutzwert erreichte, somit auch in der Summe der Gesamtnutzwerte an erster Stelle liegt und aufgrund dessen aus Sicht von Tier-, Umwelt- und Verbraucherschutz den anderen Haltungsformen vorzuziehen wäre. Zum anderen konnte aber auch festgestellt werden, dass gerade zwischen den Aspekten Tierschutz (Flächenangebot) und Umweltschutz (emittierende Oberfläche) erhebliche Zielkonflikte auftreten. Als zusammenfassendes Fazit dieser Nutzwertanalysen kann abschließend festgehalten werden, dass ein hoch technisiertes und teilweise automatisiertes Haltungssystem durchaus einen positiven Beitrag zu Tier-, Umwelt- und Verbraucherschutz zu leisten vermag.

9.2.3 Wirtschaftlichkeit bei ökologischer Produktion

Voraussetzungen für eine Umstellung auf „Ökologischen Landbau“ sind nach wie vor insbesondere die positive persönliche Einstellung gegenüber einer dieser Wirtschaftsweisen, effiziente Vermarktungswege und entsprechend eine ausreichende Nachfrage, da ein Teil der Produkte direkt vermarktet wird. Darüber hinaus ist auch zu prüfen, ob grundsätzlich die Möglichkeit der Mitgliedschaft in einer der anerkannten Organisationen besteht. Insbesondere bei der Umstellung treten häufig Probleme auf, die sich in Form sinkender Leistungen zeigen können, welche während der Umstellung nur bedingt durch höhere Preise kompensiert werden können. Im Zusammenhang mit der Direktvermarktung machen der Aufbau eines entsprechenden Kundenstammes sowie die Charakteristika des Produktes Milch oft Probleme und die Anpassung der Arbeitswirtschaft an die oft deutlich ausgeprägten

Arbeitsspitzen in bestimmten Zeitspannen (Futterwirtschaft) gelingt nicht immer problemlos, so dass allgemein festzustellen ist, dass die Umstellung auf „alternativen Landbau“ lediglich eine Entwicklungsmöglichkeit für eine begrenzte Zahl, in der Regel kleinerer Betriebe darstellt.

9.3 Vermarktung

Bei der Vermarktung von Milch sind die Grenzen des Preisspielraums relativ eng gesteckt. Die Bezahlung der Milch richtet sich nach den Anlieferungsmengen und der Qualität (Fettgehalt, Eiweißgehalt, Keimzahl, somatische Zellen, Hemmstoffe, Gefrierpunkt). Teilweise lassen sich Preissteigerungen über eine Verbesserung der Produktqualität (Milchgüteklassen) erzielen. Ansonsten stehen den Milchproduzenten als „Mengenanpassern“ auf den Märkten der aufnehmenden Hand (Molkereien) nur wenige Möglichkeiten der Preisbeeinflussung zur Verfügung.

Auch der Eingliederung neuer Funktionsbereiche, etwa in der Form einer Ausschaltung von Handelsstufen mit dem Ziel einer Direktvermarktung, einer betrieblichen Einlagerung oder der Übernahme von Reparatur- und Wartungsarbeiten sind bei Milch im Gegensatz zu Produkten aus dem Ackerbau aufgrund der Notwendigkeit einer weiteren Bearbeitung sowie des hohen Aufwands bezüglich Lagerung und Distribution sehr enge Grenzen gesetzt.

9.4 Zusammenfassung

Um auch langfristig eine erfolgreiche Milchproduktion zu gewährleisten, wird zukünftig der Kostenrechnung und damit der Erfolgskontrolle eine erhöhte Bedeutung beizumessen sein. Mögliche Potenziale zur Kostensenkung lassen sich aber nur dann effektiv aufdecken, wenn der Betriebszweig Milchproduktion nicht mehr ausschließlich in seiner Gesamtheit, sondern unterteilt in verschiedene partielle Aspekte und auf tierindividueller Ebene einer Wirtschaftlichkeitskontrolle unterzogen wird. Hierbei kann ein zunehmend automatisiertes Haltungssystem unterstützende Funktionen übernehmen und die erforderliche Datenbasis für die entsprechenden Kostenrechnungen bereitstellen. Über diese rein ökonomischen Aspekte hinaus, bietet ein intensives Herdenmanagement auch die Möglichkeit, erhöhte Anforderungen in den Bereichen des Tier-, Umwelt- und Verbraucherschutzes zu erfüllen. Gerade in Bezug auf den Verbraucherschutz kann ein derartiges Haltungssystem den geforderten Dokumentationspflichten in sehr hohem Maße gerecht werden.

10. Tabellenanhang (P. Lebzien)
Auszug aus den DLG-Futterwerttabellen (1997) ergänzt durch Angaben über die Gehalte an NDF, ADF, Ca und P
 (verschiedene Quellen)

	Trockenmasse (T)	je kg Trockenmasse										je kg Trockenmasse								
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabbaubares Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbare Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)	
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	g	g	g	MJ	MJ	
Grünfutter, Wurzeln, Knollen usw., frisch (1)																				
Biertreber	240	45	955	253	82	178	442	49	12	570	255	3.5	5.9	66	40	185	+11	10.91	6.44	
Futterrübe (gehaltvolle),																				
- sauber	150	83	917	77	7	64	769	0	614	125	100	2.7	2.7	89	20	149	-12	11.96	7.57	
Futterrübe (Massetrennrübe),																				
- sauber	120	101	899	89	9	69	732	0	537			2.5	2.5	89	20	150	-10	11.96	7.60	
Grünland, 4 und mehr																				
Nutzungen, grasreich, (untergrasbetont)																				
1. Aufwuchs																				
- im Schossen	160	95	905	235	43	172	455	0	-			5.0	4.4	84	10	157	+12	11.97	7.38	
- volles Ähren-/Rispschieben	180	97	903	207	47	231	418	0	-	440	230	5.6	3.9	77	15	151	+9	10.92	6.58	
- Beginn der Blüte																				
2. und folgende Aufwüchse	220	93	907	187	45	261	414	0	25	480	260	5.5	3.5	75	15	144	+7	10.53	6.30	
- 4-6 Wochen	180	103	897	213	45	229	410	0	61	450	240	7.3	4.0	73	15	144	+11	10.23	6.09	

	Trocken- masse (T)	je kg Trockenmasse										je kg Trockenmasse								
		Roh- asche	Orga- nische Masse	Roh- protein	Roh- fett	Roh- faser	N-freie Extrakt- stoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdau- lichkeit der Orga- nischen Masse	Unab- bau- bares Roh- protein in % des Roh- protein s	Nutz- bares Roh- protein (nXP)	Rumi- nale Stick- stoff- bilanz (RNB)	Um- setz- bare Energie (ME)	Netto- energie Lakta- tion (NEL)	
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	g	g	g	MJ	MJ	MJ	
Grünfutter, Wur- zeln, Knollen usw., frisch (1)																				
Kartoffel, Knolle	220	59	941	96	4	27	814	710	31	75	45	0.4	2.7	92	20	162	-11	13.08	8.44	
Luzerne 1. Aufwuchs - Beginn der Blüte	200	106	894	187	29	286	392	0	25	405	18.0	2.5	68	20	139	+8	9.37	5.49		
Mais - Beginn der Teig- reife, Kolbenanteil mittel (35-45%)	270	48	952	86	27	205	634	187	142	235	2.9	2.5	73	25	133	-7	10.61	6.39		
Rotklee 1. Aufwuchs - Beginn der Blüte	220	93	907	161	28	261	457	0	36	407	15.9	3.0	70	20	138	+4	9.82	5.82		
Schlempe (Kar- toffel)	60	133	867	307	17	72	471	16	-	13	0	0	86	30	209	+16	(12.01)	(7.52)		
Schlempe (Weizen)	60	60	940	360	71	102	407	174	-	148	0	0	82	35	237	+20	12.93	7.94		
Zuckerrübe, Rübe - sauber	230	47	953	62	3	54	834	0	696	0	2.6	1.7	89	20	152	-14	12.56	8.01		

Silagen (2)	Trockenmasse (T)	je kg Trockenmasse										je kg Trockenmasse								
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabbaubares Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbare Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)	
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	MJ	MJ	MJ
Biertreber	260	48	952	249	86	193	424	17	6	570	255	3.4	6.0	68	40	185	+10	11.22	6.66	
Gerste - In der Teigreife (GPS), Körneranteil ca. 50%	450	59	941	97	21	227	596	268	10	510	295	4.8	3.0	67	20	124	-4	9.58	5.65	
Grünland, 4 und mehr Nutzungen, grasreich (untergrasbetont)																				
1. Aufwuchs	350	111	889	184	42	214	449	0	-	420	260	5.7	3.6	79	15	147	+6	10.85*	6.58*	
- Beginn Ähren-/Rispschieben	350	106	894	167	41	247	439	0	-	495	290	5.0	4.2	71	15	134	+5	9.96	5.92	
- volles Ähren-/Rispschieben																				
- Beginn der Blüte	350	109	891	155	38	276	422	0	41	570	330	5.5	3.5	74	15	136	+3	10.02*	5.97*	
2. und folgende Aufwüchse																				
- unter 4 Wochen	350	143	857	186	42	213	416	0	27	430	270	5.7	3.6	73	15	136	+8	9.92	5.93	

Silagen (2)	Trockenmasse (T)		je kg Trockenmasse										je kg Trockenmasse							
	g		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabbaubares Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbares Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)
- 4-6 Wochen	350		113	887	161	42	246	438	0	27	505	300	8.8	3.8	70	15	131	+5	9.73	5.76
- 7-9 Wochen	350		115	885	136	37	295	417	0	26	580	340	5.8	3.6	72	15	130	+1	9.22*	5.40*
Kartoffel-pülp	180		35	965	57	5	199	704	273	16	365	315	5.2	1.3	81	25	139	-13	(11.42)	(7.04)
Luzerne																				
1. Aufwuchs																				
- in der Knospe	350		118	882	207	39	254	382	0	1	420	320	13.6	3.5	66	15	132	+12	9.28	5.43
Mais																				
- in der Milchreife																				
Kolbenanteil mittel (25-35%)	210		59	941	93	31	233	584	131	9	480	280	3.8	2.8	70	25	129	-6	10.12	6.03
- Beginn der Teigreife																				
Kolbenanteil mittel (35-45%)	270		52	948	88	33	212	615	203	13	415	245	3.3	2.5	72	25	131	-7	10.51	6.31
- Ende der Teigreife																				
Kolbenanteil mittel (45-55%)	350		45	955	81	32	201	641	286	15	365	215	2.2	2.6	73	25	131	-8	10.70	6.45
Maiskolben																				
- mit Hüllblättern (LKS)	500		25	975	89	34	143	709	391	4	210	94	1.0	3.0	80	35	146	-9	11.97	7.37
- ohne Hüllblätter (CCM)	600		21	979	105	43	52	779	634	4	165	60	0.5	3.2	84	35	159	-9	12.89	8.08

Silagen (2)	Trockenmasse (T)	je kg Trockenmasse										je kg Trockenmasse								
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabbaubares Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbare Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)	
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	MJ	MJ	
Preßschnitzel Raps (Futterraps)	220	71	929	111	11	208	599	0	31	420	275	8.0	1.0	86	30	157	-7	11.87	7.40	
- in der Blüte	130	171	829	172	58	202	397	0	-			13.8	3.7	79	15	138	+5	10.37	6.29	
Stoppelrübe, Rübe																				
- mit Blättern, sauber	130	123	877	172	52	209	444	0	11			12.3	3.1	83	15	151	+3	11.34	6.95	
Weizen																				
- in der Teigreife (GPS), Körneranteil ca. 50%	450	60	940	93	19	227	601	279	10	485	290	3.8	2.9	65	15	118	-4	9.29	5.45	
Zuckerrübe, Blätter																				
- sauber	160	171	829	149	34	159	487	0	16			13.8	2.4	76	15	130	+3	9.71	5.86	

Silagen (2)	Trockenmasse (T)	je kg Trockenmasse											je kg Trockenmasse							
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabhängiges Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbare Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)	
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	MJ	MJ	
Grünland, 4 und mehr Nutzpflanzen, grasreich (untergrasbetont)																				
1. Aufwuchs - Beginn der Blüte	860	79	921	111	24	303	483	0	-	625	345	4.8	2.8	70	20	128	-3	9.69	5.73	
- Mitte bis Ende der Blüte	860	78	922	100	23	333	466	0	-	660	370	6.1	2.4	64	25	119	-3	8.75	5.07	
2. und folgende Aufwüchse	860	94	906	142	31	273	460	0	-	500	300	6.4	3.5	68	20	131	+2	9.40	5.52	
- 4-6 Wochen																				
Heu, Spreu und Stroh (3)																				
Gerste, Stroh	860	59	941	39	16	442	444	0	7	690	475	4.5	1.0	50	45	82	-7	6.80	3.76	
Hafer, Stroh	860	66	934	35	15	440	444	0	14	640	430	4.0	1.4	50	40	80	-7	6.74	3.73	
Weizen, Stroh	860	78	922	37	13	429	443	0	-	780	480	2.6	0.9	47	45	76	-6	6.37	3.50	

Handels- und andere Futtermittel (4)	Trockenmasse (T)	je kg Trockenmasse											je kg Trockenmasse						
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabbaubares Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbare Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	g	g	MJ	MJ	MJ
Ackerbohne, Samen	880	39	961	298	16	89	558	422	41	165	125	1.4	5.2	91	15	195	+17	13.62	8.61
Biertreber - getrocknet	900	47	953	259	85	170	439	42	12	570	255	3.3	6.1	66	45	198	+10	10.57	6.19
Erbse, Samen Erdnußextraktionsschrot - aus enthülster Saat	880	34	966	251	15	67	633	478	61	120	80	1.0	4.9	90	15	187	+10	13.48	8.53
Fischmehl, Typ 55 - 60-65 % Protein, 3-8 % Fett	920	233	767	641	62	14	50	0	0	0	0	65.0	31.8	88	60	476	+26	11.93	7.33
Gerste (Winter), Körner	880	27	973	124	27	57	765	599	18	185	65	0.7	3.9	85	25	164	-6	12.84	8.08
Gerstenfuttermehl	880	43	957	151	44	89	673	396	69	0	134	0.6	3.8	76	25	154	0	11.50	7.01

Handels- und andere Futtermittel (4)	Trockenmasse (T)	je kg Trockenmasse											je kg Trockenmasse						
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabbaubares Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbare Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	g	g	g	MJ	MJ
Grasgrünmehl - junges Pflanzenmaterial unter 24 % Rohfaser	900	111	889	197	46	209	437	0	92	470	250	8.8	3.7	76	40	177	+3	10.69	6.44
Hafer, Körner	880	33	967	121	53	116	677	452	16	320	160	1.2	3.7	74	15	140	-3	11.48	6.97
Haferfuttermehl	910	25	975	152	80	59	684	557	17	0	36	1.4	5.2	-	15	-	-	-	-
Hafereschälkleie - über 20 % Rohfaser	910	60	940	68	29	270	573	167	11	0	0	1.7	2.7	61	20	108	-6	8.65	4.99
Hefe (Bierhefe) - getrocknet	900	81	919	521	16	25	357	0	13	0	0	2.8	16.0	84	40	324	+32	(12.40)	(7.61)
Kartoffelflocken	880	51	949	89	4	24	832	733	-	220	165	0.5	2.7	86	10	152	-10	12.11	7.64
Kokosextraktionschrot	900	75	925	238	27	161	499	0	118	540	300	1.6	6.7	83	50	222	+2	12.21	7.56

Handels- und andere Futtermittel (4)	Trockenmasse (T)	je kg Trockenmasse											je kg Trockenmasse						
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabbaubares Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbare Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	g	g	g	MJ	MJ
Kokoskuchen/Expeller	900	69	931	229	68	152	482	0	103	520	275	1.6	6.3	80	55	222	+1	12.50	7.69
- 4-8 % Fett																			
Leinextraktionschrot	890	66	934	385	27	103	419	0	45	310	185	4.5	9.5	79	30	232	+24	12.04	7.34
Leinkuchen/Expeller																			
- 4-8 % Fett	900	64	936	373	62	107	394	0	43	350	180	4.1	8.4	77	35	240	+21	12.36	7.52
Lupine gelb, süß, Samen	880	49	951	438	57	168	288	49	64	295	0	2.9	5.1	90	20	232	+33	14.31	8.95
Luzeergrünmehl																			
unter 26 % Rohfaser	900	118	882	218	35	222	407	0	53	414	289	17.2	3.1	70	45	184	+5	9.61	5.67
Mais, Körner	880	17	983	106	45	26	806	694	19	115	30	0.5	3.3	86	50	164	-9	13.29	8.39
Maisfuttermehl	890	30	970	118	72	59	721	403	46	500	120	0.6	5.0	85	50	162	-7	(13.36)	(8.38)

Handels- und andere Futtermittel (4)	Trockenmasse (T)	je kg Trockenmasse											je kg Trockenmasse							
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabbaubares Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbare Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)	
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	MJ	MJ	
Maiskeimextraktionschrot																				
- Stärkeindustrie	890	49	951	258	23	96	574	314	53	435	130	7.0	0.7	89	25	200	+9	(13.10)	(8.23)	
Maiskleber, getrocknet																				
Maiskleberfutter	900	20	980	708	52	13	207	146	6	60	20	4.1	0.9	92	50	482	+36	15.27	9.52	
- 23-35 % Protein	890	60	940	258	41	90	551	201	23	385	115	8.8	2.5	82	25	189	+11	12.46	7.71	
- 20-23 % Protein	900	66	934	220	39	85	590	225	21	300	100	8.9	1.5	82	25	178	+7	12.48	7.77	
Malzkeime																				
Maniokmehl/Maniokschmitzel	920	69	931	297	11	145	478	46	139			8.0	2.8	70	25	180	+19	10.36	6.17	
Maniokmehl/Maniokschmitzel	880	40	960	26	7	36	891	760	32	70	65	1.1	1.5	85	30	133	-17	12.40	7.89	
Maniokschmitzel																				
Typ 55	880	58	942	29	7	59	847	671	30	75	55	0.8	1.9	85	30	132	-16	11.95	7.55	
Melasse (Zuckerrohr)																				
Melasse (Zuckerrübe)	740	118	882	47	5	5	825	0	649	0	0	0.9	8.0	89	20	139	-15	12.09	7.81	
- zuckerreich	770	105	895	136	2	0	757	0	629	0	0	0.3	4.0	89	20	160	-4	12.29	7.88	

Handels- und andere Futtermittel (4)	Trockenmasse (T)	je kg Trockenmasse											je kg Trockenmasse							
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabbaubares Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbare Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)	
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	g	g	MJ	MJ	MJ	
Melasse-schnitzel																				
- zuckerarm	890	72	928	108	8	170	642	0	133	400	230	8.8	0.9	86	30	156	-8	11.82	7.39	
- zuckerreich	900	85	915	125	8	143	639	0	245	325	180	8.0	1.4	88	30	162	-6	11.98	7.53	
Milchprodukte																				
- Vollmilch (Rind), frisch	140	54	946	264	321	0	361	0	362	0	0	8.6	7.1	97	5	128	+22	(19.31)	(12.47)	
- Magermilchpulver	960	83	917	365	5	0	547	0	512	0	0	14.0	10.7	96	5	179	+30	13.75	8.82	
Palmkernextraktionschrot																				
Palmkernkuchen/Expeller	890	43	957	188	21	199	549	0	21	520	310	2.8	7.2	76	45	185	0	11.20	6.77	
- 4-8 % Fett	910	46	954	207	73	169	505	0	28	605	385	2.4	6.8	76	50	194	+2	12.26	7.47	
Pflanzenöle																				
- Rapsöl	999	1	999	0	999	0	0	0	0	0	0	0	0	96	-	-	-	(29.91)	(19.25)	
- Sojaöl	999	1	999	0	999	0	0	0	0	0	0	0	0	98	-	-	-	(30.56)	(19.79)	

	Trockenmasse (T)	je kg Trockenmasse											je kg Trockenmasse							
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabbaubares Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbare Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)	
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	g	g	g	MJ	MJ	
Handels- und andere Futtermittel (4)																				
Raps, Samen																				
- "00" Typ	880	45	955	227	444	75	209	0	52	180	120	4.2	8.4	74	20	100	+20	17.56	10.75	
Rapsextraktionschrot																				
- "00" Typ	890	77	923	399	25	131	368	0	80	295	235	7.1	11.9	80	30	231	+27	11.99	7.31	
Rapskuchen /Expeller																				
- "00" Typ, 12-20 % Fett	900	69	931	350	155	111	315	0	95	285	175	6.9	11.9	80	30	204	+23	14.03	8.62	
Reisfuttermehl, gelb	900	120	880	143	167	105	465	240	34			0.9	5.6	67	40	127	+3	11.04	6.56	
Reisfuttermehl, weiss	890	107	893	145	160	59	529	268	54	260	130	0.8	14.7	85	40	151	-1	(13.26)	(8.23)	
Roggen, Körner	880	21	979	112	18	27	822	632	68	130	40	0.5	3.7	90	15	167	-9	13.31	8.49	
Roggen(griess)kleie	880	53	947	164	37	66	680	208	88	320	75	1.7	11.6	74	15	145	+3	11.05	6.69	
Sojabohne, Samen																				
- dampferhitzt	880	54	946	398	203	62	283	57	81	120	90	3.2	6.6	86	20	189	+33	15.88	9.90	

Handels- und andere Futtermittel (4)	Trockenmasse (T)	je kg Trockenmasse											je kg Trockenmasse						
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabbaubares Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbare Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	g	g	MJ	MJ	MJ
Sojaextraktionschrot - aus geschälter Saat, dampferhitzt	890	67	933	548	13	39	333	69	115	75	50	3.2	7.6	92	30	301	+40	(13.73)	(8.59)
- aus ungeschälter Saat, dampferhitzt	880	67	933	510	15	67	341	69	108	90	3.4	7.3	91	30	288	+36	13.75	8.63	
- aus ungeschälter Saat, dampferhitzt, mit überhöhtem Schalenanteil	890	69	931	485	17	93	336	65	106	230	125	3.2	6.5	90	30	278	+33	13.49	8.43
Sojabohnenschalen Sonnenblumenextraktionschrot - aus geschälter Saat	900	49	951	131	25	382	413	36	25	625	510	6.0	1.4	76	15	143	-2	10.93	6.57
- aus teilgeschälter Saat	910	79	921	439	20	135	327	0	103	240	190	4.2	12.2	80	25	229	+33	11.88	7.22
- aus ungeschälter Saat	900	70	930	379	24	223	304	0	68	395	275	2.8	9.4	65	25	193	+30	10.24	6.02
(schalenarme Sorten)	880	64	936	324	25	287	300	0	61	450	385	3.9	7.4	60	25	173	+24	9.27	5.34
Triticale, Körner	880	22	978	145	18	28	787	640	40	120	35	0.4	4.3	89	15	170	-4	(13.13)	(8.32)

Handels- und andere Futtermittel (4)	Trockenmasse (T)	je kg Trockenmasse											je kg Trockenmasse						
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	Stärke	Zucker	NDF	ADF	Ca	P	Verdaulichkeit der Organischen Masse	Unabbaubares Rohprotein in % des Rohproteins	Nutzbares Rohprotein (nXP)	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie (ME)	Nettoenergie Laktation (NEL)
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	%	g	g	g	MJ	MJ
Trockenschnitzel	900	54	946	99	9	205	633	0	68	400	230	7.6	1.1	86	45	156	-9	11.93	7.43
Weizen (Winter), Körner	880	19	981	138	20	29	794	662	33	120	30	0.6	3.8	89	20	172	-5	13.37	8.51
Weizenkleie	880	65	935	160	43	134	598	149	64	515	150	1.6	12.0	67	25	140	+3	9.92	5.86
Zitrusrester - getrocknet	900	62	938	70	35	132	701	0	243	240	220	17.6	1.1	85	25	145	-12	12.29	7.71

11 Literaturverzeichnis

Abel, H. J., G. Flachowsky, H. Jeroch, S. Molnar (1995): Nutztierernährung (Potentiale - Verantwortung - Perspektiven). Gustav-Fischer-Verlag Jena-Stuttgart, 519 S.

AFRC, Agricultural and Food Research Council (1993): Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Wallingford, UK, 159 S.

Ahlborn-Breier, G.; W. D. Hohenboken (1991): Additive and nonadditive genetic effects influencing milk production in dairy cattle: evidence for major individual heterosis. J. Dairy Sci. 74, S. 592-602.

Albright, J. L., C. W. Arave, (1997): The Behavior of Cattle. CAB, Wallingford.

Balch, C. C. (1971): Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughage. British Journal of Nutrition 26, 383-392

Bartussek, H., M. Tritthart, H. Würzl, W. Zortea (1996): Rinderstallbau. Leopold Stocker Verlag, Graz

Beede, D. K. (1992): The DCAD concept: Transition rations for dry pregnant cows. Feed-stuffs, Dec 28, 14-19.

Benedsgaard, T. W., S. M. Thamsborg, M. Vaarst, C. Enevoldson (2003): Eleven years of organic dairy production in Denmark: herd health and production related to time of conversion and compared to conventional production. Livestock Prod. Sci. 80: 121-131

BLE (2004): Marktinformationen zu Öko-Milch & Öko-Molkereiprodukten in Deutschland. ><http://www.oekolandbau.de/data/><

BMVEL (2001): Agrarbericht der Bundesregierung 2001. Bonn.

Boxberger, J., B. Kiessling, T. Amon, B. Lehmann (1995) Einfluss von Klimafaktoren und Flächenangebot auf die Nutzung des Auslaufes durch Milchkühe. In: DEWES T., L. Schmitt (eds.) Beiträge zur 3. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Wissenschaftlicher Fachverlag Gießen, S. 117-120

Brade, W. (1995): Milchrinderzüchtung. Broschüre, LWK Hannover, 106 Seiten

Brade, W. (1996): Genetische Grundlagen der Rinderzüchtung (2. Auflage), Broschüre, LWK Hannover, 112 Seiten

Brade, W. (1999): Zur Berücksichtigung des Milcheiweißgehaltes in der Selektion. Welt der Milch, 53. Jg., 1999, 80-81

Brade, W. (2001): Precision Farming in der tierischen Erzeugung. Tierärztl. Umschau, Bd. 56, 582-590.

Brade, W. (2002): Rassenkreuzungen bei Rindern. Milchpraxis, 40. Jg., 2002, 103-107.

Brade, W., U. Meyer (2003): Milcherzeugung im ökologischen Landbau. In: Rinderzucht und Milcherzeugung, LWK Hannover, S. 125-129

Bramley, A. J., F. H. Dodd, G. A. Mein, J. A. Bramley (1992): Machine Milking and Lactation. Insight Books, Berkshire England

Brem, G. (2000): Klonierung. 18. Hülsenberger Gespräche, 2000, 86-98

Brinkmann, J., C. Winckler (2005): Status quo der Tiergesundheitssituation in der ökologischen Milchviehhaltung – Mastitis, Lahmheiten, Stoffwechselstörungen. In: Heß, J. G. Rahmann (eds.) Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. university press Kassel, S. 343-346

Broom, D. M. (1991): Animal welfare. Concepts and measurement. J. Anim. Sci., 69, 4167-4175

- Brunsch, R. (2001): Produktionsmanagement im Kuhstall - Möglichkeiten und Anforderungen. Vortrag anlässlich des GIL-Workshop „IT-Anwendungen im Agrarmanagement - Aktueller Stand und Perspektiven“ am 5. und 6. April 2001 in Berlin.
- Brunsch, R., O. Kaufmann, T. Lüpfer (1996): Rinderhaltung in Laufställen, Ulmer, Stuttgart.
- Bruntjer, J. B. (1997): DNA repeats in the vertebrate genome as probes in phylogeny and species identification. Acad. Thesis, Utrecht, University
- Bruntjer, J. B., I. A. Hoff, J. A. Lenstra (1997): Artiodactyl interspersed DNA repeats in catenian genomes. J. of Molecular Evolut., 45, 66-69
- Buschhaus U. (2002) Mais. In: Schumacher U. (ed.) Milchviehfütterung im ökologischen Landbau. Bioland Verlags GmbH, S. 44-48
- BVET (1998): Richtlinien für die Haltung von Rindvieh. www.bvet.admin.ch
- De Brabander, D. L., J. L. De Boever, A. M. De Smet, J. M. Vanacker, Ch. V. Bourcque, S. M. Bottermann (1999); Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition. In Recent Advances in Animal Nutrition by P. C. Garnsworthy and J. Wisemann (Ed.). Nottingham Univ. Press, 111-145.
- De Vries, T. J., M. A. G. von Keyserlingk, D. M. (2004): Effect of Feeding space on the intercow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 87: 1432-1438
- Dekkers, J. C. M. (1992): Structure of breeding programs to capitalize on reproductive technology for genetic improvement. J. Dairy Sci. 75, 2880-2891.
- DLG (1997): Futterwerttabellen - Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt/M.
- DLG (1999): Leistungs- und qualitätsgerechte Jungrinderaufzucht. DLG-Information 3/1999, 20 S.
- DLG (2001): Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen, DLG-Informationen 1/2001, 32 S.
- Doluschitz, R. (1990): Entwicklungschancen deutscher Milcherzeuger im EG-Wettbewerb. Der Praktische Tierarzt 71 (11), 62-70.
- Doluschitz, R. (1992): Technischer Wandel in der Milchproduktion. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 408.
- Doluschitz, R. (2001 a): Struktur, Entwicklung und Perspektiven der Milchviehhaltung in der Bundesrepublik Deutschland. Der praktische Tierarzt 82 (9), 716-729.
- Doluschitz, R. (2001 b): Kooperationen in der Landwirtschaft. Berichte über Landwirtschaft, Band 79, S. 375-398.
- Doluschitz, R. und W. Trunk (1990): Betriebswirtschaftliche Beurteilung der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandsgröße. Berichte über Landwirtschaft, Band 68, 256-269.
- DVG (2002): Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandsproblem Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e. V., Frankfurter Straße 89, D-35392 Gießen
- Edmonson, A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver, G. Webster (1989): A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 72, 68-78.
- Ehrlich M., K. Barth (2004): Neue alte Wege zur artgemäßen Kälberaufzucht. bioland 3/2004: 28-29
- Erhard, M. H., M. Stangassinger (2000): Kolostrum als „functional food“ für das neugeborene Kalb: Einflüsse auf den Immunstatus. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 9, 147-149
- Essl, A. 1996: Grundlagen der Zuchtwertschätzung, 1. Seminar des genetischen Ausschusses der ZAR, Wien, 1996

EU-Kommission (2005): Short Report of the meeting of the 60th standing committee on organic farming held on 1 July 2005 <<http://europa.eu.int/>>

Everinghoff, M., U. Meyer, D. Gädeken, G. Flachowsky (2002): Untersuchungen zur Wasseraufnahme von Milchkühen. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung: Tagungsunterlage - Beiträge der Veranstaltung vom 20. und 21.03.2002 in Fulda. Bonn: Verband der Landwirtschaftskammern, 40-42.

FAT-Berichte: www.fat.ch Rindvieh: Nr. 346, 416, 508, 510, 517

Flachowsky, G. (2004): Futtermittel aus gentechnisch veränderten Pflanzen in der Milchkuhfütterung. Kieler Milchw. Forschungsber. 56, 163-178

Flachowsky, G., A. Chesson, K. Aulrich (2005): Animal nutrition with feeds from genetically modified plants. Arch. Anim. Nutr. 59, 1-40

Flachowsky, G., J. Kamphues (1996): Unkonventionelle Futtermittel. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 169, 415 S.

Fraser, A. F., D. M. Broom (1990): Farm Animal Behaviour and Welfare. Baillière Tindall, London

Fregonesi, J. B., J. D. Leaver (2001): Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. Livestock Prod. Science 68, 205-216

Garnswarthy, P.C. (2005): Calf and heifer rearing, Principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving, Nottingham University Press, Nottingham, 352 S.

Gedek W., H. O. Knöppler, G. Averdunk (1981): Vergleichende Qualitätsuntersuchungen von Milch aus landwirtschaftlichen Betrieben mit konventioneller und alternativer Wirtschaftsweise. Archiv für Lebensmittelhygiene 32: 149-151

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1997 a): Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtälbern und Aufzuchtrindern. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 6, 201-215

GfE (1997 b): Zum Proteinbedarf von Milchkühen und Aufzuchtrindern. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 6, 217-236

GfE (1999): Empfehlungen zur Proteinversorgung von Aufzuchtälbern. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 8, 155-164

GfE (2001): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8, Empfehlungen von Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt (Main), 136 S.

Gravert, G. (1994): Milch. in: Tierzuchtungslehre. (Hsg.: H. Kräusslich), Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 196 ff.

Gravert, H. O., K. Papst (1986): Futteraufnahme als Selektionskriterium. Vortrag, Leipziger Tierzuchtsymposium, 19/22.06.1986

Gravert H. O., K. Pabst, D. Ordloff, U. Treitel (1989): Milcherzeugung im alternativen Landbau. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsber. 41: 211-223

Haccius M. (1999): Der europäische Kontext der ökologischen Tierhaltung – Die Entstehung der EU-Tierhaltungsverordnung. In: Graf S., M. Haccius, H. Willer (Eds.) Die EU-Verordnung zur ökologischen Tierhaltung. Hinweise zur Umsetzung, SÖL-Sonderausgabe 72; 9-10

Hamann, J.; P. Gyodi (1999): Somatic cells and electrical conductivity in relation to milking frequency. Milchwissenschaft Bd. 55, 303-307.

Hamann, J., V. Krömker (2000): Tierärztliche Herdenbetreuung und AMV Bundesverband Praktischer Tierärzte e. V. Symposium „Automatische Melksysteme - Automatische Mastitis-Sanierung?“, 13.10.2000 in Leipzig

- Hansen, S., J. Hamann (2002): Zitzendesinfektion - Ziele, Verfahren und Produkte. Bundesverband Praktischer Tierärzte e. V., Kongress, 7. bis 10.11.2002 in Nürnberg
- Harding, F. (1995): Milk quality. Blackie Academic u. Professional, Glasgow, 166 Seiten
- Hartung, J. (2000): Haltungsformen in der Rinderhaltung im Vergleich aus hygienischer Sicht. Tierärztl. Umschau 55, 445-451
- Heeschen, W. (1994): Der Milchstandort Deutschland – eine kritische Erörterung unter Berücksichtigung hygienisch-qualitativer Aspekte. Kieler Milchwirtl. Forschungsberichte, 46, Heft 3, 219-236
- Hemme, T., K. Christoffers, E. Deeken (eds.) (2004): IFCN dairy report 2004: for a better understanding of milk production worldwide. Braunschweig, Global Farm GbR, 152 S.
- Heuwieser, W. (1991): Die Beurteilung der Körperkondition bei Milchkühen (Teil 1). Milchpraxis 29. Jg., 130-133.
- Heuwieser, W., R. Mansfeld (1992): Die Beurteilung der Körperkondition bei Milchkühen (Teil 2). Milchpraxis, 30, 10-14.
- Hoffmann, M. (Herausg.) (1990): Tierfütterung, Dt. Landwirtschaftsverlag Berlin, 2. Aufl., 320 S.
- Hörning B., C. Simantke, E. Aubel, R. Andersson (2005): Status Quo der Ökologischen Rinderhaltung in Deutschland. In: Heß J., G. Rahmann (eds.) Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. university press Kassel, S. 355-356
- Ifoam (2001): Basic Standards of Organic Farming, Tholey-Theley
- ILSI (2003): Crop Composition Database <http://www.cropcomposition.org>, Accessed 2003, Juli 14
- Jahreis G., J. Fritsche, H. Steinhart (1996): Monthly variations of milk composition with special regard to fatty acids depending on season and farm management systems conventional versus ecological. Fett-Lipid 98: 356-359
- Jahreis, G., J. Kraft, P. Möckel (2002): Milch - vom Naturerzeugnis zum Designerprodukt. Landbauforschung Völkenrode, Heft 242, 13-23.
- Jeroch, H., W. Drochner, O. Simon (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere, B: Futtermittelkunde, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 169-318
- Jeroch, H., G. Flachowsky, F. Weissbach (1993) Futtermittelkunde. Gustav-Fischer-Verlag Jena-Stuttgart, 510 S.
- Jongebreur, A. A. (2000): Implementation of new technologies in dairy farm management. 1st International Dairy Management Conference, 26-28 November 2000, Hannover.
- Kamphues, F., G. Flachowsky (2001): Tierernährung - Ressourcen und neue Aufgaben. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 213, 462 S. Positivliste (2002)
- Karg, H., R. Claus (1984): Laktation. in Rinderzucht (Hsg.: H. Kräusslich); Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart S. 211-223
- Kielwein, G. (1988): Milch. in: Qualität tierischer Nahrungsmittel. Eugen Ulmer, Stuttgart 368 Seiten
- Kirchgessner, M. (1997): Tierernährung. 10. neubearbeitete Auflage, Verlags Union Agrar, Frankfurt am Main, 582 S.
- Klink, A. (1997): Organisationsformen und Wirtschaftlichkeit von Betriebskooperationen im Bereich der Milchviehhaltung in Baden-Württemberg - Eine empirische Untersuchung. Diplomarbeit aus dem Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim, 1997.

- Koopmann, R. (2005): Tierbehandlungen im Ökolandbau – ein besonderes Problem? Deutsches Tierärzteblatt 53: 860-865
- Kristensen, T., E. S. Kristensen (1998): Analysis and simulation modelling of the production in Danish organic and conventional dairy herds. Livestock Prod. Sci. 54:55-65
- Krutzinna C., E. Boehncke, H.-J. Herrmann (1996): Die Milchviehhaltung im ökologischen Landbau. Ber. Ldw. 74: 461-480
- Lanza, R. P., B. L. Dressler, P. Damiani (2001): Klonen bedrohter Tiere - die neue Arche Noah. Spektrum der Wissenschaft, Heft 1/2001, 33-41
- Lemmer, A. (1998): Betriebswirtschaftliche Begleituntersuchung zur Gründung einer Milchviehkooperation. Diplomarbeit aus dem Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim, 1998.
- Löhnert, M.-J., W. Ochrimenko (1997): Der Einfluss verschiedener Sojaproteinquellen im Milchaustauscher auf das Aufzuchtergebnis bei Kälbern. Proc. 109. VDLUFA-Kongress, 15.-19.9.1997, Leipzig, 263-266
- Löhnert, H.-J., F. Schrupf, G. Flachowsky, A. Hennig (1987) Einfluss des Durchfallgeschehens auf die Lebendmasseentwicklung von Kälbern. Tierzucht 41, 160-169
- Loftus, T. R., D. E. Mac Hugh, G. Bradley, P. M. Sharp, P. Cunningham (1994): Evidence for two independent domestications of cattle. Proc. Natl. Acad. Sci., USA, Vol. 91, 3/1994, 2757-2761
- Lopez, H., L. D. Satter, M. C. Wiltbank (2004): Relationship between level of milk production and extrus behavior of lactating dairy cows. Anim. Reprod. Sci. 81, 209-223
- Lotthammer, K. H., G. Wittkowski (1994): Fruchtbarkeit und Gesundheit der Rinder. Ulmer-Verlag, 1994.
- Lund, P. (1991): Characterization of alternatively produced milk. Milchwiss. 46: 166-169
- Lyons, D. T., A. E. Freemann, A. L. Kuck (1991): Genetic of health traits in Holstein cattle J. Dairy Sci. 74, 1092-1100
- Matthé, A., P. Lebzien, I. Hric, G. Flachowsky, A. Sommer (2001): Effect of starch application into the proximal duodenum of ruminants on starch digestibility in the small and total intestine. Arch. Anim. Nutr. 55, 351-369.
- Meuwissen, T. H. E. (1991): Expectation and variance of genetic gain in open and closed nucleus and progeny testing schemes Anim. Prod., Bd. 53, 153-141
- Meuwissen, T. H. E., J. A. M. Van Arendonk (1992): Potential improvements in rate of genetic gain from marker assisted selection in dairy cattle breeding schemes. J. Dairy Sci. 75, 1651-1659
- Meyer, U., D. Gädeken, G. Flachowsky (2004): Investigations on the water intake of lactating dairy cows. Livestock Production Science 90, 117-121
- Meyer, U., D. Gädeken, M. Spolders, G. Flachowsky (2001): Physical structure value systems in dairy cattle feeding. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 10:141
- Milchindustrie (2005): Internet: <http://www.milchindustrie.de/de/eu/agrarpolitik/Abrufdatum> 22.08.2005.
- Moriz, C. (2002): Datenflussorientiertes Herdenmanagement als Grundlage der Kostenrechnung und Leistungsbewertung in der Milchviehhaltung. Diplomarbeit aus dem Fachgebiet Agrarinformatik und Unternehmensführung der Universität Hohenheim, Stuttgart.
- Munro, G. L., P. A. Grieve, B. J. Kitchen (1984): Effects of mastitis on milk yield, milk composition, processing properties and yield and quality of milk products. Austr. Journal Dairy Technol., 7-16

Munskgaard, L. A., A. M. De Pasillé, J. Rushen u. a. (2001): Dairy cow's fear of people. Social learning, milkyield and behaviour at milking. Appl. Anim. Behav. Sci. 73, 15-26

Niemann, H. (2000): Die Reproduktionsbiotechnologie an der Schwelle zum neuen Jahrtausend. 18. Hülsenberger Gespräche, 54-66

Niemann, H. (2002): Bio- und Gentechnologie in der Milchproduktion: Projektionen für das Jahr 2025. Sonderheft Landbauforschung Nr. 242, 25-35

NRC (2001): Nutrient Requirement of Dairy Cattle, 7th Rev. Ed. Nat. Acad. Press, Washington, D. C. 381 p.

Orth, A., W. Kaufmann (1961): Die Verdauung im Pansen und ihre Bedeutung für die Fütterung der Wiederkäuer. Parey-Verlag, Hamburg und Berlin, 90 S.

Over, R. (2002): Im Grundfutter liegt der Gewinn. In: Wochenblatt-Magazin, Heft 2/2002, 8-11

Petersen, K., G. Flachowsky (2004): Positivliste für Futtermittel als Beitrag zur Lebensmittelsicherheit – Erwartungen, Konzepte, Lösungen. Landbauforschung Völkenrode. Sonderheft 271, 158 S.

Phillips, C. J. C. (1993): Cattle Behaviour. Farming Press, Ipswich.

Pfadler, W. (2000): Kooperationsberatung - Größenvorteile auch für kleinere Betriebe. Ausbildung % Beratung im Agrarbereich 53, Heft 6, 200-201.

Piatkowski, B., H. Gürtler, J. Voigt (1990): Grundzüge der Wiederkäuerernährung. Gustav-Fischer-Verlag Jena-Stuttgart, 236 S.

Positivliste für Einzelfuttermittel (Futtermittel-Ausgangserzeugnisse, 2005). Normenkom. für Einzelfuttermittel im Zentralausschuss der Deutschen Landwirtschaft, Bonn (August 2005), 50 S., wird ständig ergänzt.

Rademacher, C. (2005): Vergleichende Untersuchungen zum Melkverhalten von Kühen mit und ohne Kalbkontakt. Diplomarbeit Universität Kassel

Rahmann, G., R. Oppermann, K. Barth (2002): Welche Chancen hat die ökologische Milchviehhaltung? Landbauforschung Völkenrode, Heft 242, 73-82

Rahmann, G., H. Nieberg, S. Drengemann, A. Fenneker, S. March, C. Zurek (2004): Bundesweite Erhebung und Analyse der verbreiteten Produktionsverfahren, der realisierten Vermarktungswege und der wirtschaftlichen sowie sozialen Lage ökologisch wirtschaftender Betriebe und Aufbau eines bundesweiten Praxis-Forschungs-Netzes. Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 276

Rath, D. (2002): Einsatz von gesextem Sperma in Rinderzuchtprogrammen. Landbauforschung Nr. 242, 37-42

Reichmuth, J. (1992): Biologische Grundlagen der Eutergesundheit und mögliche Parameter zu ihrer Beschreibung. 66. Sitzung des genet.-stat. Ausschusses der DGfZ, 5.10.1992, Malente

Reinhardt, F., J. Szyda, Z. Liu, T. Bach, R. Maschka (2003): Markergestützte Selektion und Nutzung von www.genom-rind.de, Vortrag, 3. Rinder-Workshop, Uelzen, 19.2.2003

Rendel, J. M., A. Robertson (1950): Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. J. of Genetics 50, 1-8.

Richarts, E. (2005): Milchwirtschaftsjahr 2004/05. Milcherzeuger unter Anpassungsdruck. ZMP Marktanalyse, Nr. 15, S. 7.

Rist, M., I. Schragel (1993): Artgemäße Rinderhaltung. C. F. Müller, Karlsruhe.

Rodehutschord, M., H. J. Abel, W. Friedt, C. Wenk, G. Flachowsky, H.-J. Ahlgrimm, B. Johnke, R. Kühn, G. Breves (2002): Review article: Consequences of the ban of by-products from

terrestrial animals in livestock feeding in Germany and the European Union: Alternatives, nutrient and energy cycles, plant production, and economic aspects. Arch. Anim. Nutr. 56, 67-92

Roschlau, K. (2003): „Nullrunden“ schmälern den Erfolg des ET. Rinderproduktion, Heft 50/2003 S. 42-43

Sambras, H. H. (2001): Atlas der Nutztierassen 6. Auflage, Eugen Ulmer-Verlag

Sambras, H. H. (1991): Nutztierkunde. UTB/Ulmer, Stuttgart.

Schmidt, H. (1999): Eine erste Interpretation der gesetzlichen Verankerung des Nichteinsatzes der Gentechnik im ökologischen Landbau. Die EU-Verordnung zur ökologischen Tierhaltung. Hinweise zur Umsetzung. SÖL-Sonderausgabe 72: 97-103

Schmidt, M. (2003): Milch. In: Kaffee, Käse, Karies. Biochemie im Alltag. Herausgeber: J. Koolman u. a., Wiley-VCH, S. 199-211

Schmidt, G. H., L. D. Van Vleck, M. F. Hutjens (1988): Principles of Dairy Science. Prentice Hall, New Jersey (USA), 465 Seiten

Schockemöhle, F.-J. (2001): Kranke Tiere sind zu teuer. DLG-Mitteilungen, Heft 10/2000, 24-25.

Scholl, S. (2004): Kälbergesundheit in der muttergebundenen Kälberaufzucht auf ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben. Diplomarbeit, Universität Kassel

Schön, H. und G. Wendl (2000): Rechnergestützte Tierhaltung - Ein neuer Ansatz für eine wettbewerbsfähige und tiergerechtere Nutztierhaltung. In: Landtechnik (55), Heft 3/2000. 238-239.

Schwarzenbacher, H. (2001): Reported by S. Wlcek, M. Eder, W. Zollitsch: Organic livestock production and marketing of organic animal products in Austria. Proc. of the 1st SAFO Workshop 5-7 September 2003, Florence, Italy, pp 259-262

Sehested, J., T. Kristensen, K. Soegaard (2003): Effect of concentrate supplementation level on production, health and efficiency in an organic dairy herd. Livestock Prod. Sci. 80: 153-165

SÖL (2003): Das Bio-Kontrollsystem in Deutschland. Ökologie & Landbau 3/2003: 2

Spilke, J., W. Büscher, R. Doluschitz, R. Fahr, W. Lehner (2003): Precision Dairy Farming - integrativer Ansatz für eine nachhaltige Milcherzeugung. Zeitschrift für Agrarinformatik 11 (2).

Sprecher, D. J., D. E. Hosteller, J. B. Kaneene (1997): A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. Theriogenology, 47, 1997, 1179-1187.

Statistisches Jahrbuch 2004 (2004): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2004): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland. Landwirtschaftsverlag, Münster Hiltrup.

Sundrum, A. (2003): Möglichkeiten, Grenzen und offene Fragen in der Ökologischen Tierhaltung. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung: Tagungsunterlage - Beiträge der Veranstaltung vom 02. und 03.04.2003 in Fulda. Bonn: Verband der Landwirtschaftskammern, 1-4.

Toledo P., A. Andrén, L. Björck (2002): Composition of raw milk from sustainable production systems. Intern. Dairy J. 12: 75-80

Utz, J. (1998): Rind. In: Exterieurbeurteilung Idw. Nutztiere. Brem G. (Hrsg.), Ulmer-Verlag, S. 162-201.

Veauthier, G. (2003): Krummer Rücken verrät Lahmheiten. Top agrar 1/2003; R12-R14

Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel (ABl. Nr. L 198 vom 22.07.1991, S. 1; fortgeschriebene, nicht amtliche Fassung, Stand: Februar 2003),

Verordnung über Hygiene- und Qualitätsanforderungen an Milch und Erzeugnisse auf Milchbasis (Milchverordnung) Neugefasst durch die Bekanntmachung vom 20. Juli 2000, BGBl I Nr. 36 vom 31.07.2000, 1178

Waiblinger, S., C. Menke, D. W. Fölsch (1993): Die Mensch-Tier-Beziehung bei der Laufstallhaltung mit behorneten Milchkühen. In: U. Zerger (ed) Forschung im ökologischen Landbau. SÖL Sonderausgabe 42: 64-70

Wandel, H. (2003): Persönliche Mitteilung (W. Brade, Hannover)

Wanke, D., G. Biedermann (2005): Noch Platz für Nischen? – Bedeutung und Potential alter und gefährdeter Rinderrassen im ökologischen Landbau. In: J. Heß, G. Rahmann (eds.) Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. university press Kassel, S. 391-394

Weber, E., K. Pabst, H. Schulte-Coeme, R. Westphal, H. O. Gravert (1993): Fünfjährige Untersuchungen zur Umstellung auf ökologische Milcherzeugung (1./2. Mitt.) Züchtungskunde 65, 325-337 und 338-347

Wendl, G. und K. Klindtworth (2000): Rechnergestütztes Produktionsmanagement in der Milchviehhaltung. In: Milchpraxis (38), Heft 1/2000, 9-13.

White, S. L., G. A. Benson, S. P. Washburn, J. T. Green (2002): Milk production and economic measures in confinement or pasture system using seasonally calved Holstein and Jersey cows. J. Dairy Sci. 85, 95-104

Wierenga, H. K. (1990): Social dominance in dairy cattle and the influences of housing and management. Appl. Anim. Behav. Sci. 27, 201-229

ZDL (2001): Positivliste für Einzelfuttermittel (Futtermittel-Ausgangserzeugnisse), Zentralausschuss der Dt. Landwirtschaft, 42 S.

Zeeb, K. (1970): Auch das Rind hat soziale Probleme. Flur und Furche 7, Nr. 24, 14-16

Zeuner, E. (1967): Geschichte der Haustiere. BLV Verlag, 1967

Zube, P., R. Priebe (1999): Weidehaltung von Milchküherden mit hohen Leistungen. Abschlussbericht, Landesanstalt für Ldw. Land Brandenburg, 1999, 39 Seiten

251	Susanne Freifrau von Münchhausen (2003) Modellgestützte Analyse der Wirtschaftlichkeit extensiver Grünlandnutzung mit Mutterkühen	8,00€
252	Axel Munack . Olaf Schröder . Hendrik Stein . Jürgen Krahl und Jürgen Bünger (2003) Systematische Untersuchungen der Emissionen aus der motorischen Verbrennung vom RME, MK1 und DK	5,00€
253	Andrea Hesse (2003) Entwicklung einer automatisierten Konditionsfütterung für Sauen unter besonderer Berücksichtigung der Tierleistung	8,00€
254	Holger Lilienthal (2003) Entwicklung eines bodengestützten Fernerkundungssystems für die Landwirtschaft	8,00€
255	Herwart Böhm . Thomas Engelke . Jana Finze . Andreas Häusler . Bernhard Pallutt . Arnd Verschwele und Peter Zwerger (Hrsg.) (2003) Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern im ökologischen Landbau	10,00€
256	Rudolf Artmann und Franz-Josef Bockisch (Hrsg.) (2003) Nachhaltige Bodennutzung — aus technischer, pflanzenbaulicher, ökologischer und ökonomischer Sicht	9,00€
257	Axel Munack und Jürgen Krahl (Hrsg.) (2003) Erkennung des RME-Betriebes mittels eines Biodiesel-Kraftstoffsensors	5,00€
258	Martina Brockmeier . Gerhard Flachowsky und Ulrich von Poschinger-Camphausen (Hrsg.) (2003) Statusseminar Welternährung Beiträge zur globalen Ernährungssicherung	9,00€
259	Gerold Rahmann und Hiltrud Nieberg (Hrsg.) (2003) Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2002	8,00€
260	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2003) Nationaler Inventarbericht 2004 — Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen — Teilbericht der Quellgruppe Landwirtschaft	7,00€
262	Folkhard Isermeyer (Hrsg.) (2003) Fleisch 2025	9,00€
263	Ernst-Jürgen Lode und Franz Ellendorff (Hrsg.) (2003) Perspektiven in der Tierproduktion	7,00€
268	Martina Brockmeier und Petra Salamon (2004) WTO-Agrarverhandlungen — Schlüsselbereich für den Erfolg der Doha Runde Optionen für Exportsubventionen, Interne Stützung, Marktzugang	9,00€
269	Angela Bergschmidt (2004) Indikatoren für die internationale und nationale Umweltberichterstattung im Agrarbereich	8,00€
270	Klaus Walter (2004) Analyse der Beziehung zwischen den Kosten für Tierarzt und Medikamente in der Milchviehhaltung und der Produktionstechnik, dem Futterbau, der Arbeitswirtschaft sowie der Faktorausstattung ausgewählter norddeutscher Betriebe	9,00€
271	Uwe Petersen und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2004) Workshop Positivliste für Futtermittel als Beitrag zur Futtermittelsicherheit — Erwartungen, Konzepte, Lösungen A Positive List of feedstuffs as a contribution to feed safety — Expectations, concepts and solutions	7,00€
272	Gerold Rahmann und Thomas van Elsen (Hrsg.) (2004) Naturschutz als Aufgabe des Ökologischen Landbaus	7,00€
273	Gerold Rahmann und Stefan Kühne (Hrsg.) (2004) Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2004	7,00€

274	Folkhard Isermeyer (Hrsg.) (2004) Ackerbau 2025	9,00€
275	Abdelaziz Ibrahim Abdelaziz Aly Omara (2004) Further development of a mobile wind energy plant for a low-pressure irrigation system	9,00€
276	Gerold Rahmann . Hiltrud Nieberg . Susanne Drengemann . Alois Fenneker . Solveig March . Christina Zurek Bundesweite Erhebung und Analyse der verbreiteten Produktionsverfahren, der realisierten Vermarktungswege und der wirtschaftlichen sowie sozialen Lage ökologisch wirtschaftender Betriebe und Aufbau eines bundesweiten Praxis-Forschungs-Netzes (2004)	13,00€
277	Ioana Salac (2005) Influence of the sulphur and nitrogen supply on S metabolites involved in Sulphur Induced Resistance (SIR) of <i>Brassica napus</i> L.	11,00€
278	Maria del Carmen Lamas (2005) Factors affecting the availability of uranium in soils	8,00€
279	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2005) Bestimmung von Ammoniak-Einträgen aus der Luft und deren Wirkung auf Waldökosysteme (ANSWER-Projekt)	7,00€
280	Hans-Joachim Weigel und Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2005) Biologische Senken für atmosphärischen Kohlenstoff in Deutschland — Tagungsband	9,00€
281	Albert Sundrum and Friedrich Weißmann (eds.) (2005) Organic pig production in free range systems	7,00€
282	Folkhard Isermeyer . Alexander Gocht . Werner Kleinhanß . Bernd Küpker . Frank Offermann . Bernhard Osterburg . Joachim Riedel und Ulrich Sommer (2005) Vergleichende Analyse verschiedener Vorschläge zur Reform der Zuckermarktordnung	7,00€
283	Luit J. De Kok and Ewald Schnug (eds.) (2005) Proceedings of the 1st Sino-German Workshop on Aspects of Sulfur Nutrition of Plants	11,00€
284	Rainer Oppermann and Gerold Rahmann (2005) Transforming Rural Communication Three sociological case studies in a developed an urbanized rural area of northern Germany: regional partnership Lübeck bay, organic farming and nature protection	7,00€
285	Jyldyz Uzakbaeva (2005) Effect of different tree species on soil quality parameters in forest plantations of Kyrgyzstan	8,00€
286	Silvia Haneklaus, Rose-Marie Rietz, Jutta Rogasik and Susanne Schrötter (eds.) (2005) Recent advances in in agricultural chemistry	11,00€
287	Maria del Carmen Rivas (2005) Interactions between soil uranium contamination and fertilization with N, P and S on the uranium content and uptake of corn, sunflower and beans, and soil microbiological parameters	8,00€
288	Alexandra Izosimova (2005) Modelling the interaction between Calcium and Nickel in the soil-plant system	8,00€
289	Wilfried Brade und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2005 ²) Rinderzucht und Milcherzeugung — Empfehlungen für die Praxis	13,00€

Viele frühere Sonderhefte sind weiterhin lieferbar.

Bei Interesse wenden Sie sich bitte an landbauforschung@fal.de oder Frau Röhm unter 0531-596-1403.