

Aus der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung – Lehrstuhl für  
Physiologie u. Pathologie der Fortpflanzung der Tierärztlichen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstände: Univ.-Prof. Dr. Zerbe

Univ.-Prof. Dr. Klee

Angefertigt unter der Leitung von

Univ.-Prof. Dr. R. Mansfeld

**Erstellung eines Konzepts für ein dynamisches Qualitätssicherungssystem für  
Milcherzeugerbetriebe im Kontrollbereich Stoffwechselgesundheit**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Von Ulrike Kreßel aus Nürnberg

München 2008

Gefördert aus Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit  
und Verbraucherschutz

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. J. Braun

Referent: Univ.-Prof. Dr. R. Mansfeld

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Erhard

Tag der Promotion: 08. Februar 2008

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis	I-VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
<b>1. <u>Einleitung</u></b>	1
<b>2. <u>Literatur</u></b>	
<b>2.1. Produkthaftung in der Lebensmittelproduktion</b>	
2.1.1. Definition Produkthaftung	3
2.1.2. Das Produkthaftungsgesetz	3
2.1.3. Erweiterung des Produkthaftungsgesetzes	5
<b>2.2. Tierärztliche Bestandsbetreuung</b>	
2.2.1. Die Klassische Bestandsbetreuung	7
2.2.2. Die Integrierte Tierärztliche Bestandsbetreuung	7
<b>2.3. Qualitätssicherung im Milcherzeugerbetrieb</b>	
2.3.1. Qualitätsbegriff	11
2.3.2. Qualitätsdimensionen	12
2.3.2.1. Strukturqualität	13
2.3.2.2. Prozessqualität	14
2.3.2.3. Produktqualität	14
2.3.3. Qualitätssicherungs- und Qualitätsmanagementsysteme	15
2.3.3.1. Qualitätssicherungs- und Qualitätsmanagementsysteme in der Landwirtschaft	16
2.3.3.2. DIN EN ISO 9001	17
2.3.3.3. Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)–Konzept	19
2.3.3.4. Veterinary Herd Controlling–System (VHC–System)	20
2.3.3.5. Bedeutung des VHC–Systems	25
<b>2.4. Stoffwechselgesundheit</b>	
2.4.1. <i>Stoffwechselkrankheiten</i>	27
2.4.1.1. Allgemeines	27

2.4.1.2. Ketose	28
2.4.1.2.1. Allgemeines und Definition	28
2.4.1.2.2. Stoffwechselsituation	29
2.4.1.2.2.1. Ketogenese als physiologische Kompensation	29
2.4.1.2.2.2. Übergang zur pathologischen Form	30
2.4.1.2.3. Bedeutung und Schaden	30
2.4.1.3. Fettmobilisationssyndrom	31
2.4.1.4. Pansenazidose	32
2.4.1.4.1. Allgemeines und Definition	32
2.4.1.4.2. Stoffwechselsituation	32
2.4.1.4.3. Bedeutung und Schaden	33
2.4.1.5. Hypokalzämische Gebärparese	35
2.4.1.5.1. Allgemeines und Definition	35
2.4.1.5.2. Stoffwechselsituation	35
2.4.1.5.3. Bedeutung und Schaden	36
<i>2.4.2. Fütterung</i>	37
2.4.2.1. Grundsätze zur Fütterung von Milchkühen	37
2.4.2.2. Bedarfsgerechte Fütterung	38
2.4.2.3. Fütterung im peripartalen Zeitraum	38
2.4.2.3.1. Trockenstehperiode	39
2.4.2.3.2. Frühlaktation	42
2.4.2.3.3. Spätlaktation	43
<b>3. <u>Material und Methoden</u></b>	
<b>3.1. <u>Verwendete Literatur und Vorgehensweise bei der Literaturbeschaffung</u></b>	
3.1.1. Literaturrecherche im Internet	44
3.1.2. Artikelsuche über Literaturverzeichnisse	45
3.1.3. Artikelbeschaffung	45
<b>3.2. <u>Vorgehensweise der Literaturbearbeitung</u></b>	
3.2.1. Feststellung der Aussagen	46
3.2.2. Kontrollpunktermittlung, Indikatorauswahl und Basis der Aussagen	46

3.2.3. Gegenüberstellung der Aussagen, Untersuchungsergebnisse und Verfahren verschiedener Autoren	47
3.2.4. Aufbereitung der Ergebnisse	47
3.2.5. Flussdiagramm	47

## **4. Ergebnisse der Literaturbearbeitung**

### **4.1. Direkte Kontrollpunkte und Indikatoren für den Bereich Stoffwechselgesundheit**

#### **4.1.1. Krankheitsinzidenzen**

4.1.1.1. <i>Untersuchungen über Krankheitsinzidenzen</i>	49
4.1.1.2. <i>Transitphase</i>	51
4.1.1.3. <i>Der "Transit Cow Index" (TCI)</i>	52
4.1.1.4. <i>Diskussion und Implementierung in das VHC-System</i>	54

### **4.2. Indirekte Kontrollpunkte und Indikatoren für den Bereich Stoffwechselgesundheit**

#### **4.2.1. Faktor Fütterung**

4.2.1.1. <i>Rationsgestaltung</i>	57
4.2.1.1.1. <u>Qualität der Ration</u>	57
4.2.1.1.1.1. Allgemein	57
4.2.1.1.1.2. Nährstoffgehalt	57
4.2.1.1.1.2.1. Energie	57
4.2.1.1.1.2.2. Protein	59
4.2.1.1.1.2.3. Kohlenhydrate	62
4.2.1.1.1.2.3.1. Variante I: Zucker (XZ), Stärke und unbeständige Stärke	63
4.2.1.1.1.2.3.2. Variante II: Faserbestimmung	65
4.2.1.1.1.2.4. Mineralstoffe/ Kalzium	68
4.2.1.1.1.3. Physikalische Eigenschaften	73
4.2.1.1.1.3.1. Strukturbewertung	74
4.2.1.1.1.3.2. Partikelgröße	79

4.2.1.1.2. <u>Wasserbedarf</u>	84
4.2.1.2. <i>Futteraufnahme</i>	86
4.2.1.2.1. <u>Allgemein</u>	86
4.2.1.2.2. <u>Faktoren der Futteraufnahme</u>	87
4.2.1.2.3. <u>Abschätzung der Futteraufnahme</u>	89
4.2.1.3. <i>Nährstoffversorgung der Tiere (am Tier direkt)</i>	96
4.2.1.3.1. <u>Energieversorgung</u>	96
4.2.1.3.1.1. Allgemein	96
4.2.1.3.1.2. Körperkonditionsbeurteilung	98
4.2.1.3.1.3. Körpergewicht und Lebendmasse	104
4.2.1.3.1.4. Rückenfettdickemessung (RFD)	106
4.2.1.3.1.5. Biochemische und hämatologische Analysen	109
4.2.1.3.1.5.1. Blutuntersuchung	109
4.2.1.3.1.5.1.1. Allgemein	109
4.2.1.3.1.5.1.2. Glukose	109
4.2.1.3.1.5.1.3. Bilirubin	111
4.2.1.3.1.5.1.4. NEFA (non esterified fatty acids)	114
4.2.1.3.1.5.1.5. BHB ( $\beta$ -Hydroxybutyrat)	115
4.2.1.3.1.5.1.6. Harnstoff	117
4.2.1.3.1.5.1.7. Bedeutung und Aussagekraft von Blutprofilen	118
4.2.1.3.1.5.2. Milchuntersuchung	119
4.2.1.3.1.5.2.1. Allgemeines zur Milchuntersuchung	119
4.2.1.3.1.5.2.2. Milchleistung und Laktationsverlauf	121
4.2.1.3.1.5.2.3. Eiweißgehalt	124
4.2.1.3.1.5.2.4. Fettgehalt	130
4.2.1.3.1.5.2.5. Harnstoffgehalt	135
4.2.1.3.1.5.2.6. Fett–Eiweiß–Quotient	143
4.2.1.3.1.5.2.7. Ketonkörper	146
4.2.1.3.1.5.3. Harnuntersuchung	150
4.2.1.3.1.5.4. Kotuntersuchung (siehe Strukturversorgung 4.2.1.3.2.)	151
4.2.1.3.1.5.5. Leberbiopsie	151
4.2.1.3.2. <u>Strukturversorgung</u>	153
4.2.1.3.2.1. Wiederkauaktivität	153

4.2.1.3.2.2. Kotbeschaffenheit	161
4.2.1.3.2.3. Milchuntersuchung	163
4.2.1.3.2.3.1. Fettgehalt	163
4.2.1.3.2.3.2. Fett–Eiweiß–Quotient	165
4.2.1.3.2.4. Pansensaft	166
4.2.1.3.2.5. Harnuntersuchung	166
4.2.1.3.2.5.1. Harn–pH–Wert	167
4.2.1.3.2.5.2. Netto–Säure–Basen–Ausscheidung (NSBA)	167
4.2.1.3.3. <u>Mineralstoffversorgung</u>	170
4.2.1.3.3.1. Blutkalziumkonzentration	170
4.2.1.3.3.2. Harnuntersuchung	173
4.2.1.3.3.2.1. Harnkalziumkonzentration	173
4.2.1.3.3.2.2. Harn pH–Wert	175
4.2.1.3.3.2.3. Netto–Säure–Basen–Ausscheidung (NSBA)	175
4.2.1.3.3.3. Kotwasseruntersuchung	176
4.2.1.3.3.4. Leberbiopsie	176
4.2.1.4. <i>Diskussion und Implementierung in das VHC–System</i>	177
<b>4.2.2. Faktor Haltung</b>	
4.2.2.1. <i>Fressbereich</i>	202
4.2.2.1.1. <u>Futtertischhygiene</u>	202
4.2.2.1.2. <u>Futterplatzgestaltung</u>	202
4.2.2.1.2.1. Fressplatzhöhe	203
4.2.2.1.2.2. Fressgittergestaltung/Nackenriegel	203
4.2.2.1.2.3. Krippenprofil	206
4.2.2.1.2.4. Fressplatzbreite	207
4.2.2.1.2.5. Zugang	210
4.2.2.1.2.6. Kraftfutterstand	210
4.2.2.1.3. <u>Tier–Fressplatz–Verhältnis</u>	211
4.2.2.2. <i>Räumliche Teilung der einzelnen Futtergruppen</i>	213
4.2.2.3. <i>Wasserbereitstellung</i>	213
4.2.2.4. <i>Diskussion und Implementierung in das VHC–System</i>	215

<b>4.2.3. Faktor Management</b>	
4.2.3.1. <i>Futtermenge</i>	220
4.2.3.1.1. <u>Futtermenge</u>	220
4.2.3.1.2. <u>Einteilung in Futtergruppen</u>	223
4.2.3.1.3. <u>Fütterungsstrategie</u>	225
4.2.3.2. <i>Futterverarbeitung</i>	227
4.2.3.2.1. <u>Mischungskontrolle</u>	227
4.2.3.2.2. <u>Herstellungskontrolle</u>	228
4.2.3.2.2.1. Silage	228
4.2.3.2.2.1.1. Allgemein	228
4.2.3.2.2.1.2. Prophylaxemaßnahmen für gute Gärqualität	229
4.2.3.2.2.1.3. Auswirkungen schlechter Gärqualität	230
4.2.3.2.2.1.4. Beurteilung der Gärqualität	232
4.2.3.2.2.1.5. Beurteilung der Nachgärung	235
4.2.3.2.2.1.6. Entnahme der Silage	237
4.2.3.2.2.2. Hygienestatus	237
4.2.3.2.2.2.1. Bakterien, Pilze, Hefen	238
4.2.3.2.2.2.2. Parasiten und Hygieneschädlinge	238
4.2.3.2.2.2.3. Beurteilung der hygienischen Beschaffenheit	238
4.2.3.2.2.2.4. Sinnenprüfung	240
4.2.3.3. <i>Diskussion und Implementierung in das VHC-System</i>	241
<b>4.2.4. Übersicht Flussdiagramm und dynamisches Flussdiagramm</b>	245
<b>5. <u>Zusammenfassung</u></b>	258
<b>6. <u>Summary</u></b>	261
<b>7. <u>Literaturverzeichnis</u></b>	264
<b>8. <u>Verzeichnisse</u></b>	307
<b>9. <u>Checklisten</u></b>	315
<b>10. <u>Lebenslauf</u></b>	327

<b>Abkürzungsverzeichnis:</b>	
<i>a.p.</i>	<i>ante partum</i>
<i>BCS</i>	<i>Body Condition Score</i>
<i>BGB</i>	<i>Bürgerliches Gesetzbuch</i>
<i>BGH</i>	<i>Bundesgerichtshof</i>
<i>BHB</i>	<i>β-Hydroxybuttersäure</i>
<i>DCAB</i>	<i>Dietary cation anion balance</i>
<i>DQG</i>	<i>Danish Quality Guarantee</i>
<i>EGBGB</i>	<i>Einführungsgesetz zum Bürgerlichen Gesetzbuch</i>
<i>EurepGAP</i>	<i>Europäische „Good Agricultural practice“</i>
<i>FS</i>	<i>Fettsäure</i>
<i>GfE</i>	<i>Gesellschaft für Ernährungsphysiologie</i>
<i>HACCP</i>	<i>Hazard Analysis and Critical Control Point</i>
<i>ITB</i>	<i>Integrierte Tierärztliche Bestandsbetreuung</i>
<i>IFS</i>	<i>International Food Standard</i>
<i>KKM</i>	<i>Keten, Kwaliteit, Melk</i>
<i>LM</i>	<i>Lebendmasse</i>
<i>MJ</i>	<i>Mega–Joule</i>
<i>NEFA</i>	<i>Non esterfied fat acids</i>
<i>NEL</i>	<i>Nettoenergie Laktation</i>
<i>NSBA</i>	<i>Netto-Säure-Basen-Ausscheidung</i>
<i>nXP</i>	<i>nutzbares Rohprotein</i>
<i>p.p.</i>	<i>post partum</i>
<i>ProdHaftG</i>	<i>Produkthaftungsgesetz</i>
<i>Q+S (Fleisch)</i>	<i>Qualität und Sicherheit</i>
<i>QM–Milch</i>	<i>Qualitätsmanagement Milch</i>
<i>QM</i>	<i>Qualitätsmanagement</i>
<i>QS</i>	<i>Qualitätssicherung</i>
<i>RNB</i>	<i>Ruminale Stickstoffbilanz</i>
<i>SBH</i>	<i>Säure-Basen-Haushalt</i>
<i>TM</i>	<i>Trockenmasse</i>
<i>TMR</i>	<i>Totale Misch Ration</i>
<i>UDP</i>	<i>undegradable protein</i>
<i>VDLUFA</i>	<i>Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten</i>
<i>VHC</i>	<i>Veterinary Herd Controlling</i>
<i>VFA</i>	<i>Flüchtige Fettsäuren</i>
<i>WHO</i>	<i>World Health Organisation</i>

## 1. Einleitung

Die Verbraucher zeigen immer mehr Interesse an öffentlicher Gesundheit, Lebensmittelsicherheit und Tierschutz (NOORDHUIZEN 2002a). Die Unternehmen sollen nicht wie bisher Massen-Zulieferungen verarbeiten, sondern marktorientiert differenzierte und qualitativ hochwertige Endprodukte für das jeweilige Marktsegment herstellen (BLAHA 2001). Auch rechtlich hat sich in den letzten Jahren einiges verändert. So ist auch auf europäischer Ebene sowohl die Ausdehnung der erweiterten Produkthaftung auf die landwirtschaftliche Primärproduktion als auch das „stable to table“ - Konzept in der Richtlinie 1999/34/EG und der Verordnung EG 178/2002 (sog. Basisverordnung) gesetzlich verankert.

Zwar ist die Erzeugung von Qualitätsprodukten in der Agrarwirtschaft nicht neu, aber die Blickrichtung der Qualitätsdiskussion und die damit verbundenen Maßnahmen und Strategien Qualität zu sichern, haben sich verändert. Qualität ist nicht mehr nur die Erfüllung definierter Mindestanforderungen an das Produkt. Auch die Art und Weise der Erzeugung gewinnt immer mehr an Bedeutung (MÜLLER 1996). Um diesen Forderungen gerecht zu werden, müssen sich die Landwirte auf Qualitätskontrollen im Erzeugerbetrieb konzentrieren (NOORDHUIZEN 2002a).

Das Ziel einer solchen Überwachung muss sein, gegenwärtige Leistungen -in Bereichen wie Produktivität oder Fruchtbarkeit- zu überwachen, um frühzeitig mögliche Abweichungen zu erkennen (NOORDHUIZEN 2002a).

Um eine präventive Qualitätssicherung umzusetzen, wird eine einfache Handhabung und Strategie benötigt, die umfangreiche Tätigkeiten eines Qualitätsmanagements, einer Qualitätsplanung, einer Qualitätslenkung und einer Qualitätsprüfung durchführbar macht (ASPERGER 1992). Diese Anforderungen scheint ein Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) –Konzept –ähnliches System am besten zu erfüllen (ASPERGER 1992; STÄRK 2000; KIRST 2001; NOORDHUIZEN 2002a). Die Anwendung eines solchen Qualitätssicherungssystems erscheint für den Milcherzeugerbetrieb nutzbar und sinnvoll, da hier kritische Kontroll- und Managementpunkte in Produktionsprozessen überwacht werden (STÄRK 2000; NOORDHUIZEN 2002a).

In der vorliegenden Arbeit werden mögliche Kontrollpunkte und entsprechende Indikatoren, die vorwiegend von den Tieren selbst stammen, aus dem Bereich

Stoffwechselgesundheit für das Veterinary Herd Conrolling–System (MANSFELD et al. 2007) aus der wissenschaftlichen Literatur gesammelt, beurteilt und für eine mögliche Implementierung in das Veterinary Herd Conrolling–System diskutiert.

Die ermittelten Kontrollpunkte und Indikatoren bilden zusammen ein Qualitätssicherungssystem, das am Ende in einem Flussdiagramm bildlich dargestellt wird. Durch die Kontrolle entsprechend dem Flussdiagramm ist eine Gesunderhaltung der Tiere, der optimale Einsatz von Arzneimitteln insbesondere Antibiotika und eine Verbesserung des Verbraucherschutzes möglich.

## 2. Literatur

### 2.1. Produkthaftung

#### 2.1.1. Definition Produkthaftung

*„Unter Produkthaftung versteht man die Haftung des Herstellers bzw. Händlers für Schäden aus der Benutzung seiner Produkte und zwar für Personen- und Sachschäden grundsätzlich aus der Fehlerhaftigkeit des Produktes, die der bestimmungsgemäße Verbraucher oder sonstige Personen in Folge eines Mangels des Erzeugnisses erleiden. Produkthaftung steht in Abgrenzung zur vertraglichen Gewährleistung, bei der es um das Entstehen des Herstellers bzw. Händlers für die Fehlerfreiheit des Produktes geht. Bei der Produkthaftung steht das Entstehen des Herstellers bzw. Händlers für Gefahren für Person und Eigentum in Folge fehlender Sicherheit des Produktes im Mittelpunkt. Geregelt ist die Produkthaftung im Produkthaftungsgesetz (Gefährdungshaftung) und im Deliktsrecht (Verschuldenshaftung)“ (BGH div. Entscheidungen Ziff 8 BGB, 1 ProdHaftG, 38 EGBGB).*

#### 2.1.2. Das Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG)

Seit dem 1. Januar 1990 ist das geänderte Produkthaftungsgesetz in Kraft. Es wurde zum Schutz des privaten Endverbrauchers bei Sachschäden sowie zum Schutz aller Anwender (auch der gewerblichen) bei Personenschäden erlassen und hat direkte Konsequenzen für alle, die Produkte herstellen und vertreiben.

So haftet ein Hersteller für alle Schäden, die durch einen Fehler seines Produktes verursacht worden sind, ohne dass ihm ein Verschulden nachgewiesen werden muss (die sogenannte „verschuldungsunabhängige Haftung“) (§ 1 ProdHaftG).

Seinen Ursprung hat das geänderte ProdHaftG in der "Richtlinie des Rates der europäischen Gemeinschaft 85/374/EWG" vom 25. Juli 1985 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die Haftung für

fehlerhafte Produkte. Das ProdHaftG tritt ergänzend neben das bisherige Recht der Produkthaftung nach § 823 BGB („Schadensersatzpflicht für Schäden aus unerlaubter Handlung“).

Der gravierendste Unterschied zum bisherigen, weiterhin geltenden § 823 BGB ist die verschuldens-unabhängige Haftung.

Grundsätzlich war nach bisherigem deutschen Prozessrecht

- der Kläger für das Vorliegen aller Anspruchsgrundlagen beweispflichtig. Er musste beweisen, dass das Produkt fehlerhaft war und dass es den Schaden verursacht hat. Er musste daher auch beweisen, dass der Hersteller schuldhaft gehandelt hat;
- der Beklagte solange nicht schadensersatzpflichtig, solange ihm
  - kein Vorsatz und
  - keine Fahrlässigkeit vorzuwerfen war (FLACHSBART 2001).

Die Rechtsprechung hatte aber trotz dieser Tatsache bereits sehr frühzeitig die Beweislast hinsichtlich des Verschuldens auf den Hersteller übertragen.

Der Hersteller trägt also schon seit geraumer Zeit die Beweislast dafür, dass er den Fehler seines Produktes nicht verursacht hat (§ 1 II, III ProdHaftG). Kann er diesen Nachweis nicht erbringen, wird sein Verschulden vermutet. Im Einzelfall kann es sehr schwierig sein, diesen Entlastungsbeweis zu führen, zumal die Rechtsprechung immer höhere Anforderungen an die Sorgfaltspflichten eines Produzenten stellt (BGH NJW 92, S.1039f.)

Nimmt man die Definition der Produkthaftung, so ist der Fehler des Produktes maßgebend; unabhängig davon, ob der Hersteller den Fehler hätte rechtzeitig erkennen oder verhindern können.

Personenschäden werden durch das neue ProdHaftG immer erfasst –unabhängig davon, ob sie bei gewerblicher oder privater Benutzung entstanden sind.

Sachschäden sind nur zu ersetzen, wenn

- eine andere Sache als das fehlerhafte Produkt beschädigt wird, und
- diese ihrer Art nach gewöhnlich für den privaten Ge- und Verbrauch bestimmt und
- hierzu von dem Geschädigten hauptsächlich verwendet worden ist (FLACHSBART 2001).

Von zentraler Bedeutung ist im ProdHaftG die erweiterte Definition des Produktfehlers die in § 3, Absatz 1 steht:

*„Ein Produkt hat einen Fehler, wenn es nicht die Sicherheit bietet, die unter Berücksichtigung aller Umstände, insbesondere*

- a. seiner Darbietung,*
- b. des Gebrauchs, mit dem billigerweise gerechnet werden kann,*
- c. des Zeitpunkts, in dem es in den Verkehr gebracht wurde,*

*berechtigterweise erwartet werden kann“.*

Was letztlich ein fehlerhaftes Produkt ist, wird expressis verbis nicht definiert. Die Rechtsprechung hat jedoch folgende Fehlerkategorien entwickelt:

- Entwicklungsfehler
- Konstruktionsfehler
- Fabrikationsfehler
- Instruktionsfehler
- Produkt-Beobachtungsfehler

(NJW 92, S.177; NJW 91, S.1223; BGH).

### 2.1.3. Erweiterung des Produkthaftungsgesetzes

Im November 2000 erfolgte die Streichung des Landwirtschaftsprivilegs im Produkthaftungsgesetz. Es erfolgte damit die Umsetzung der EU-Richtlinie 1999/34/EG durch das Produkthaftungsgesetz.

Mit dieser Änderung wurde die bisherige Regelung, dass landwirtschaftliche Naturprodukte und Jagderzeugnisse keine Produkte im Sinne des

Produkthaftungsgesetzes sind, gestrichen (§ 2 Satz 2 wurde aufgehoben). Somit gelten nach dieser Änderung der Produktdefinition alle beweglichen Sachen als Produkte. Daher unterfallen auch landwirtschaftliche Erzeugnisse aller Art der verschuldensunabhängigen Produkthaftung. Folglich muss auch der landwirtschaftliche Erzeuger für alle Schäden an der körperlichen Unversehrtheit und an privatem Eigentum Dritter haften, die durch die Fehlerhaftigkeit seiner Produkte hervorgerufen werden (FLACHSBART 2001).

Aufgrund der nunmehr erfolgten Änderung der Produktdefinition werden alle landwirtschaftlichen Naturprodukte (Boden-, Tierzucht- sowie Fischereierzeugnisse) und Jagderzeugnisse umfasst. Nach der bisherigen Rechtslage galten diese Erzeugnisse erst dann als Produkte im Sinne des Produkthaftungsgesetzes, wenn sie einer ersten Verarbeitung unterzogen worden waren. Der erste Verarbeiter dieser Waren galt als Hersteller des Erzeugnisses und musste für alle Produktfehler haften, die nicht nur durch seine Verarbeitung hervorgerufen wurden. Er trug damit auch das Haftungsrisiko für das mangelbehaftete Naturprodukt bzw. Agrarerzeugnis (FLACHSBART 2001).

Es bleibt abzuwarten, ob sich auch in praktischer Hinsicht das Haftungsrisiko der Landwirte für die hergestellten Produkte tatsächlich erhöht. Die rechtlichen Voraussetzungen für einen solchen Haftungsanspruch gegen den Landwirt sind nunmehr nach dem Produkthaftungsgesetz gegeben.

Der Landwirt kann das Haftungsrisiko reduzieren, indem er durch ein bestimmtes Qualitätsmanagement dafür Sorge trägt, dass ein hohes Maß an Wahrscheinlichkeit für die Nichtexistenz eines Fehlers seines Produktes zur Zeit des Inverkehrbringens spricht, und er den Nachweis hierüber gegenüber jedermann erbringen kann. Damit könnte sich der Landwirt in etwaigen Produkthaftungsprozessen entlasten. Für die erforderliche Beweisführung wird es vor allem auf eine ausreichende und ordnungsgemäße Dokumentation des Herstellungsablaufes und der im Herstellungsprozess vorgenommenen Qualitäts-, Eingangs- und Ausgangskontrollen ankommen (FLACHSBART 2001; BACKHAUS 2001; MILLER 2002).

## 2.2. Tierärztliche Bestandsbetreuung

### 2.2.1. Die klassische „Tierärztliche Bestandsbetreuung“

Während sich die traditionelle Praxistätigkeit vorwiegend mit dem Einzeltier beschäftigt, legt die Bestandskontrolle ihr Gewicht auf die Gesamtherdenbetreuung und die Wirtschaftlichkeit der Herdenhaltung (JOHNSON 1991). So zielt sie nicht nur auf die Behandlung erkrankter Tiere nach dem Reparaturprinzip ab, sondern es handelt sich um eine Vermeidung von Krankheiten durch vorbeugende Maßnahmen (HEUWIESER et MANSFELD 1992).

So besteht das Grundprinzip einer „klassischen“ Tierärztlichen Bestandsbetreuung im Wesentlichen in der Prophylaxe von Infektionskrankheiten und Parasitosen, sowie einem umfassenden Tiergesundheits-Monitoring und den Behandlungsmaßnahmen auf Einzeltierebene (MANSFELD 2003).

Der Betrieb wird durch regelmäßige Besuche betreut und es erfolgt eine genaue Dokumentation jeglicher Behandlungen, Untersuchungen und sonstiger Maßnahmen. Es werden verschiedene Daten gesammelt und nach unterschiedlichen Kriterien ausgewertet und beurteilt.

Im Wesentlichen erfolgen eine retrospektive Analyse durch eine Bewertung zurückliegender Zeiträume, eine Verlaufsanalyse und eine prospektive Analyse, durch Erstellung des Status quo und Berechnung voraussichtlicher Ergebnisse (MANSFELD 2003).

### 2.2.2. Die Integrierte Tierärztliche Bestandsbetreuung (ITB)

Im Vergleich zur klassischen Tierärztlichen Bestandsbetreuung stehen bei der ITB vermehrt betriebliche Ziele und die beratende Tätigkeit des Tierarztes im Herdenmanagement im Vordergrund. Es wird angestrebt, den Tierarzt in das Management aller für die Erreichung der genannten Ziele relevanten Betriebszweige einzubeziehen (MARTIN et MANSFELD 2000; MANSFELD 2003).

Die ITB wird von dem Arbeitskreis Bestandsbetreuung und –diagnostik der Tierärztlichen Hochschule Hannover (1993) folgendermaßen definiert:

*„ITB ist eine regelmäßige, systematische Tätigkeit des Tierarztes, mit der das Ziel verfolgt wird, die Gesundheit und Leistung der Tiere, die Qualität der tierischen Produkte, die wirtschaftliche Situation des Betriebes und letztendlich die Berufszufriedenheit des Betriebspersonals zu steigern.“*

Um die ITB umzusetzen, steht eine enge Zusammenarbeit mit dem Landwirt im Vordergrund, da Erfolg und Misserfolg der Tätigkeiten zu mehr als 50% von seiner Mitarbeit abhängig sind (MANSFELD 2001a; TISCHER 2002; MANSFELD et al. 2007).

Für die erfolgreiche Durchführung der ITB unter Praxisbedingungen sind einige Grundregeln zu beachten (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Grundregeln der Integrierten Tierärztlichen Bestandsbetreuung (MANSFELD et al. 2007).**

Grundregel 1	strategisches Vorgehen
Grundregel 2	Konsequenzprinzip der ITB
Grundregel 3	Betriebsspezifität der Bestandsbetreuung
Grundregel 4	Eignung des in der ITB tätigen Mitarbeiters
Grundregel 5	Notfallpraxis und ITB müssen gleichrangig sein
Grundregel 6	Der ITB liegt immer ein ganzheitlicher Ansatz zugrunde (MANSFELD 2007)

Die *Grundregel 1* besteht im „strategischen Vorgehen“. Eine genau geplante Vorgehensweise muss entwickelt werden, um eine höchstmögliche Effizienz zu erreichen. So werden dem Landwirt unnötige Kosten erspart und die eigene Tätigkeit wird rentabel gestaltet (MANSFELD et al.2007).

Im Einzelnen beinhaltet die Strategie:

- 1) Feststellung des Status quo in den einzelnen Betreuungsbereichen des Betriebes.

- 2) Definition von Zielen in den einzelnen Betreuungsbereichen. Hier wird vor allem das Betriebsziel im Vorfeld geklärt.
- 3) Erarbeitung einer Strategie, mit der diese Ziele erreicht werden; Anpassung vorhandener Strategien.
- 4) Aufstellung eines Arbeitsprogramms zur Umsetzung der Strategie.
- 5) Durchführung des Arbeitsprogramms.
- 6) Exakte Dokumentation (Datensammlung- und Verarbeitung).
- 7) Überwachung (Controlling) durch regelmäßige Überprüfung von Betriebsabläufen und Datenauswertung im Hinblick auf die gesteckten Ziele (Überprüfung geeigneter Indikatoren).
- 8) Beratung, Konsequenzen; Definition neuer Ziele.

(MANSFELD et al. 2007)

*Grundregel 2* ist das „Konsequenzprinzip“. Untersuchungen sollen nur dann durchgeführt werden, soweit deren Ergebnisse im Falle krankhafter Befunde zu Konsequenzen führen. Auch auf die Dokumentation wird dieses Prinzip übertragen. So werden nur Datenauswertungen vorgenommen, wenn deren Abweichungen von Sollwerten zu Konsequenzen führen (MANSFELD 2001a; RADOSTITS 2001; MANSFELD et al. 2007).

*Grundregel 3* beruht auf der „Betriebsspezifität der Bestandsbetreuung“. Die Grundlage dafür liefert die Status-quo-Bestimmung. Nach Festlegung von Zielen wird für den jeweiligen Betrieb eine Strategie entwickelt und umgesetzt. Dadurch können in den einzelnen Betrieben unterschiedliche Routinen entstehen und auch verschiedene Veränderungen auftreten, auf die individuell und betriebsspezifisch reagiert werden kann (MANSFELD et al. 2007).

Die *Grundregel 4*, „die Eignung des in der ITB tätigen Tierarztes muss gewährleistet sein“, ergibt sich aus der Tatsache, dass der Tierarzt über eine Reihe von Spezialkenntnissen verfügen und Motivation für Einarbeitung und Fortbildung zeigen muss (Tabelle 2) (HEUWIESER et MANSFELD 1992; MANSFELD et al. 2007).

**Tabelle 2: Spezialkenntnisse des Tierarztes (MANSFELD et al. 2007).**

- 1) Kenntnisse der Integrierten Tierärztlichen Bestandsbetreuung.
- 2) Gute klinische Grundkenntnisse.
- 3) Kenntnisse bezüglich der Entstehung und Verbreitung gehäuft auftretender Gesundheits- und Leistungsstörungen, sowie prophylaktischer, metaphylaktischer und bestandstherapeutischer Maßnahmen.
- 4) Kenntnisse über Haltung und haltungsbedingte Störungen.
- 5) Kenntnisse über Milchviehfütterung und deren Kontrolle.
- 6) Kenntnisse in Bezug auf Geburtshilfe und Jungtieraufzucht.
- 7) Kenntnisse über Produktionsabläufe und deren ökonomische Bedeutung.
- 8) Betriebswirtschaftliche Grundkenntnisse.
- 9) Kenntnisse der Datenverarbeitung und –nutzung.
- 10) Kenntnis der Organisationsstrukturen der Milchviehzucht.
- 12) Bereitschaft , sich intensiv in die Verhältnisse der Betreuungsbetriebe einzuarbeiten und gesteckte Ziele in Zusammenarbeit mit dem Betriebsleiter hartnäckig zu verfolgen.
- 13) Bereitschaft zur ständigen Fortbildung.

*Grundregel 5:* „Notfallpraxis und ITB müssen gleichrangig sein“ (MANSFELD 2001a; RADOSTITS 2001; MANSFELD et al. 2007). ITB lässt sich nicht nebenbei durchführen. Sie ist zwar planbar, aber auch termingebunden. Daher muss die Praxis so organisiert werden, dass sich der ITB-Tierarzt voll auf die Bestandsbetreuertätigkeit konzentrieren kann. Damit werden vor allem genügend Zeit und die Möglichkeit zur Datenerfassung, -auswertung und –beurteilung mit einbezogen.

*Grundregel 6:* Um eine ITB erfolgreich zu gestalten muss ihr immer ein ganzheitlicher Ansatz zugrunde gelegt werden (MANSFELD 2007).

## 2.3. Qualitätssicherung im Milcherzeugerbetrieb

### 2.3.1. Qualitätsbegriff

Umgangssprachlich suggeriert der Begriff Qualität stets eine positive Wertung der betrachteten Einheit. Bei der Bezeichnung Qualität ist also stets gute Qualität gemeint. In der DIN 55350, Teil 11 [2] ist Qualität *„die Beschaffenheit einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen“* (DIN 2004).

Qualität ist eine subjektiv wahrgenommene Größe, die sich auf die jeweiligen Eigenschaften bezieht, die im Zentrum der Erwartungen des jeweiligen Betrachters stehen (JÄCK et POSCHMANN 2004). Sie ist eine wertneutrale kennzeichnende Eigenschaft, die Beschaffenheit, Wert oder Güte bedeutet. Qualität kann erst gemessen oder gewertet werden, wenn sie definiert wird, also einen Bezugspunkt hat. Sie kann bezüglich einer bestimmten Anforderung oder in Relation zu anderen Attributen, z. B. Kostenfaktor, betrachtet werden (STARCK 2000).

Hinsichtlich der Definition des Begriffs Qualität wurden in den letzten Jahrzehnten unzählige Abhandlungen verfasst.

Für FREHR (1994) ist Qualität an spezifizierte oder vorausgesetzte Erfordernisse gebunden. Für ihn kommt es immer auf die Erfüllung der Anforderungen an, und über die Erfüllung der Anforderungen entscheidet allein der Kunde.

Um mit Qualität und damit auch mit Qualitätsmanagementsystemen zu arbeiten sind drei Punkte zu beachten:

- Gute Qualität ist die Erfüllung von Anforderungen,
- über die Erfüllung entscheidet nur der Kunde,
- die Anforderungen werden immer höher.

BORGWARD (1994) fasst diese Voraussetzungen und Definitionen mit dem Satz *„Qualität beginnt im Kopf“* zusammen, wobei hier sowohl die Unternehmen als auch die Kunden gemeint sein können.

In der Lebensmittelproduktion gibt es für den Qualitätsbegriff mehrere Blickwinkel. So können darunter der Verkehrswert oder der Nährwert der Produkte, der Eignungs-

und Gebrauchswert, der Genusswert, der Gesundheitswert, der Ethikwert und/oder die Herkunft gemeint sein (WEINDLMAIER et al. 1996).

Es zeigt sich, dass kein einheitlicher Qualitätsbegriff existiert. Qualität ist etwas Relatives und steht in Relation zu den Wettbewerbern (MANSFELD 2001a).

Eine einfache und grundlegende Definition, die die systemübergreifende Beurteilung von Produkten oder Prozessen erlaubt und damit den Vorteil hat, dass sie keine spezifischen Interpretationen oder Wertungen von Merkmalen vornimmt, ist die Definition des Deutschen Institutes für Normung (SCHRAPPE 2004). Demnach ist Qualität der „Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt“. Weiter wird der Begriff Anforderung definiert als ein Erfordernis oder eine Erwartung der Organisation selbst, ihrer Kunden oder deren interessierter Parteien (z. B. Eigentümer, Mitarbeiter, Lieferanten, Partner, Kostenträger). Derartige Anforderungen können beispielsweise im Rahmen interner Qualitätsstandards festgelegt, aufgrund allgemeiner Praxis üblicherweise vorausgesetzt oder gar, durch Gesetze, verpflichtend sein (DIN EN ISO 9000). Gerade die Prozessqualität kann den Sicherheitsstandard von Produkten erhöhen (DIN 2000a).

### 2.3.2. Qualitätsdimensionen

Im Qualitätsmanagement wird üblicherweise in drei Qualitätsdimensionen unterschieden. Diese differenzieren das abstrakte Konstrukt Qualität in folgende drei Ausprägungen:

- Strukturqualität,
- Prozessqualität und
- Produktqualität (Ergebnisqualität) (DONABEDIAN 1966).

Eine solche Unterteilung hat inzwischen in allen Bereichen, in denen Qualitätssicherungssysteme Verwendung finden, Einzug gehalten. Auch der Gesetzgeber bezieht sich in seinen Ausführungen zur Qualitätssicherung auf eine diesbezügliche Unterteilung. Von ihm entwickelte Grundsätze, Maßstäbe oder Empfehlungen konkretisieren gesetzlich verankerte (Mindest-)Anforderungen an die

Qualitätssicherung bzw. das Qualitätsmanagement und sind für die Lebensmittelproduktion und auch die Landwirte verbindlich.

Die einzelnen Dimensionen sind nicht immer eindeutig voneinander abzugrenzen, sie gehen partiell ineinander über. Dies stellt für die praktische Umsetzung von Qualitätsmessungen jedoch keine Problematik dar (HAESKE-SEEBERG 2001).

#### 2.3.2.1. Strukturqualität

Die Strukturqualität umfasst die Rahmenbedingungen. Sie wird durch sämtliche humane, physische und finanzielle Ressourcen, also strukturelle Voraussetzungen, die Einfluss auf die Qualität haben, geprägt (JÄCK et POSCHMANN 2004). Es handelt sich um relativ konstante Charakteristika, deren Messung im Rahmen eines Qualitätsmanagementsystems einen geringen Aufwand erfordert und Aussagen bezüglich der Effizienz erlaubt (HAESKE-SEEBERG 2001).

Beispiele in einem Milcherzeugerbetrieb sind:

- Konzeption, Leitbild
- Organisationsstruktur, Aufbauorganisation, Management
- Institutionalisiertes Qualitätsmanagement
- Finanzielle Gegebenheiten
- Baulicher Zustand der einzelnen Gebäude und Ställe
- Infrastruktur, Wegeleitsystem, Verfügbarkeit von Räumen
- Sächliche Ausstattung (z. B. Futtermischwagen)
- Personelle Ausstattung
- Viehbestand
- Kooperationen.

Hier wird deutlich, dass die Strukturqualität erheblichen Einfluss auf die Qualität der Prozesse sowie die Qualität der Ergebnisse eines Betriebes hat.

### 2.3.2.2. Prozessqualität

Prozessqualität wird beeinflusst durch die Planung, Durchführung und Strukturierung sämtlicher Abläufe eines Betriebes. Dies beinhalten zum einen die Abläufe, die für die direkte Leistungserbringung am oder mit dem Kunden erforderlich sind, zum anderen aber auch alle sonstigen Führungs- und unterstützenden Prozesse, welche die Durchführung der Dienstleistung erst ermöglichen. Prozessqualität bezieht sich dabei sowohl auf Art, Umfang und zeitliche Abfolge der Leistungen, als auch auf Zuverlässigkeit und Transparenz (STARCK 2000). Auf den Milcherzeugerbetrieb übertragen bedeutet das, dass dem Kunden (in diesem Fall dem Verbraucher) ein einwandfreies Rohprodukt geliefert wird. Dies kann durch die Transparenz der einzelnen Abläufe überprüft werden.

Messungen und Bewertungen auf Prozessebene dienen insbesondere der Beurteilung der Effektivität. Darüber hinaus bestimmt die Prozessqualität maßgeblich die Produktqualität und korreliert mit dieser weit mehr als die Strukturqualität. Die Qualität der Prozesse ist der entscheidende Faktor, der die Produktqualität beeinflusst und fördert (HAESKE-SEEBERG 2001).

Beispiel im Milcherzeugerbetrieb:

- Haltungsformen
- Fütterungsmanagement
- Melkmanagement
- Besamungsmanagement
- zeitliche Abläufe
- Leistungs- und Maßnahmendauer
- Dokumentation und Auswertung.

### 2.3.2.3. Produktqualität

Der Begriff Produktqualität umfasst einerseits den Erfolg der durchgeführten Leistungen bezüglich ihrer Zielsetzung, andererseits ebenfalls die wirtschaftlichen und organisatorischen Erfolge eines Betriebes (JÄCK et PROSCHMANN 2004). Sie bildet sich insbesondere aus der Summe der Wahrnehmungen und Messungen,

welche sich durch Interaktionen aus den strukturellen Konstellationen und den Prozessen ergeben (HAESKE-SEEGER 2001).

Im Milcherzeugerbetrieb ist das Produkt die Milch, die in anderen Betrieben weiterverarbeitet wird, und dort strengen Kontrollen unterzogen ist. Beeinflussbar ist die Qualität der Milch im Erzeugerbetrieb nur durch die Prozessqualität.

### 2.3.3. Qualitätssicherungs-(QS) und Qualitätsmanagementsysteme (QM)

In der DIN EN ISO 9000 versteht man unter Qualitätsmanagement *„aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation bezüglich Qualität“* (DIN 2000a). Qualitätsmanagement umfasst also Maßnahmen, die zur Realisierung der Qualitätsziele nötig sind.

In Qualitätssicherungssystemen wird die Aufbau- und Ablauforganisation zur Erfüllung der Qualitätssicherungsaufgaben festgelegt. Diese beschreiben dabei die Zuständigkeiten, Verfahren, Prozesse und Mittel für die Ausführung des Qualitätsmanagements, wobei das Managementsystem die Qualitätssicherung ausführt (BEITZ et KÜTTNER 1995).

Will man hohe Qualität erzielen braucht man Qualitätssicherungs- und managementsysteme (BOSCH 1991). Dies ist auch auf die Landwirtschaft übertragbar.

Das Auftreten von Lebensmittelskandalen in den letzten Jahren zeigt, dass Schwachstellen in der Lebensmittelproduktion bestehen, die behoben werden müssen. Die bisherige Qualitätssicherung in der Lebensmittelsicherheit scheint ihre Grenzen erreicht zu haben (BLAHA 2003). Es wird vor allem auf Produktsicherheit, weniger auf Prozesssicherheit Wert gelegt. Neue Systeme müssen sich am Kunden orientieren und politische und rechtliche Grundlagen (ProdHaftG) beachten. Es besteht daher die Notwendigkeit ein ganzheitliches Managementsystem durchzuführen (KRIEGER et SCHIEFER 2004a).

### 2.3.3.1. Qualitätssicherungssysteme (QS-Systeme) in der Landwirtschaft

Grundlagen für ein ganzheitliches Managementsystem in der Landwirtschaft wurden Anfang der sechziger Jahre durch die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) gelegt (HERD 2002; KRIEGER et SCHIEFER 2004a). Sie erstellten zum Schutz der Gesundheit des Verbrauchers ein internationales und kontinuierlich weiterzuentwickelndes Regelwerk, den Codex Alimentarius. Er ist als internationales Organ anerkannt, das Mindeststandards, u.a. für Zusatzstoffe, Kontaminaten, Hygiene, sowie Analyse- und Probennahmeverfahren beschließt (KRIEGER et SCHIEFER 2004; CODEX ALIMENTARIUS 2004).

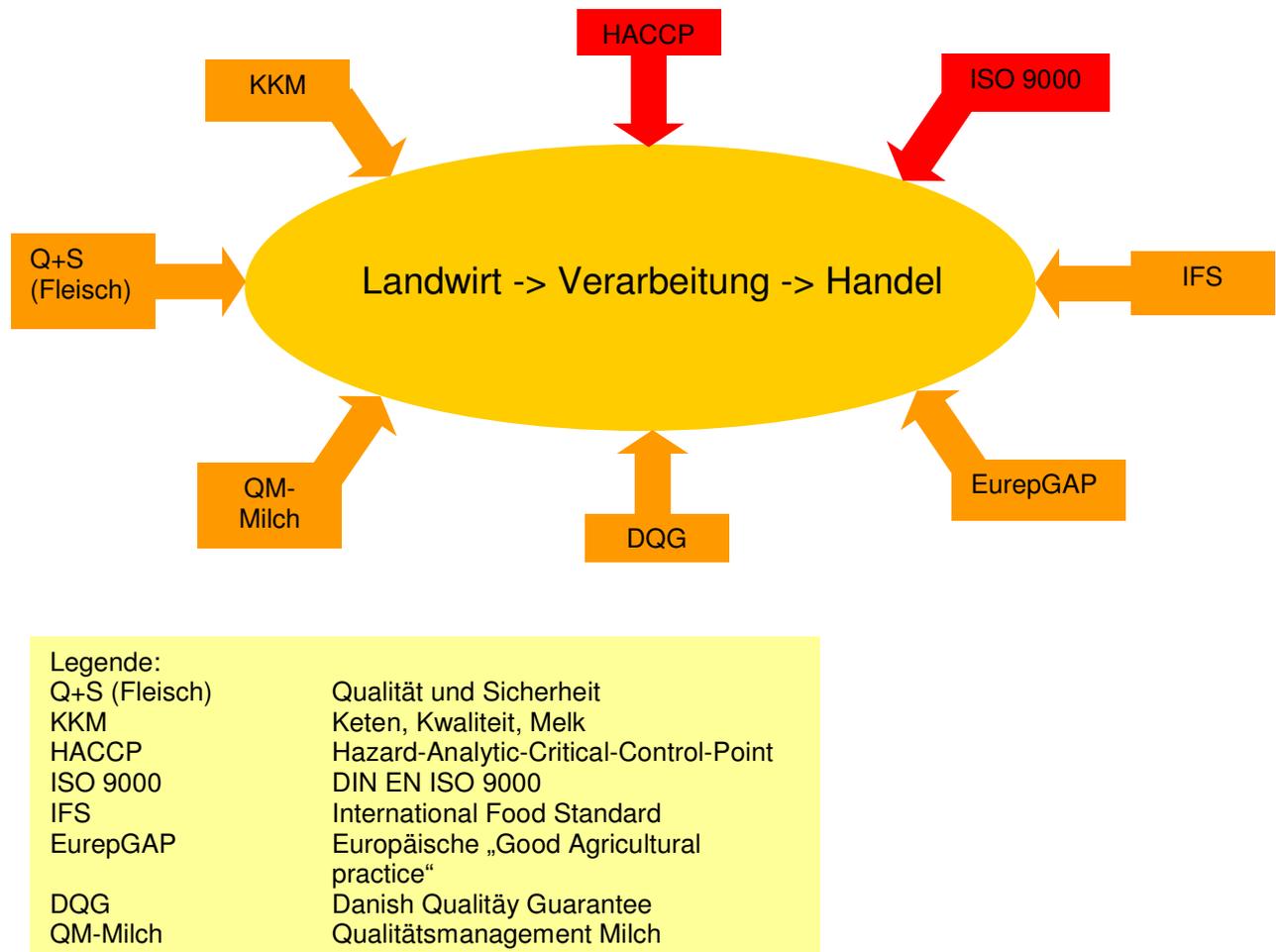
Die Regelungen des Codex Alimentarius waren ursprünglich produkt- nicht prozessbezogen.

In den achtziger Jahren wurden Konzepte, bekannt als „Good Practice“, unabhängig vom Codex Alimentarius entwickelt. Diese enthalten Beschreibungen des aktuellen Erkenntnisstandes zur Organisation und zum Management von Prozessen in den verschiedensten Bereichen wirtschaftlicher Aktivität (Good Agricultural Practice, Good Manufacturing Practice). Diese sollten bei einer Übernahme in ein Qualitätssystem eine entsprechende Lebensmittelsicherheit und Qualität garantieren. Wieder 10 Jahre später erlangten die internationalen Standards der ISO 9000er Reihe an Bedeutung.

Mit der DIN EN ISO 9000ff wurde die Basis für den Aufbau von QM-Systemen geschaffen.

Die aufgezeigten Anforderungen an die Lebensmittelsicherheit sind im „Weißbuch der Lebensmittelsicherheit“ wieder zu finden. Dies garantiert eine Optimierung von Gesundheits- und Verbraucherschutz in einem EU-weiten einheitlichen und umfassenden System für alle Bereiche der Lebensmittelproduktion unter Berücksichtigung der vertikalen Produktionsketten (SCHWABENBAUER 2003). Die EU-Verordnung (EG) Nr. 178/2002 macht diese Forderungen rechtsverbindlich und legt die allgemeinen Grundsätze und Anforderungen an das Lebensmittelrecht sowie die allgemeinen Verfahren zur Lebensmittelsicherheit fest (BLAHA et WENDERDEL 2004; KRIEGER et SCHIEFER 2004a).

Aus diesen Anforderungen heraus sind viele Managementsysteme in der Agrar- und Ernährungswirtschaft entstanden (KRIEGER et SCHIEFER 2004b) (Abbildung 1).



**Abb. 1: Beispiele für Qualitätssysteme in der Agrar- und Ernährungswirtschaft (KRIEGER et SCHIEFER 2004b).**

Den meisten QS-Systemen liegt die Überprüfung der Produktqualität nicht der Prozessqualität zugrunde. Um ein ganzheitliches, dem Milcherzeugerbetrieb angepasstes Qualitätsmanagementsystem zu entwickeln eignet sich die DIN EN ISO 9000-Familie, die die Prozessqualität als Basis gibt, in Kombination mit einem HACCP-Konzept.

### 2.3.3.2. DIN EN ISO 9001

Die internationale Organisation für Normung (ISO) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute aus derzeit 148 Ländern; sie ist ein privater Verein mit

Sitz in Genf. Gegründet wurde sie 1947, um durch Standardisierung den internationalen Austausch von Produkten und Dienstleistungen zu fördern (ISO 2004). Bis heute wurden 13.000 Internationale Normen (darunter auch die Normen der ISO 9000-Familie) entwickelt, die aufgrund eigener Auflagen alle fünf Jahre überarbeitet werden (ISO 2004).

Die Bezeichnung DIN EN ISO 9000 entstand durch die Internationale Norm ISO 9001, aufgenommen von dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) als Europäische Norm (EN). Das Deutsche Institut für Normung (DIN), als nationales Normungsinstitut und Mitglied der ISO, verlieh den Status einer nationalen Norm (ISO 2004).

In den DIN EN ISO 9000:2000 werden Grundsätze und Begriffsbestimmungen dargestellt, während die Anforderungen an Qualitätsmanagementsysteme in der Standard ISO 9001:2000 geregelt sind (DIN 2000a, DIN 2000b).

In der Normenfamilie werden Empfehlungen zur Prozessdokumentation und –kontrolle gegeben und Modelle zur Darlegung des QM–Systems als Grundlage für die Zertifizierung beschrieben. Die Normen beinhalten im Einzelnen:

- ISO 9000:2000 Qualitätsmanagementsysteme –Grundlagen und Terminologie
  - ISO 9001:2000 Qualitätsmanagementsysteme –Anforderungen an Qualitätssicherung
  - ISO 9002:2000
  - ISO 9003:2000
  - ISO 9004:2000 Qualitätsmanagementsysteme –Anleitung zur ständigen Qualitätsverbesserung (ISO 2004, DIN 2000a,b,c).
- } wurden in ISO 9001 integriert

Die DIN EN ISO 9001 ist ein branchenübergreifendes Qualitätsmanagementsystem. Sie ist neutral formuliert. Damit wird eine Anwendung in sämtlichen Einrichtungen, unabhängig von Branche, Rechtsform, Größe oder Komplexität möglich.

Durch ihre allgemeine Formulierung wird der größte Nutzen in ihrer Anwendung erzielt, indem eine branchen- respektive unternehmensspezifische Interpretation der Anforderungen durchgeführt wird. Auf diese Weise kann ein auf die individuellen

Bedürfnisse eines Betriebs angepasstes Qualitätsmanagementsystem effektiv und effizient eingeführt, aufrechterhalten und weiterentwickelt werden.

Ein weiteres wesentliches Merkmal der ISO 9001 stellt ihre Kompatibilität mit anderen Managementsystemen dar. So ist eine Integration von branchenspezifischen Anforderungen und Standards möglich (DIN 2000b).

In der ISO 9001 fand nach der Zusammenlegung der ISO 9001, 9002 und 9003 eine Abkehr von der Elementorientierung hin zu einer Prozessorientierung statt. Eine weitere entscheidenden Veränderung ist auch die Tatsache, dass die neue Ausgabe über die bisherige Qualitätssicherung von Produkten und Dienstleistungen hinaus auch die Erfüllung der Anforderungen der Kunden und anderen interessierten Parteien sowie eine Verpflichtung zur ständigen Verbesserung berücksichtigt (DIN 2000b).

#### 2.3.3.3. Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)–Konzept

Dieses System wurde im Zuge des amerikanischen Raumfahrtprogramms entwickelt, um eine 100%ige Sicherheit der Astronautenkost zu erreichen (UNTERMANN et al.1996).

Die Umsetzung liegt in der Eigenverantwortung des Betriebsinhabers und dient dem Schutz des Verbrauchers vor Gesundheitsrisiken. Es kann sowohl gesetzlich vorgeschrieben sein oder auf freiwilliger Basis erfolgen (SINELL 1992).

Dieses Eigenkontrollsystem ist in der Lebensmittelindustrie besonders verbreitet, da dort oft keine Endkontrolle möglich ist.

Grundlagen eines solchen Konzeptes sind nach SINELL (1992):

1. Festlegung der Prozessstufen
  - Schwachstellenanalyse der Prozessstufen
2. Festlegung von Kontrollpunkten mit
  - Beseitigung der Schwachstelle
  - Minderung der Schwachstelle
  - Vorbeugen der Schwachstelle
3. Laufende Erfassung der Kriterien („Monitoring“)

4. Korrekturmaßnahmen
5. Kontrolle der Eigenkontrolle.

Die Grundlagen bedingen die wichtigsten Basisfragen:

- was ist zu kontrollieren
- wie ist es zu kontrollieren
- welche Zielgrößen sind einzuhalten und
- wann erfolgt die regelmäßige Überwachung.

Eine Zusammenfassung dieser Grundlagen stellen die sieben Prinzipien des HACCP–Konzepts (Tabelle 3) dar:

***Tabelle 3: Die sieben Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)–Prinzipien (SISCHO 1997; ALI ALI et al. 2002).***

1. Einführung einer Hazard Analyse.
2. Identifizierung der kritischen Kontrollpunkte (CCP).
3. Festsetzen kritischer Limits.
4. Festsetzen eines Kontrollsystems um die Kontrolle der CCP´s zu sichern.
5. Festsetzen korrekter Maßnahmen, die ergriffen werden, wenn kritische Grenzen überschritten werden.
6. Dokumentation des HACCP–Plans.
7. Nachprüfen des HACCP–Systems (Überprüfung des Systems).

Klassische Qualitätssicherungssysteme, wie auch das HACCP–Konzept, konzentrieren sich auf Produktqualität. Bezogen auf die Herstellung bedeutet das, dass Risikofaktoren erkannt und kontrolliert werden und sie damit als „Defensivkonzept“ der Gefahrenabwehr dienen.

#### 2.3.3.4. Veterinary Herd Controlling–System (VHC–System)

Als Weiterentwicklung wesentlicher Teile der Integrierten Tierärztlichen Bestandsbetreuung ist das Veterinary Herd Controlling–System (VHC–System) die

Grundlage für eine frühzeitige Kontrolle der Prozessqualität, und damit ein „Offensivkonzept“, bei dem Gefahren- und Verlustvermeidung im Vordergrund steht (MANSFELD 2003).

Das Konzept des VHC–Systems steht mit der DIN EN ISO 9001 in Einklang und ist, ähnlich dem HACCP–Konzept, auf die Sicherung von Prozess- und Produktqualität in Milcherzeugerbetrieben ausgerichtet. Es zielt auf eine Optimierung des betriebswirtschaftlichen Ergebnisses ab und beinhaltet eine Verbesserung des Tierschutzes, des Verbraucherschutzes sowie nicht monetärer Nutzenaspekte (MANSFELD 2002).

Der Betriebsleiter, der bestandsbetreuende Tierarzt und weitere beteiligte Berater müssen von der Planung über die Strategieentwicklung und –umsetzung bis zur Kontrolle intensiv zusammenarbeiten.

Das VHC–System begründet sich auf einer zielorientierten, betriebsspezifischen Festlegung von Kontroll- und Managementmaßnahmen, die als Kontrollpunkte bezeichnet werden. Diese befinden sich in verschiedenen relevanten Bereichen der Produktion, den Kontrollbereichen. Des Weiteren werden Erfolgskontrollen mit Hilfe geeigneter Prüf- und Bewertungskriterien, den Indikatoren, durchgeführt (MANSFELD 1999; MANSFELD 2002).

Das VHC–System besteht aus drei Komponenten:

- a) dem *Kontrollbereich*, der einen wesentlichen Bestandteil des Produktionsprozesses darstellt
- b) aus *Kontrollpunkten*. Diese entsprechen einer Managementfestlegung und der daraus resultierenden Maßnahme. Sie sind direkt beeinflussbar.
- c) den *Indikatoren*. Das sind Mess- oder Rechengrößen, die sich innerhalb zuvor festgelegter Grenzen bewegen müssen. Sie dienen sowohl der Beschreibung und Bewertung des Ist–Zustandes (Bestimmung des Status quo) und des Sollzustandes in den jeweiligen Kontrollbereichen, als auch der Prozessüberwachung. Sie sind nicht direkt beeinflussbar (MANSFELD 2002).

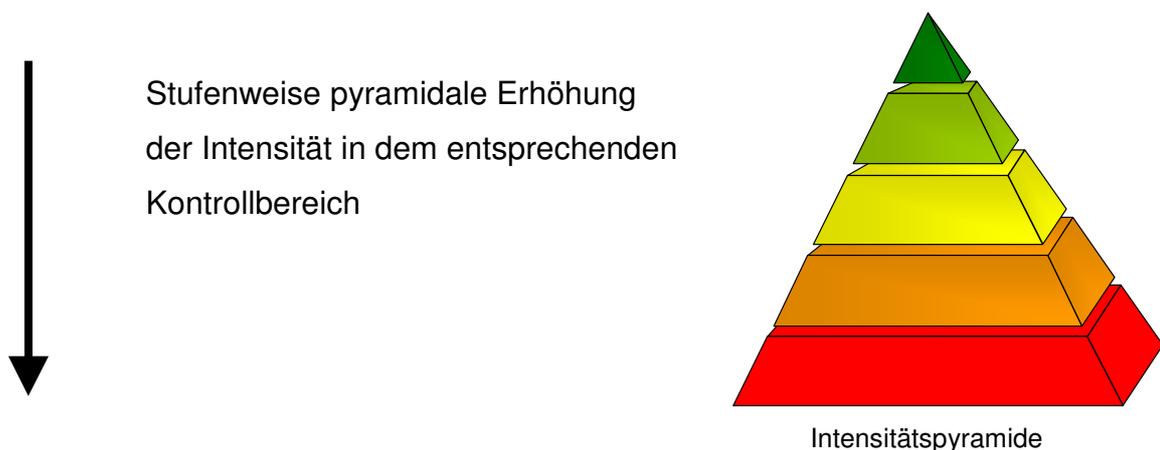
Indikatoren stellen gewissermaßen messbare „Antworten der Tiere auf ihre Lebensbedingungen auf das Haltungs-, Fütterungs- und Managementsystem“ im weitesten Sinn dar (MANSFELD 2001a).

Kriterien für Indikatoren sind (MANSFELD 1999):

- weitgehende Spezifität
- möglichst große Aussagekraft
- praktische Umsetzung
- kostengünstig
- einfach bestimmbar
- ökonomische Relevanz.

In der Regel sind die Unternehmensziele auf Gewinnmaximierung ausgerichtet; es ist daher sinnvoll, die Indikatoren nach einer ökonomischen Relevanz auszurichten. Generell entscheidet letztendlich der wirtschaftliche Wert des angestrebten Zieles über den maximalen Aufwand für die Prozessüberwachung in dem jeweiligen Bereich (MANSFELD 1998).

Bei Abweichungen der im VHC–System routinemäßig berücksichtigten Indikatoren von vorgegebenen Sollwerten, wird die Überwachungsintensität in dem betreffenden Kontrollbereich stufenweise pyramidal erhöht (Abb. 2) (MANSFELD 2001a).



**Abb. 2: Intensitätspyramide (MANSFELD 2001a).**

Auf diese Weise kann die Intensität des VHC–Systems variiert werden. Durch verschiedene Ausgangssituationen und Zieldefinitionen ist der Aufwand lenkbar.

Anzahl der Kontrollpunkte und der zugehörigen Indikatoren werden unterschiedlich und bedarfsgerecht gestaltet.

So ist das VHC–System betriebsspezifisch ausgelegt und kann durch Anpassung der „Maschenweite“ des Kontrollnetzes innerhalb eines Betriebes bedarfsorientiert genutzt werden, was für eine rationelle und kostengünstige Nutzung des Konzeptes in der täglichen Praxis von entscheidender Bedeutung ist.

*„Nicht alles Kontrollierbare, sondern das zum jeweiligen Zeitpunkt für die Sicherung Erforderliche wird kontrolliert“ (MANSFELD 1999).*

ITB–TierärztInnen übernehmen im VHC–System eine Art Controller–Funktion.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der berücksichtigt werden muss, um das VHC –System erfolgreich zu gestalten, ist eine exakte produktionsbegleitende Dokumentation.

Mit Hilfe moderner Informationssysteme und Datentransfermöglichkeiten können die wichtigsten periodisch vorzunehmenden Auswertungen ohne allzu großen zusätzlichen Arbeitsaufwand getätigt werden (MANSFELD 2002).

Zusammenfassend ergibt sich eine kontrollierte Produktion mit integriertem Frühwarnsystem, also ein Qualitätssicherungssystem. Durch regelmäßige Soll–Ist Vergleiche auf verschiedenen Stufen werden Prozess- und Produktqualität optimiert und Abweichungen von festgelegten Vorgaben frühzeitig erkannt (MANSFELD 1999; MANSFELD 2002).

Tierärztliche Controlling–Systeme wie das VHC–System erfüllen nicht nur die Forderungen des Verbraucherschutzes nach HACCP–ähnlichen Konzepten auf Erzeugerebene, sondern sie führen noch weiter und beachten zusätzlich betriebliche Interessen, wodurch eine Kostenersparnis erreicht wird (MANSFELD 2001a).

Das VHC–System kann auf Abweichungen von Sollwerten mit einer pyramidalen Intensitätserhöhung in dem betreffenden Kontrollbereich reagieren; darin ist der Hauptunterschied zwischen HACCP–Konzept und VHC–System zu sehen. Das HACCP Konzept ist betriebsartspezifisch und damit statisch und teuer (MANSFELD 2001a).

Das VHC–System ist eine Erweiterung von HACCP–Konzepten, und stellt keineswegs einen Widerspruch zu diesen dar (Tabelle 4) (MANSFELD 2002).

**Tabelle 4: Vergleich Veterinary Herd Controlling–System (VHC–System) und Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)–Konzept (MANSFELD 2002).**

VHC–System	HACCP–Konzept
+ betriebsspezifisch + bedarfsorientiert  ⇒ Intensität variabel	+ betriebsartsspezifisch + verbraucherorientiert  ⇒ Intensität gleichbleibend

Vom VHC–System werden Tiergesundheit und –leistung, Tierschutz, Verbraucherschutz und betriebswirtschaftliche Aspekte gleichermaßen beachtet. Überbetrieblich kommen Aspekte des Tierverkehrs und des Umweltmanagements hinzu (MANSFELD 2002).

Das HACCP–Konzept schließt Verbraucherschutz, Produktschutz und Umweltschutz mit ein (Tabelle 5).

**Tabelle 5: Inhalte des Veterinary Herd Controlling (VHC)–Systems und des Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)–Konzeptes (MANSFELD 2002).**

VHC–System	HACCP–Konzept
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiergesundheit</li> <li>• Tierleistung</li> <li>• Tierschutz</li> <li>• Verbraucherschutz</li> <li>• Produktschutz</li> <li>• Betriebswirtschaft</li> <li>• Tierverkehr</li> <li>• Umweltschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbraucherschutz</li> <li>• Produktschutz</li>   <li>• Umweltschutz</li> </ul>

### 2.3.3.5. Bedeutung des Veterinary Herd Controlling–System (VHC)-Systems

Die Verbraucher zeigen immer mehr Interesse an öffentlicher Gesundheit, Lebensmittelsicherheit und Tierschutz (NOORDHUIZEN 2002a). Es wurde eine lückenlose Rückverfolgbarkeit innerhalb vertikaler Produktionsketten gefordert (MANSFELD 2003), die mittlerweile in der VO (EG) 178/2002 weitgehend ihre Umsetzung gefunden hat.

Die Unternehmen sollen nicht wie bisher Massen–Zulieferungen verarbeiten, sondern marktorientiert differenzierte und qualitativ hochwertige Endprodukte für das jeweilige Marktsegment herstellen (BLAHA 2001).

Zwar ist die Erzeugung von Qualitätsprodukten in der Agrarwirtschaft nicht neu, aber die Blickrichtung der Qualitätsdiskussion und die damit verbundenen Maßnahmen und Strategien Qualität zu sichern, haben sich verändert. Qualität ist nicht mehr nur die Erfüllung definierter Mindestanforderungen an das Produkt, sondern die Art und Weise der Erzeugung gewinnt immer mehr an Bedeutung (MÜLLER 1996).

Um diesen Forderungen gerecht zu werden, müssen sich die Landwirte auf Qualitätskontrollen im Erzeugerbetrieb konzentrieren (NOORDHUIZEN 2002a).

Das Ziel einer solchen Überwachung muss sein, gegenwärtige Leistungen -in Bereichen wie Produktivität oder Fruchtbarkeit- zu überwachen, um frühzeitig mögliche Abweichungen zu erkennen (NOORDHUIZEN 2002a).

Um eine präventive Qualitätssicherung umzusetzen, wird eine einfache Handhabung und Strategie benötigt, die umfangreiche Tätigkeiten eines Qualitätsmanagements, einer Qualitätsplanung, einer Qualitätslenkung und einer Qualitätsprüfung durchführbar macht (ASPERGER 1992).

Am besten geeignet, diese Anforderungen zu erfüllen, scheint ein Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Konzept–ähnliches System zu sein (ASPERGER 1992; STÄRK 2000; KIRST 2001; NOORDHUIZEN 2002a).

Die Anwendung eines solchen Qualitätssicherungssystems erscheint für den Milcherzeugerbetrieb nutzbar und sinnvoll, da hier kritische Kontroll- und Managementpunkte in Produktionsprozessen überwacht werden (STÄRK 2000; NOORDHUIZEN 2002a). In der DIN EN ISO 9001 werden die Begriffe für Qualitätssicherung definiert.

Das VHC–Konzept verbindet das HACCP–Konzept und die DIN EN ISO 9001 und stellt das Werkzeug für ein im landwirtschaftlichen Betrieb anwendbares Qualitätssicherungssystem dar.

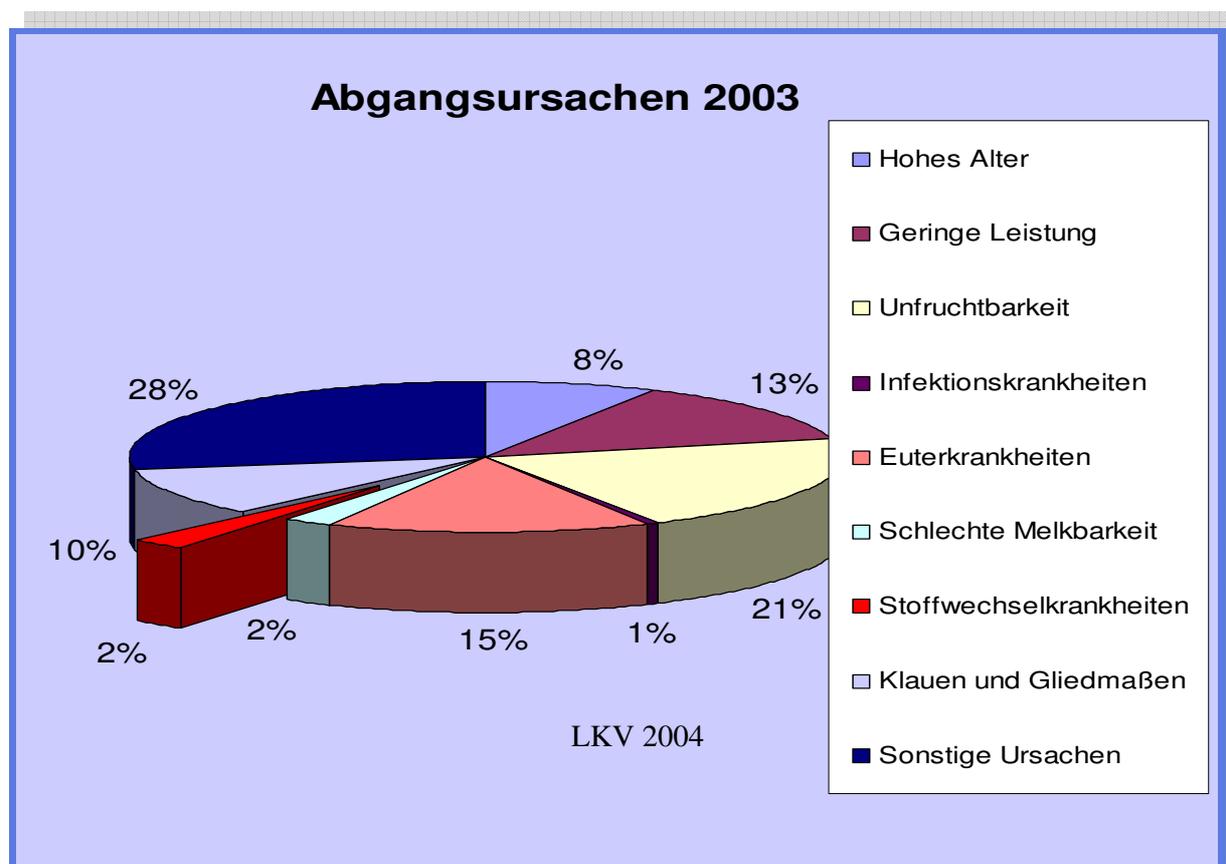
Im VHC- System werden diese Forderungen umgesetzt. Es stellt ein Offensivkonzept dar, bei dem Gefahren- und Verlustvermeidung im Vordergrund stehen. Prozess- und Produktqualität in der landwirtschaftlichen Urproduktion werden gesichert. Dies dient dem gesundheitlichen Verbraucherschutz, dem Tierschutz, in begrenztem Umfang dem Umweltschutz und wirkt sich wirtschaftlich aus (MANSFELD et al. 2007).

## 2.4. Stoffwechselgesundheit

### 2.4.1. Stoffwechselkrankheiten

#### 2.4.1.1. Allgemeines

Unter den Abgangsursachen nehmen die Stoffwechselkrankheiten mit 2% nur einen geringen Anteil ein (Abb. 3).



**Abb. 3: Abgangsursachen 2003 (LKV 2004).**

Stoffwechselstörungen gehen häufig mit Begleit- oder Folgekrankheiten, wie Fortpflanzungsstörungen, Mastitiden, Klauenerkrankungen und Labmagenverlagerungen einher (DIRKSEN et al. 2002; MARTIG 2002; STÖBER 2002).

Bei der Erfassung von Abgangsursachen oder der Behandlungshäufigkeit werden sie nicht als Krankheitsursache erfasst.

Die häufigsten Erkrankungen der Milchkuh finden sich um den peripartalen Zeitraum. Dies ist der Zeitraum der höchsten Stoffwechselbelastung. Es kann zu Primärerkrankungen (z. B. Ketose, Pansenazidose, Gebärparese) kommen, die wiederum das Auftreten von Folge- und Begleiterkrankungen (wie z.B. Nachgeburtsverhaltung, Puerperalstörungen oder Eutererkrankungen) nach sich ziehen können. Folge- und Begleiterkrankungen können sich verselbstständigen und ihrerseits Stoffwechselstörungen auslösen (GOFF et HORST 1997a).

Die häufigsten Stoffwechselstörungen, die im peripartalen Zeitraum eine maßgebliche Rolle spielen sind:

- Ketose
- Fettmobilisationssyndrom
- Pansenazidose
- Gebärparese.

#### 2.4.1.2. Ketose

##### 2.4.1.2.1. Allgemeines und Definition

Eine krankhafte Anhäufung von Ketonkörpern im Blut mit entsprechend vermehrter Ausscheidung über die Milch, die Ausatemluft und insbesondere den Harn, wird als Ketose bezeichnet (ROSENBERGER 1994; GOFF et HORST 1997a; GASTEINER 2000; FÜRLL 2003). Diese Störung des Kohlenhydratstoffwechsels befällt fast ausschließlich hochlaktierende Kühe in der 2. bis 6. Laktationswoche und verläuft meist subakut bis chronisch. Typischerweise ist zusätzlich der Serumglukosegehalt und das Leberglykogen erniedrigt, und es liegt die Neigung zu einer fettigen Leberdegeneration vor (ROSENBERGER 1994; GOFF et HORST 1997a; GASTEINER 2000; FÜRLL 2003).

Die Ketose stellt neben Gebärparese und Pansenazidose die bedeutendste Stoffwechselerkrankung der Milchkuh dar (ROSENBERGER 1994; GASTEINER 2000); denn sie ist nicht nur als primäre Erkrankung von Bedeutung, sondern bei

jeder Erkrankung einer hochleistenden Milchkuh muss mit einer sekundären Ketose gerechnet werden (GASTEINER 2000).

Betroffen sind vor allem Kühe um den Kalbezeitpunkt sowie in den ersten Wochen der Laktation, wenn sie sich in einer Phase negativer Energiebilanz befinden (ROSENBERGER 1994; GASTEINER 2000; GEISHAUSER et al. 2000a).

Die subklinische Ketose ist definiert als Hyperketonämie (mit Ketonkörperausscheidung über Harn und Milch) ohne Krankheitsanzeichen.

Subklinisch erkrankte Tiere fallen durch Leistungsminderung und Fruchtbarkeitsprobleme auf und unterliegen einem größeren Risiko an klinischer Ketose zu erkranken (GASTEINER 2000).

#### 2.4.1.2.2. Stoffwechselsituation

##### 2.4.1.2.2.1. Ketogenese als physiologische Kompensation

Die Leber ist mit ihrem Fettsäurestoffwechsel das zentrale Organ des Krankheitsgeschehens (GASTEINER 2000).

In einer Energiemangelsituation werden in der Leber freie Fettsäuren (NEFA) in  $\beta$ -Hydroxybuttersäure (BHB) umgebildet, um andere Gewebe rasch mit Energie versorgen zu können (GASTEINER 2000).

Ketonkörper sind einerseits für Herzmuskulatur, quergestreifte Muskulatur, Nieren und das laktierende Euter oxidierbare Substanzen zur Energiegewinnung, andererseits haben sie einen energiesparenden Effekt, indem sie helfen, Glucose zu sparen (GASTEINER 2000).

Die Ketogenese stellt einen wichtigen Kompensationsmechanismus dar, der gerade in den ersten Laktationswochen den Energiemangel ausgleichen soll. Aufgrund der steigenden Laktationsleistung und des damit erhöhten Glucosebedarfs bei nur schrittweise möglicher Anhebung der Kraftfuttergabe, und damit der Energieversorgung, kann es zu Energiemangel kommen (GASTEINER 2000).

#### 2.4.1.2.2. Übergang zur pathologischen Form

Bei einem länger anhaltenden Glukosemangel kommt es zur Ketose und damit zu einer Entgleisung des Fett- und Kohlenhydratstoffwechsels (GASTEINER 2000), der durch verschiedene Faktoren ausgelöst werden kann (Tabelle 6).

**Tabelle 6: Faktoren, die eine physiologisch kompensatorische Ketogenese pathologisch steigern können (ROSSOW et al. 1991).**

Hoher antepartaler Fettansatz, durch den sich die postpartale Lipolyserate erhöht und außer Kontrolle geraten kann

Krankheiten (sogenannte Auslöserkrankheiten), die mit verminderter Futteraufnahme verbunden sind und dadurch das Energiedefizit verstärken

Genetische Veranlagung zur hormonellen Übersteuerung der Lipolyse bzw. zur ungenügenden Fettsäureverwertung

Verabreichung von Futterstoffen schlechter Qualität und niedriger Energiekonzentration

Energierestriktive Fütterung während der Trockenstehperiode, welche die Lipolyserate bereits ante partum stark erhöht

Wenn die Bildung der Ketonkörper ihre Verwertungsmöglichkeiten übersteigt, kommt es zu einer Ansammlung im Organismus und sie werden mit Harn, Milch und Ausatemluft ausgeschieden (STÖBER 2002).

Der Übergang einer physiologisch erhöhten Ketogenese zur Kompensation des postpartalen Energiedefizites zur sogenannten subklinischen Ketose ist fließend. (DUFFIELD 2000).

#### 2.4.1.2.3. Bedeutung und Schaden

Der wirtschaftliche Schaden, der dem Landwirt durch Ketosen entsteht, ist vielgestaltig. Er setzt sich aus Milchminderleistung (ein bis zehn Liter pro Tag), Körpermasseverlust, Organschäden (Leber), Nachgeburtsverhaltung, Labmagenverlagerung und Klauenerkrankungen, den dazugehörigen Behandlungskosten und vielfach auch dem Verlust der Milchkuh zusammen (GASTEINER 2000; GEISHAUSER et al. 2000a).

Die Rast-, Verzögerungs- und Gützeiten verlängern sich, der Erstbesamungserfolg und der Besamungsindex verschlechtern sich; es kommt vermehrt zu Genitalinfektionen, Anöstrie/Azyklie und Ovarialzysten (GEISHAUSER et al. 2000a; STÖBER 2002).

Der Rückgang zur normalen Milchleistung dauert bei überwundener Erkrankung bis zu 6 Wochen. Vorwiegend sind tierzüchterisch wertvolle Hochleistungskühe betroffen (ROSENBERGER 1994).

Der Schaden durch subklinische Ketosen ist oft gravierender. Dies liegt daran, dass diese häufiger im Bestand vorkommen und oft übersehen werden. Die Verluste entstehen durch ähnliche Ursachen: Verminderte Milchleistung, gehäufte Fruchtbarkeitsprobleme, wie Verlängerung der Gützeit, und das erhöhte Risiko an klinischer Ketose zu erkranken (GEISHAUSER et al. 2000a).

Eine Überwachung des Bestandes gerade auf subklinische Ketose erscheint daher sinnvoll (GEISHAUSER et al. 2000a).

#### 2.4.1.3. Fettmobilisationssyndrom

Im Unterschied zur primären Ketose entwickelt sich das Fettmobilisationssyndrom meist kurz vor dem Partus und innerhalb der ersten 3 Laktationswochen (STÖBER 2002).

Ein weiterer Unterschied zwischen der primären Ketose und dem Fettmobilisationssyndrom in der frühen Laktation ist vor allem in der Verwertung der anfallenden NEFA zu sehen.

Beim Fettmobilisationssyndrom übersteigt das Angebot von NEFA an die Leber deren Ausschleusung über VLDL. Dies führt schwerpunktmäßig zur Ausbildung einer Fettleber, während Ketogenese und Hypoglykämie weniger ausgeprägt sind (MEYLAN 2004).

Durch die Senkung der Futteraufnahme um die Kalbung um bis zu 30% und die daraus resultierende negative Energiebilanz, kommt es zu einer Mobilisation der Körperfettdepots. Bei überkonditionierten Kühen ist aufgrund der vielen Fettdepots die Mobilisation besonders ausgeprägt.

Die Lipolysereaktion verläuft zu Beginn der negativen Energiebilanz oft überschießend und unkontrolliert, da die Kuh sich erst an die Energiegewinnung mittels NEFA adaptieren muss (ROSSOW 2003a).

#### 2.4.1.4. Pansenazidose

##### 2.4.1.4.1. Allgemeines und Definition

Unter Pansenazidose versteht man alimentär bedingte Störungen der Vormagenverdauung, die durch ein Absinken des pH-Wertes im Pansenhaubeninhalt unter 6,0 bis 4,0 gekennzeichnet ist. Solche Verdauungsstörungen können, je nach Grad und Dauer dieser Übersäuerung, von Inappetenz bis zu unterschiedlichen Beeinträchtigungen des Allgemeinbefindens führen (ROSENBERGER 1994).

##### 2.4.1.4.2. Stoffwechselsituation

Die normale Pansenflora setzt sich überwiegend aus gramnegativen Bakterien zusammen und ist durch eine Vielfalt der Formen gekennzeichnet (KLEE 2002). Diese fermentieren im Pansen Kohlenhydrate zu flüchtigen Fettsäuren (VFA) und Laktat (HUTJENS 1996a; OWENS et al. 1998).

Diese organischen Säuren werden von den Tieren aus Pansen und Caecum absorbiert und in den Geweben verstoffwechselt (OWENS et al. 1998).

Der Gehalt und die Zusammensetzung der flüchtigen Fettsäuren sind von Bedeutung für die Milchleistung und –zusammensetzung. Hochleistungskühe müssen einen Pansen pH-Wert nahe 6,0 beibehalten, damit die Bakterienpopulationen ein optimales Wachstum zeigen und daraus ein optimales VFA-Muster und eine optimale Leistung resultieren (HUTJENS 1996a).

Die Zusammensetzung der Pansenflora verändert sich, sobald der Anteil an leichtverdaulichen Kohlenhydraten abrupt zunimmt. Es werden erheblich mehr

Säuren gebildet. Die Anzahl der gramnegativen Bakterien verringert sich zugunsten der grampositiven Bakterien und später der Laktobazillen, die Milchsäure bilden und damit den Pansen-pH-Wert senken. Gleichzeitig werden die normale Vormagenflora und -fauna weitgehend gehemmt und getötet. Die Umsetzungsprozesse im Pansen entwickeln sich bei sinkendem pH-Wert mehr und mehr zu einer reinen Milchsäuregärung (ROSENBERGER 1994; OWENS et al. 1998; KLEE 2002; DIRKSEN et al. 2002).

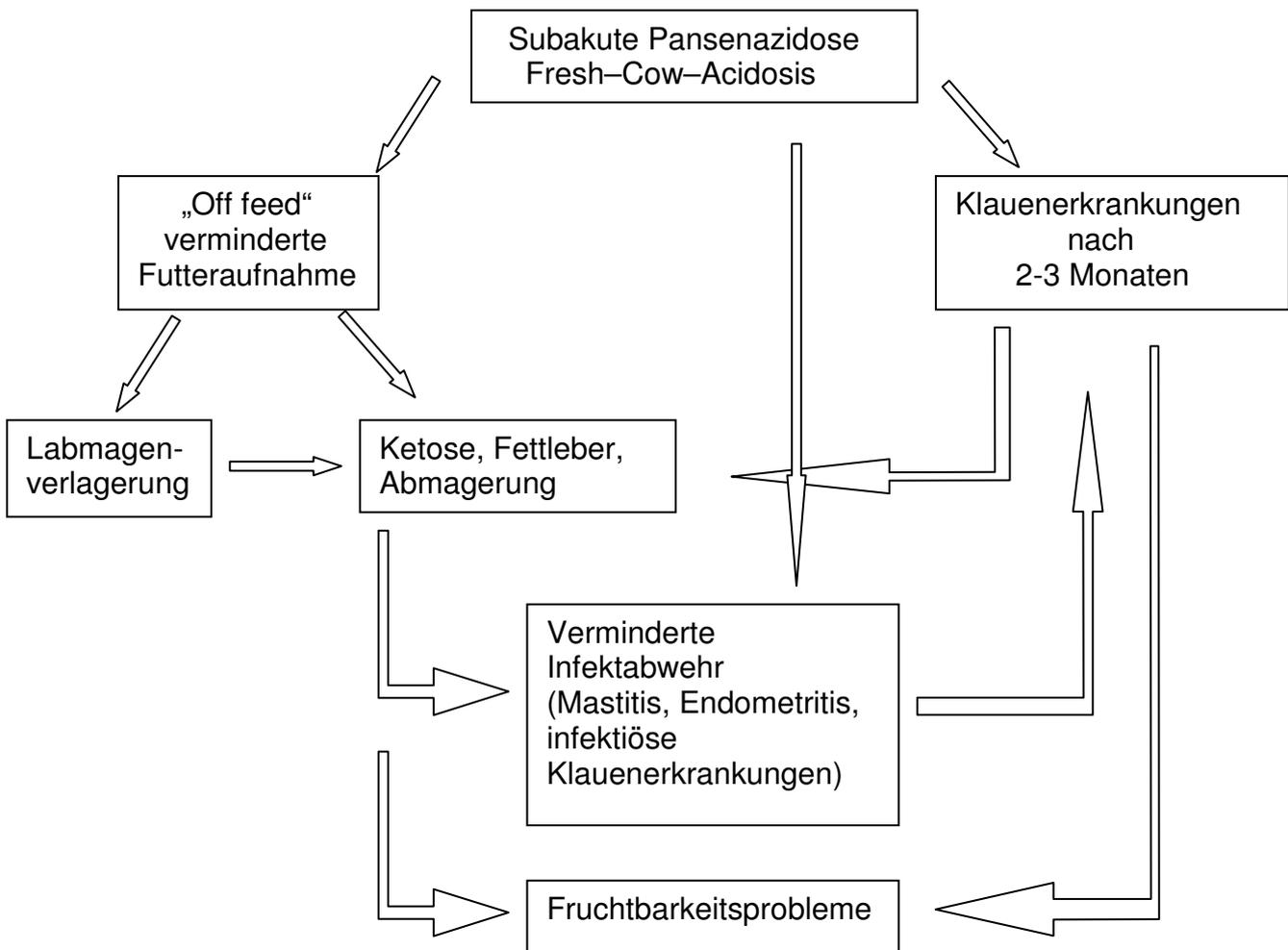
Hinzu kommt, dass durch die Azidose die Kau- und Wiederkauzeiten vermindert werden, was wiederum die Speichelsekretion herabsetzt, wodurch die Pufferfunktion des Speichels verringert wird (OWENS et al. 1998).

#### 2.4.1.4.3. Bedeutung und Schaden

Bei der akuten Erkrankung entscheiden Zeit und Art der erforderlichen Behandlung über den weiteren Verlauf. Milchleistung und Allgemeinzustand verbessern sich aber nur sehr allmählich (ROSENBERGER 1994). Der Verlust des Tieres ist nicht selten.

Bedeutend bei einer subakuten Pansenazidose ist die Nachschaltung anderer Erkrankungen. So können Puerperalstörungen, Mastitiden und Klauenprobleme auftreten; auch Labmagenverlagerungen, Blinddarmdilatationen, Ruminitiden und Leberabszesse sind Begleiterscheinungen (Abbildung 4) (DIRKSEN et al. 2002).

Charakteristisch ist eine Verselbständigung der aus der subakuten Pansenazidose resultierenden Sekundärerkrankungen. Häufig ist eine Beziehung zur Pansenazidose nicht mehr erkennbar und stellt damit in Herden ein großes Problem dar (ROSSOW 2004).



**Abb. 4: Darstellung der mit der Pansenazidose zusammenhängenden Begleiterkrankungen (ROSSOW 2004).**

Nach Behebung von Fütterungsfehlern besitzt die Pansenschleimhaut ein hohes Regenerationsvermögen. So werden lädierte Pansenschleimhautbereiche wieder durch intaktes Epithel ersetzt. Zu beachten ist aber, dass alles nachgeschalteten Krankheiten ein irreversibles Stadium erreichen können und so ein betroffenes Tier abgeschafft werden muss (DIRKSEN et al. 2002).

#### 2.4.1.5. Hypokalzämische Gebärparese

##### 2.4.1.5.1. Allgemeines und Definition

Die hypokalzämische Gebärparese ist eine meist akut verlaufende Störung des Mineralstoffhaushaltes, die mit dem Laktationsbeginn verbunden ist und meist innerhalb von 72 Stunden nach dem Kalben auftritt (HARRIES 1992; ROSENBERGER 1994; MARTIG 2002).

Das häufigste Symptom ist eine durch Hypokalzämie verursachte und oft mit Festliegen verbundene Lähmung der glatten und gestreiften Muskulatur, sowie Kreislaufschwäche und eine zunehmende Bewußtseinstrübung (HARRIES 1992; ROSENBERGER 1994).

Meist sind Hochleistungskühe betroffen. Die Häufigkeit von Milchfieber steigt mit dem Alter der Kuh (HARRIES 1992). So erkranken Primipare praktisch nie an Gebärparese; das Gebärpareserisiko nimmt für Kühe bis zu einem Alter von 6 Jahren linear zu (MARTIG 2002).

##### 2.4.1.5.2. Stoffwechselsituation

Der Kalziumbedarf der Kuh ist am Ende der Trächtigkeit sehr gering. Er macht ungefähr ein Fünftel des Laktationsbedarfes aus (ROSENBERGER 1994).

Kurz vor dem Abkalben werden große Mengen Blutkalzium für die Milchdrüsen bereitgestellt. Das Kalzium wird dort für die Kolostralmilch verwendet. Der Anteil an Kalzium ist hier 8- bis 10-mal höher im Blut (ADAMS et al. 1996). So kommt es zu einer Verminderung des Kalziumpools vor der Kalbung.

Zu Beginn der Laktation kommt es durch die Milchproduktion nochmals zu einer gewaltigen Steigerung des Kalziumbedarfes. Aktive Kompensationsmechanismen dieser Situation, wie z. B. Bereitstellung aus den Knochen und Rückresorption über die Niere, benötigen 24 bis 48 h (ROSENBERGER 1994; ADAMS et al. 1996; KLEE 2002; MARTIG 2002).

So kommt es bei fast allen Tieren zu einer geringgradigen Hypokalzämie (KLEE 2002; MARTIG 2002).

Diese postpartale Hypokalzämie ist eine physiologische Erscheinung, kann aber durch verschiedene Faktoren wie Alter der Tiere (Regulierungsvermögen nimmt ab) und Fütterungsfaktoren (hohes Angebot an Kalium, DCAD-Werte über 200 meq/kg T, Kalzium-reiche Fütterung in der Trockenstehperiode, Mangel an Mangan, Mangel an Vitamin D) in pathologische Bereiche übergehen. Dies kann weitreichende Folgen haben (ROSENBERGER 1994; MARTIG 2002).

Durch eine zu kalziumreiche (mehr als 100g Kalzium/Tag) Fütterung in der Trockenstehzeit wird der Kalziumbedarf durch passive Absorption aus dem Darminhalt gedeckt. So werden aber die Mechanismen der aktiven Absorption unterdrückt (= aus Knochen und Rückresorption aus Niere) und sind zum Zeitpunkt der Kalbung, und damit zu dem Zeitpunkt des erhöhten Bedarfes an Kalzium nicht trainiert. Die Aktivierung dieser Mechanismen kann einige Tage dauern. Es besteht die Gefahr einer akuten Gebärparese (ROSENBERGER 1994; KLEE 2002).

#### 2.4.1.5.3. Bedeutung und Schaden

Mit steigender Milchleistung der letzten Jahre -durch Zucht und Fütterung bedingt- hat auch die Häufigkeit der Gebärparese zugenommen (ROSENBERGER 1994).

Durch die üblichen Behandlungsmaßnahmen können ca. 80% der Patienten geheilt werden. Tödliche Verluste belaufen sich auf 5 bis 10% (MARTIG 2002). Wiederhergestellte Tiere bleiben in der Milchleistung gegenüber früheren Laktationen oft um 2 bis 3 Liter täglich zurück (ROSENBERGER 1994). Insgesamt geht die Milch um 14% in der Jahresmilchleistung zurück (BLOCK 1984).

Auch steigt bei wiederhergestellten Tieren die Gefahr, bei der nächsten Kalbung wieder an Gebärparese zu erkranken.

Je früher der Patient nach dem Kalben zum Festliegen kommt, desto ungünstiger ist die Prognose zu stellen (ROSENBERGER 1994).

Ein großes Problem stellen gerade die subklinischen Erkrankungen dar. Die Hypokalzämie vermindert den Muskeltonus des Uterus und des Zitzensphinkters. Folgen können Nachgeburtsverhaltungen und Uterusprolapse sein; die Entstehung von Mastitiden wird gefördert (ROSENBERGER 1994; GOFF et HORST 1997a). Dies wird noch durch die kortisonbedingte Immunsuppression verstärkt (ROSENBERGER 1994; GOFF et HORST 1997a).

Die verminderte Futtermittelaufnahme verstärkt die negative Energiebilanz (ROSENBERGER 1994; GOFF et HORST 1997a). Weiterhin verhindert die Hypokalzämie die Sekretion von Insulin. So wird die Aufnahme von Glukose in das Gewebe verhindert; die verminderte Glukoseaufnahme erhöht die Fettmobilisation und steigert das Risiko für die Kuh an einer Ketose zu erkranken (GOFF et HORST 1997a).

Weitere Risiken sind Ausrutschen, Stürzen und Verletzungen durch längeres Liegen (ROSENBERGER 1994; MARTIG 2002).

Es entstehen Kosten für Therapie, einen eventuellen Verlust des Tieres, durch Prophylaxemaßnahmen, einen Milchleistungsrückgang und indirekte Kosten durch Folgeerkrankungen, wie Strichverletzungen, Mastitis, Ketose (GRÖHN et al. 1989), Labmagenerkrankungen, Leberverfettungen (MAISEY et al. 1993) und Fruchtbarkeitsstörungen (KOSSAIBATI et ESSLEMONT 1997).

## 2.4.2. Fütterung

### 2.4.2.1. Grundsätze zur Fütterung von Milchkühen

Die Grundsätze einer wiederkäuergerechten Fütterung sind bei allen Fütterungsstrategien zu beachten (SCHWARZ 2000; SPIEKERS 2002). Wichtig sind die Konstanz der Fütterung und die damit verbundenen, gleitenden Futterumstellungen (SPIEKERS 2002).

Um die Kuh als Wirtstier und deren Pansenmikroben optimal zu versorgen, ist eine jeweilige Anpassung der Pansenmikroben (Dauer ca. zwei Wochen) und eine Adaption der Pansenwand (Dauer vier bis sechs Wochen) an das Futter notwendig (DIRKSEN et al. 1986; SPIEKERS 2002).

Der Begriff „Wiederkäuergerechtigkeit“ steht für alle Maßnahmen, die das ruminale Mikrobewachstum optimieren (SÜDEKUM 1999).

Um eine hohe Milchleistung zu erzielen, ist ein funktionierender Pansen Voraussetzung. Das bedeutet ausreichende Kau- und Wiederkauzeiten, und einen Pansen-pH-Wert  $>6$  (FLACHOWSKY et al. 2000). Da man dies durch den Strukturwert der einzelnen Futterkomponenten erzielt, wird häufig die Wiederkäuergerechtigkeit mit dem Strukturwert gleichgesetzt (SCHWARZ 2000; FLACHOWSKY et al. 2000).

Hierbei muss aber immer beachtet werden, dass die Optimierung der ruminalen Bedingungen, und somit ein stabiles Pansenmilieu, für das mikrobielle Wachstum erstes und wichtigstes Ziel ist, da hiervon die Gesamtfutteraufnahme und damit die Energieversorgung bestimmt wird (SÜDEKUM 1999; SCHWARZ 2000; FLACHOWSKY et al. 2000).

#### 2.4.2.2. Bedarfsgerechte Fütterung

Insgesamt sind die Tiere auf Kondition zu füttern. Eine optimale Kondition der Kühe zum Trockenstellen und zur Kalbung ist das Ziel (SCHWARZ 2000; SPIEKERS 2002).

Gewisse Fettreserven sind zur Kalbung erwünscht, da sie zur Abdeckung des Leistungsbedarfs nach dem Abkalben genutzt werden. Im ersten Laktationsdrittel ergibt sich so ein tolerabler Verlust von 30-40 kg Körpermasse (SPIEKERS 2002).

Der Start der Kuh in die Laktation ist entscheidend für ihre Leistung und ihre Gesundheit. Der Grundstein dafür wird schon durch die Fütterung in der vorangehenden Laktation und in der Trockenstehperiode gelegt (SPIEKERS 2002).

So sollte die Fütterung in verschiedene Fütterungsabschnitte unterteilt werden (WIRTZ et al. 2003).

#### 2.4.2.3. Fütterung um den peripartalen Zeitraum

Unter geburtsnahem Zeitraum versteht man das Intervall zwischen Trockenstellen und Gipfelleistung. In diesen 100 Tagen (30 Tage vor und 70 Tage nach der Geburt)

werden die Grundlagen für Leistung, Gesundheit und Fruchtbarkeit gelegt (VAN SAUN 1991; SÜDEKUM 2003).

Als kritischste Phase für die Kuh gilt die Transitphase (3. Woche a.p. bis Kalbung) (SÜDEKUM 2003). Hier kommt es zu einer Reduktion der Futteraufnahme (20 bis 30%) bei gleichzeitig erhöhtem Nährstoffbedarf für Frucht (in der Trockenstehphase nimmt der Fötus mehr als 65% seiner Endmasse zu) und Euter (VAN SAUN 1991).

Die Kuh kommt in eine katabole Stoffwechsellage, die zu einer negativen Energie-, Protein- und Kalziumbilanz führt (SÜDEKUM 2003). Dieser Situation muss mit einer erhöhten Bereitstellung von Energie und stoffwechselaktivem Kalzium entgegengewirkt werden. Ist dies nicht der Fall, so entsteht eine überstürzt ablaufende Mobilisation von Körperfett, die bis zur 8. Laktationswoche andauern kann (ROSSOW 2002a).

Neben der Energieaufnahme ist die Proteinversorgung der trockenstehenden Milchkuh nicht zu vernachlässigen (SÜDEKUM 2003).

Im peripartalen Zeitraum sollte der Gehalt an im Pansen unabbaubarem Protein erhöht werden. So wird die Aminosäureversorgung der Kuh und des Fötus sichergestellt, gleichzeitig aber die Proteinreserven der Kuh geschont (SÜDEKUM 2003), da es sonst zu einer Bereitstellung von Aminosäuren aus der Skelettmuskulatur kommt (ROSSOW 2002a). Eine Verbesserung der Proteinversorgung hat einen positiven Einfluss auf den Energiestoffwechsel, da um den Zeitpunkt der Kalbung 40% der Glukosebereitstellung über den Proteinstoffwechsel laufen (SÜDEKUM 2003).

#### 2.4.2.3.1. Trockenstehperiode

Die Körperkondition der Tiere zum Zeitpunkt des Trockenstellens, sowie die Ernährung der Trockensteher, sind von herausragender Bedeutung für den Erfolg aller Fütterungsstrategien in der Früh-laktation im Hinblick auf Leistung und Gesundheit der Tiere (SÜDEKUM 1999; SPIEKERS 2002).

Eine Änderung der Körperkondition während der Trockenstehphase ist nahezu nicht möglich (SÜDEKUM 1999) und sollte auch nicht versucht werden (ROSSOW 1990). Unterkonditionierten Tieren fehlen die Energiereserven für die folgende Laktation, überkonditionierte Tiere weisen häufig zu Beginn der Laktation einen geringen Appetit auf und haben entsprechend unzureichende Trockenmasse–Aufnahmen (SÜDEKUM 1999), was eine überschießende Lipomobilisationsreaktion hervorruft (ROSSOW 1990).

Eine richtige Kondition der Tiere ist die Grundlage. Deshalb sollten die Tiere so versorgt werden, dass die Fettreserven etwa konstant bleiben. Die Versorgung mit Kalzium sollte niedrig bleiben, um die körpereigene Kalziumbereitstellung auf den hohen Bedarf nach der Geburt vorzubereiten, und so Milchfieber vorzubeugen. Natürlich sollte trotzdem Mineralfutter angeboten werden, um eine Versorgung mit Spurenelementen und Vitaminen zu sichern (SPIEKERS 2002).

Um eine bessere Ernährung in der Trockenstehzeit zu erzielen, sollten die Tiere in zwei separaten Gruppen gehalten werden, damit die Trockenstehperiode in wenigstens zwei Phasen unterteilt werden kann (SÜDEKUM 1999; SPIEKERS 2002):

*1. Phase:* -> vom Trockenstellen bis zur 4. Woche vor dem Kalben.

In der ersten Trockenstehperiode soll der Nährstoffbedarf der schnell wachsenden Frucht gesichert, eine Regeneration des Eutergewebes ermöglicht und der Kuh die Möglichkeit gegeben werden, ihre Energie- und Proteinreserven sowie ihre Mineralstoff- und Vitaminspeicher wieder aufzufüllen (ROSSOW 2002a). In dieser Zeit sollte eine knappe, aber nicht unausgewogene Energie- und Rohproteinversorgung erfolgen (MORROW 1975; SÜDEKUM 1999; SPIEKERS 2002). Das muss vor allem durch Grundfutter bester Qualität geschehen (FÜRL 2003).

Die Richtschnur für die Energieversorgung ist: „Energie für Erhaltung + 4 kg Milch“. Dies entspricht bei einer Trockenmasseaufnahme von 10–

12 kg/Tag einer erforderlichen Energiedichte von  $< 5$  MJ NEL/kg TM. Dieser geringe Energiebedarf der Tiere kann daher am besten durch Rationen, die je nach Futterbasis unterschiedlich hohe Anteile an energetisch geringem Rauhfutter (Heu, Stroh) beinhalten, gedeckt werden (SPIEKERS 2002). Durch eine Futtermengenreduktion kann es zu Unruhe der Tiere kommen (SÜDEKUM 1999).

2. Phase: ->Vorbereitungs- oder Transitperiode; 3. Woche a. p. bis Kalbung.

In dieser Zeit sollte sich die Futterzusammensetzung der Laktationsration annähern, damit sich die Kühe schon vor dem Kalben an die Ration anpassen können. Um der sinkenden Futteraufnahme Rechnung zu tragen muss der Energiegehalt erhöht werden. Es sollten nach Möglichkeit die gleichen Futtermittel wie in der folgenden Laktation eingesetzt werden (SÜDEKUM 1999; SPIEKERS 2002; FÜRLL 2003).

Das Ziel der Vorbereitungsfütterung muss es sein, eine negative Energiebilanz vor dem Kalben zu verhindern und danach zu minimieren. Die Versorgung mit einer adäquat hohen Energiedichte ist ein wichtiger Faktor im Fütterungsmanagement der Vorbereitungsfütterung (FLACHOWSKY et al. 2000; LANTZSCH et KAUFMAN 2002; FÜRLL 2003).

Zur Kalbung geht die Futteraufnahme merklich zurück. Die Aufnahme an Futter sollte genau beobachtet werden und bei Bedarf eine Aufwertung der Ration erfolgen (SPIEKERS 2002; FÜRLL 2003). Futterqualität und Futterverfügbarkeit sind dabei Voraussetzung (FLACHOWSKY et al. 2000).

Die Einteilung der Trockenstehperiode kann wesentlich dazu beitragen, einen Rückgang der Futteraufnahme im geburtsnahen Zeitraum zu begrenzen. Die höhere Energiezufuhr a. p. beeinflusst zusätzlich zu der Bereitstellung von Energie auch die Trockensubstanz–Aufnahme positiv. Kühe haben vor dem Kalben eine höhere Trockensubstanz–Aufnahme als nach dem Abkalben (FLACHOWSKY et al. 2000; LANTZSCH et KAUFMAN 2002).

Tiere, die kurz vor dem Kalben wenig fressen weisen häufig auch in der Früh lactation eine unzureichende Futteraufnahme auf. Sie können a. p. in eine negative Energiebilanz kommen, die durch eine Abnahme der Körperkondition und Fetteinlagerungen in der Leber gekennzeichnet ist (LANTZSCH et KAUFMAN 2002; SPIEKERS 2002).

Dadurch erhöht sich die Anfälligkeit für Stoffwechselstörungen und es führt zu Leistungsdepressionen in der folgenden Laktation (SÜDEKUM 1999; LANTZSCH et KAUFMAN 2002).

#### 2.4.2.3.2. Früh lactation

Der Ernährung hochleistender Milchkühe in der Früh lactation wird zumeist intensive Aufmerksamkeit gewidmet (SÜDEKUM 1999).

In den ersten 10 Wochen der Laktation ist das vorherrschende Ziel, die Trockenmasse–Aufnahme und die Energiezufuhr so schnell wie möglich zu erhöhen. Da sich mit Beginn der Laktation der Energiebedarf grundlegend ändert, dient dies der Vorbeugung eines ausgeprägten Energiedefizites und der daraus resultierenden übermäßigen Körperfettmobilisation sowie der Gefahr ketotischer Stoffwechsellagen (SÜDEKUM 1999; SPIEKERS 2002; ZIEGER 2003).

Eine Krafftuttererhöhung in der Ration steigert die Gefahr von Pansenazidose (SÜDEKUM 1999).

Zur Kompensation der niedrigen Trockensubstanz–Aufnahme und um den Anpassungsprozess des Pansens an die Laktationsration zu vollenden sollte für 2 bis 3 Wochen post partum eine speziell angepasste Ration verabreicht werden. Um einer subakuten Pansenazidose vorzubeugen, ist diese Adaption essentiell (LANTZSCH et KAUFMANN 2002).

Ab der 5. Laktationswoche kann bei entsprechender Kondition und Grobfutteraufnahme der maximale Krafftutteranteil zugeteilt werden. Die Strukturversorgung ist zu gewährleisten (SPIEKERS 2002).

In der weiteren Laktation ist je nach Leistung und Kondition zu füttern (SPIEKERS 2002).

#### 2.4.2.4. Spätlaktation

In der Fütterung im letzten Drittel der Laktation ist darauf zu achten, die angestrebte Kondition der Tiere für die Trockenstehperiode einzustellen. Unterkonditionierte Tiere sollen entsprechend hoch versorgt werden, überkonditionierte, verfettete Kühe energetisch knapp (SPIEKERS 2002).

Dies ist wichtig, da der Konditionszustand der Tiere in der Trockenstehperiode kaum noch zu ändern ist (SÜDEKUM 1999).

### **3. Material und Methoden**

#### **3.1. Verwendete Literatur und Vorgehensweise bei der Literaturbeschaffung**

Für die Literaturbeschaffung der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene Quellen verwendet. Zum einen wurde das Internet für eine intensive Literatursuche in Anspruch genommen. Eine weitere Hauptquelle für die Literatursuche boten auch die Literaturverzeichnisse der schon beschafften Artikel.

Die endgültige Beschaffung der Artikel geschah über den direkten Ausdruck der Artikel aus dem Internet, über eine Bestellung in verschiedenen Bibliotheken (hier vor allem die bayerische Staatsbibliothek und die Münchner Universitätsbibliotheken), oder die direkte Bestellung bei den Verlagen der einzelnen Fachzeitschriften.

##### 3.1.1. Literaturrecherche im Internet

Für die Literaturrecherche im Internet kamen verschiedene Suchmaschinen, wie Google, web und Lykos zur Anwendung, in denen vor allem allgemeine Informationen zu bestimmten Themen gesammelt wurden und die Grundlage für eine weitere Suche gelegt wurde.

Verschiedene speziell für Tierärzte oder Landwirte ausgerichtete Seiten (z. B. Portalrind, cattle, vetion) boten zahlreiche Links und Informationen und Hinweise auf laufende Tagungen, die hilfreiche Tipps für die weitere Suche boten.

Über speziell auf Fachartikel ausgelegte Suchmaschinen, wie WebSPIRS, WinSPIRS, Google Scholar, PubMed, Ingenta, wurde die Suche mit Hilfe der Eingabe themenspezifischer Fachausdrücke, Autoren oder Titel, verfeinert.

Eine weitere wichtige Quelle für Fachartikel waren die Seiten der einzelnen Fachzeitschriften. Hier konnten die meisten Artikel in Form von Abstracts angelesen werden; bei Bedarf wurde der Volltext der Artikel heruntergeladen. Wenn diese Möglichkeit nicht bestand, wurde der gewünschte Artikel entweder gegen einen bestimmten Betrag bei den Zeitschriften direkt bezogen, oder über Bibliotheken (Bayerische Staatsbibliothek, Universitätsbibliotheken) bestellt.

Weltweit wurden fakultätsinterne Suchmaschinen von Universitäten (z.B. Bay. Staatsbibliothek, Universitätsbibliotheken der LMU-München, TiHo-Hannover,

Universität Gießen, FU-Berlin, Universität Wien, Universität Kiel, Humboldt Universität Berlin, Pennsylvania State University, University of Wisconsin) für eine zielgerichtete Suche genutzt. So erweiterte sich die Auswahl der Publikationen und Dissertationen. Über Universitätsseiten wurden zusätzlich Informationen über laufende Projekte gesammelt.

### 3.1.2. Artikelsuche über Literaturverzeichnisse

Eine weitere Quelle für die Beschaffung gewünschter Literatur boten die Literaturverzeichnisse wissenschaftlicher Studien, Originalarbeiten, Kongressberichte, Dissertationen und anderer Fachliteratur. Hier erschloss sich die Möglichkeit, sehr themenspezifisch nach weiteren Arbeiten, oft grundlegende Literatur älteren Datums, zu suchen. Die Beschaffung der Artikel erfolgte über das Internet oder über Bibliotheken. Eine persönliche Kontaktaufnahme mit den einzelnen Autoren erleichterte meist die Beschaffung der Literatur, und lieferte noch zusätzliche neuere Artikel.

### 3.1.3. Artikelbeschaffung

Die Beschaffung der einzelnen gefundenen Artikel verlief auf unterschiedlichen Wegen.

Zum einen boten die großen Bibliotheken in München, wie die Bayerische Staatsbibliothek und die Universitätsbibliothek mit den einzelnen Fakultätsbibliotheken, die Möglichkeit einen Großteil der Artikel aus Fachzeitschriften entweder direkt über das Internet auszudrucken, oder die entsprechenden Zeitschriften zur Einsicht oder für das Kopieren zu bestellen.

Viele Artikel konnten auf der Suche über verschiedene Suchmaschinen auch direkt über das Internet ausgedruckt werden.

Auch das persönliche Anschreiben der Autoren, meist über E-Mail, erfolgte zu diesem Zweck.

## **3.2. Vorgehensweise bei der Literaturbearbeitung**

### **3.2.1. Feststellung der Aussagen**

Die einzelnen Artikel wurden durchgearbeitet und die Aussagen festgestellt. Wobei in besonderer Weise der Bezug der Aussagen für den Bereich Stoffwechselgesundheit und Fütterung gewichtet wurde.

Die Aussagen wurden, wenn ein Zusammenhang für den Kontrollbereich Stoffwechselgesundheit und Fütterung bestand, im Ergebnisteil gesammelt und dargestellt.

### **3.2.2. Kontrollpunktermittlung, Indikatorauswahl und Basis der Aussagen**

Um Kontrollpunkte und Indikatoren zu ermitteln, wurden zunächst die Einflüsse auf die Stoffwechselgesundheit in der Literatur festgestellt. Diese Einflüsse wirken unterschiedlich auf die Stoffwechselgesundheit ein und müssen im jeweiligen Kontrollbereich überwacht werden. Sie bilden die Basis für die Ermittlung von Kontrollpunkten und Indikatoren. Kontrollpunkte wurden entweder anhand der in der Literatur beschriebenen Einflüsse erstellt oder waren in der Literatur schon als Kontrollpunkt ausgewiesen.

Um einen Kontrollpunkt und die dazugehörigen Indikatoren durch die Literaturrecherche als solchen festzusetzen, erfolgte eine Überprüfung der Basis der Aussagen. Diese müssen eindeutig nachvollziehbar und durch repräsentative Studien wissenschaftlich belegbar sein.

Die Überprüfung, ob diese Voraussetzungen erfüllt sind, erfolgte in einzelnen Diskussionen, die den einzelnen Bereichen angeschlossen sind. In diesen wurden die Kontrollpunkte überprüft und ihre Implementierung in das VHC-System untersucht.

Um einen Kontrollpunkt mit den dazugehörigen Indikatoren in das VHC-System zu übernehmen wird seine Einsatzmöglichkeit insgesamt bewertet.

Diskutiert werden Wert und Aussagekraft der ermittelten Ergebnisse für eine Verbesserung der Stoffwechselgesundheit im Betrieb, praktische Durchführbarkeit

auf Bestandesebene, technischer Aufwand, Zeitaufwand sowie die wirtschaftliche Tragbarkeit.

Werden diese Anforderungen erfüllt und als geeignet beurteilt, kann ein Kontrollpunkt mit den dazugehörigen Indikatoren für eine Implementierung in das VHC–System vorgeschlagen werden.

### 3.2.3. Gegenüberstellung der Aussagen, Untersuchungsergebnisse und Verfahren verschiedener Autoren

Teilweise divergieren die Aussagen der Autoren. Diese werden dann gegenübergestellt und erörtert. In den meisten Fällen kristallisiert sich eine Aussage als fundierter heraus und eignet sich besser für eine Implementierung in das VHC–System. Ist dies nicht der Fall, da die Aussagen gleichwertig sind, kann es nicht zu einer solchen kommen, da erst weiterführende Studien abzuwarten sind.

### 3.2.4. Aufbereitung der Ergebnisse

Die Kontrollpunkte und Indikatoren wurden am Ende einer jeden Diskussion in einer Übersichtstabelle zusammengefasst. Anhand dieser Übersicht sind die für die Implementierung in das VHC–System vorgeschlagenen Kontrollpunkte ersichtlich. Sie stellt einen schnellen Überblick dar und zeigt die Intensitätsstufe der jeweiligen Indikatoren, wobei hier die Farben des Flussdiagrammes aufgegriffen werden. Auch die Referenzwerte werden in die Übersicht aufgenommen. Zusammengefasst sind alle Kontrollpunkte und Indikatoren vor dem dynamischen Flussdiagramm nochmals zu finden um einen Überblick zu erleichtern.

### 3.2.5. Flussdiagramm

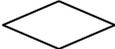
Am Ende wurden die in den Diskussionen erörterten und festgelegten Kontrollpunkte und Indikatoren systematisch in Form eines Flussdiagramms zusammengefasst. So

werden die Interaktionen der verschiedenen Kontrollpunkte untereinander graphisch ersichtlich.

Für die Erstellung des Flussdiagramms wurden die ermittelten Kontrollpunkte in logischer so wie strategischer Weise miteinander verknüpft. Es wurde versucht die Referenzwerte der dazugehörigen Indikatoren (blau dargestellt) entweder als zu erreichendes Optimum oder als Mindestmaß der vorgegebenen Anforderung auszuweisen. Der Vorteil liegt jedoch in der immer noch erhaltenen Dynamik, so dass diese Grenzen an betriebsindividuelle Ansprüche und Ziele angepasst werden können.

Auch ist die Intensität nicht statisch und kann variieren. Dies wird im Diagramm nochmals farblich durch die Intensitätspyramide unterstützt.

Durch strategisches Vorgehen kann der Bestandsbetreuer gezielt Befunde erheben und den Ursprung des Bestandsproblems feststellen und Vorschläge für eine Verbesserung machen. Der Vorteil liegt in der Dynamik, der Intensitätsvariabilität und der damit verbundenen betriebsindividuellen Zielsetzung. Der Zusammenhang zwischen der Intensitätsstufe der Pyramide und den dazugehörigen Kontrollpunkten wird durch eine übereinstimmende Farbgebung der entsprechenden Elemente graphisch ersichtlich. Die zusätzliche Farbgebung der unterschiedlichen Faktoren dient der besseren Übersicht.

Im Flussdiagramm erlauben die „DISKUSSIONS-Felder  “ eine Anpassung der Intensität des Kontrollprogramms. Als Entscheidungsfelder ermöglichen sie einen betriebsangepassten Fortgang der Optimierung.

Alle sich an diesem Punkt „  “ treffenden Kontrollpunkte oder Indikatoren müssen zusammen betrachtet werden und bestimmen dadurch gemeinsam die weitere Strategie. Werden Kontrollpunkte von einem „  “ umgeben, findet sich deren Bearbeitung auf einer der vorhergehenden oder folgenden Seiten des Diagramms.

Im Ganzen bildet das Flussdiagramm eine graphische Darstellung eines Qualitätssicherungssystems im Milcherzeugerbetrieb. Diese basiert auf dem VHC-System und ist auf Prozessqualität ausgerichtet.

## 4. Ergebnisse der Literaturbearbeitung

### 4.1. Direkte Kontrollpunkte und Indikatoren für den Bereich Stoffwechselgesundheit

#### 4.1.1. Krankheitsinzidenzen

##### 4.1.1.1. Untersuchungen zu Krankheitsinzidenzen

Die Erkrankung der Gebärpause tritt in allen Ländern intensiver Milchviehhaltung auf. Die Angaben über ihre Inzidenz bewegen sich zwischen 5% und 13% (Tabelle 7). Diese Zahlen veränderten sich laut WAAGE (1993) trotz wachsender Milchleistung, sinkender Nutzungsdauer und prophylaktischer Bemühungen in den letzten Jahren nicht.

**Tabelle 7: Literaturangaben zu Gebärpauseinzidenzen.**

<i>Quelle</i>	<i>Durchschnittliche Inzidenz</i>	<i>Untersuchungsland</i>
<b>BORSBERRY et DOBSON (1989)</b>	9,6%	England
<b>SCHÜLTKEN (1993)</b>	13,2%	Deutschland
<b>JORDAN et FOURDRAINE (1993)</b>	7,2%	USA
<b>HARMAN et al. (1996)</b>	5,1%	Finnland
<b>KOSSAIBATI et ESLEMONT (1997)</b>	7,5%	England
<b>FLEISCHER et al. (2001)</b>	10,1%	Deutschland
<b>MARTIG (2002)</b>	5-10%	-

Bei der Ketose variieren die Angaben. STÖBER (2002) gibt Inzidenzen für klinische Ketose zwischen 4-21%, für die subklinische Ketose, je nach biochemisch gezählten Grenzwerten, mit 9-34% an.

Nach einer Untersuchung von FLEISCHER et al. (2001) an 1047 Tiere Holstein Frisian (HF) erkrankte in Norddeutschland ein hoher Prozentsatz der Milchkühe in jeder Laktation an einer oder mehreren peripartalen Erkrankungen

(Produktionskrankheiten), und zwar besonders während des ersten Drittels der Laktation (Tabelle 8).

**Tabelle 8: Inzidenz peripartaler Erkrankungen (Produktionskrankheiten) und Tag der Diagnosestellung post partum (FLEISCHER et al. 2001).**

<b>Erkrankung</b>	<b>Anteil der erkrankten Kühe [%] <sup>1)</sup></b>	<b>Tag der Diagnosestellung p.p. <sup>2)</sup></b>
<b>Retentio secundinarium</b>	<b>9,9</b>	<b>1</b>
<b>Metritis</b>	<b>22,2</b>	<b>24</b>
<b>Mastitis</b>	<b>25,7</b>	<b>54</b>
<b>Klauenerkrankungen</b>	<b>23,1</b>	<b>76</b>
<b>Hypokalzämie</b>	<b>10,1</b>	<b>1</b>
<b>Ketose</b>	<b>2,2</b>	<b>27</b>
<b>Labmagenverlagerung</b>	<b>1,3</b>	<b>18</b>
<sup>1)</sup> Mittelwerte		
<sup>2)</sup> Medianwerte		

JORDEN et FOURDRAINE (1993) untersuchten das Vorkommen peripartaler Erkrankungen in 61 der besten Milcherzeugerbetriebe Nordamerikas. Die Daten basieren auf Datenerhebungen der Landwirte (Tabelle 9). Auffällig sind die großen Spannweiten der Inzidenzen, die als Indiz für den enormen Einfluss von Managementmaßnahmen auf die Inzidenz von Produktionskrankheiten gewertet werden.

**Tabelle 9: Mittelwerte und Spannweiten der Inzidenzen einiger peripartaler Erkrankungen in 61 Hochleistungsbetrieben in Nordamerika (JORDAN et FOURDRAINE 1991).**

<b>Erkrankung</b>	<b>Mittlere Inzidenz [%]</b>	<b>Spannweite [%]</b>
<b>Hypokalzämie</b>	7,2	0–44
<b>Labmagenverlagerung</b>	3,3	0–44
<b>Ketose</b>	3,7	0–20
<b>Retentio secundinarum</b>	9,0	0–22
<b>Metritis</b>	12,8	0–66

Über Inzidenzen der Pansenazidose wurden keine Angaben gefunden.

Generell werden keine eindeutigen Aussagen getroffen, wie hoch Krankheitsinzidenzen sein dürfen, damit man noch von einer vertretbaren Höhe sprechen kann, ohne sie als Betriebsproblem einzustufen.

#### 4.1.1.2. *Transitperiode*

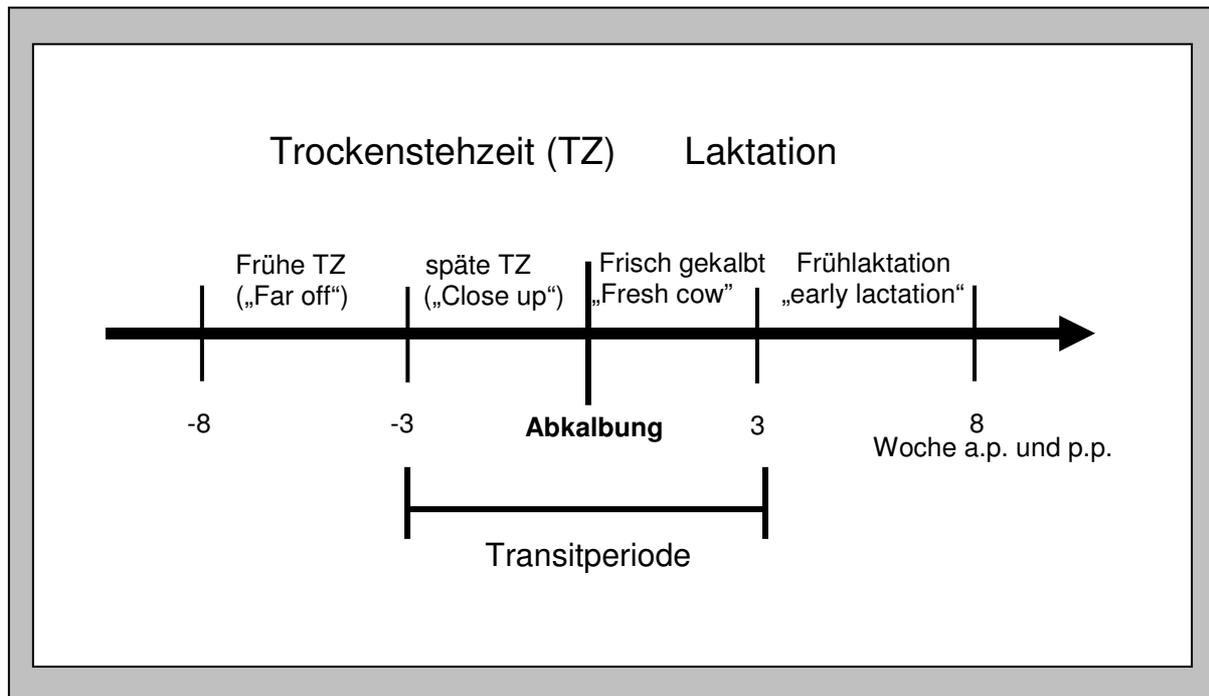
In den seltensten Fällen ist eine Häufung der klinischen Erkrankungen der Milchkühe seitens des Bauern der Grund für eine Inanspruchnahme der Bestandsbetreuung (STAUFENBIEL 2001). Häufigere Gründe sind unbefriedigende Milchleistung, Fruchtbarkeitsprobleme und allgemeine Gesundheitsstörungen. Dadurch wird deutlich, dass gerade im Stoffwechselbereich die subklinischen Erkrankungen mit ihren Folgen die größte Bedeutung haben.

Die Inzidenz bedeutsamer Produktionskrankheiten wie Gebärparese und Ketose ist in der Transitperiode am höchsten. Diese Periode beschreibt die peripartale Periode, d.h. den Übergang von der trächtigen zur laktierenden Kuh (GOFF et HORST 1997a).

Eine einheitliche Definition dieser Zeitperiode gibt es nicht (DRACKLEY 1999).

GRUMMER (1995) und DRACKLEY (1999) definieren diesen Zeitraum von drei Wochen a. p. bis zu 3 Wochen p. p. (Abb. 5).

NORDLUND (2006b) betont, wie wichtig objektive Bewertungskriterien („benchmarks“) sind, da nur so beurteilt werden kann wie gut oder schlecht das Transitkuhmanagement war. Seiner Meinung nach *„tendieren wir ohne sie [benchmarks] dazu, auch nichtakzeptierbare Probleme zu akzeptieren, weil wir nicht wissen, was inakzeptabel ist.“*



**Abb. 5: Beschreibung der Transitperiode (GRUMMER 1995; DRACKLEY 1999).**

Gerade in dieser Phase sind Überprüfungen der Milchleistungsdaten, der Blutparameter, der Körperkondition und Harnuntersuchungen von Bedeutung. Diese gehören zu direkten Kontrollpunkten, werden aber aufgrund der Struktur der Doktorarbeit im Faktor Fütterung besprochen.

#### 4.1.1.3. Der „Transit-cow-index“ (TCI)

Sei Beginn des Jahres 2006 wird in den USA von der Firma AG Source und der University of Wisconsin (vorgestellt von Ken Nordlund, DVM) ein patentrechtlich geschützter Test zur Überwachung der gesundheitlichen Situation und Leistung der Herde angeboten. Dieser Test dient dem Zweck, das Transitkuhmanagement einer objektiven und vergleichbaren Beurteilung zu unterziehen.

Früher wurde das Transitmanagement anhand von Krankheitsaufzeichnungen bewertet (NORDLUND 2006a). Diese Methode birgt nach Meinung des Autors Nachteile. So werden Krankheitsbezeichnungen nicht einheitlich verwendet, beeinflussen subjektive Faktoren die Vergleichbarkeit der Diagnosen, fehlen exakte Angaben der Inzidenz und Herdenunterschiede können nicht immer als signifikant

angesehen werden. Für NORDLUND (2006a) kann die Milchleistung als Indikator für den Gesundheitsstatus einer Milchkuh herangezogen werden. Daneben gehen aber auch weitere verschiedene Gesundheits- und Fruchtbarkeitsparameter in die Berechnung des TCI ein (Tabelle 10). Anhand der Daten von 150.000 Milchkühen wurde eine Gleichung entwickelt, mit deren Hilfe eine zu erwartende 305-Tage-Leistung für eine frischabgekalbte Kuh geschätzt werden kann.

**Tabelle 10: Auswahl der zur Kalkulation des „Transit-cow-index“ benutzten Parameter (NORDLUND 2006b).**

Kuhnummer, Alter und Laktationszahl
Durchschnittliche Milchleistung in kg/Tag zwischen dem 5. und 40. Laktationstag
Länge der Trockenstehperiode
Laktationstag bei der 1. MLP p. p.
Mittlere Laktationsleistung zwischen dem 5. und 40.Laktationstag
Fett-Eiweiß-Quotient aus der 1. MLP
Zellzahl in der Milch der Trockensteller und der Frischabkalber (1.MLP)
Melkfrequenz
Abkalbedaten einschl. Kalbemonat
305-Tage-Leistung der vorangegangenen Laktation
Laktationskurve der vorangegangenen Laktation
Besamungsdaten
BST-Applikation
Aufgetretene peripartale Erkrankungen (Gebärparese, Nachgeburtsverhaltung, Fettmobilisationssyndrom, gestörter Puerperalverlauf, Endometritis, Labmagenverlagerung, Ketose, Mastitis, Off feed, Enteritis)
Neuerdings werden auch Kriterien des Kuhkomforts mit einbezogen

Wird das geschätzte Leistungsniveau der Vorlaktation voraussichtlich wiederholt liegt der TCI bei Null oder dicht daran. Wird das Leistungsniveau übertroffen entspricht der TCI dem positiven Differenzbetrag, fällt er ab, entspricht der TCI dem Differenzbetrag mit negativem Vorzeichen.

Die Dimension des TCI wird in lbs Milch (1lbs = 0,454 kg) angegeben.

In den USA wird ein Softwarepaket unter dem Name „Fresh Cow Summary“ angeboten.

Wichtig für die Ausprägung der Höhe oder Tiefe des TCI sind die peripartalen Erkrankungen.

Kühe ohne peripartale Erkrankungen zeigen in der Regel einen positiven, erkrankte Tiere einen deutlich negativen Wert (Tabelle 11).

**Tabelle 11: Vergleich des „Transit–cow–index“ von Kühen mit und ohne peripartale Erkrankungen (NORDLUND 2006b).**

<b>Ereignis</b>	<b>TCI – Mittelwert</b>	<b>TCI – Standardabweichung</b>
<b>Ohne Erkrankung</b>	+ 62	± 39
<b>Metritis</b>	-245	± 275
<b>Ketose</b>	- 1118	± 244
<b>Lahmheit</b>	- 1287	± 298
<b>Labmagenverlagerung</b>	- 1736	± 155

Alle untersuchten Betriebe wiesen einen Durchschnittswert von um die +1500 lbs. In Problemherden wurden Werte von weniger als -1550 lbs ermittelt. Eine Reduzierung der peripartalen Erkrankungen ist die wichtigste Methode, den TCI zu senken.

#### 4.1.1.4. Diskussion und Implementierung in das VHC–System

Die Dokumentation von Krankheiten und die Ausarbeitung ihrer Häufungen sind immer sinnvoll. Allerdings gibt es keine gesicherten Aussagen darüber bis zu welcher Krankheitshäufigkeit ein Betrieb als unbedenklich eingestuft werden kann. So zeigen Untersuchungen über Krankheitsinzidenzen eine extreme Spannweite der Inzidenzen in ihren Aussagen (Tabellen 8/9).

Ein weiteres Problem stellen subklinische Erkrankungen dar. So werden viele Krankheiten falsch eingestuft, weil sie Folgeerkrankungen von subklinischen Störungen darstellen. So kann nur eine subjektive Beurteilung des Bauern eine Bestandsbetreuung initiieren (STAUFENBIEL 2001).

Die meisten dieser Erkrankungen entstehen in der so genannten Transitperiode (GOFF et HORST 1997a). Gerade hier ist ein gutes Management von besonderer Bedeutung.

Um eine objektive Überprüfung dieser Phase mit neutralen „benchmarks“ zu ermöglichen, wurde von der Firma AG Source und der University of Wisconsin das TCI-Prinzip entwickelt. Bei diesem System nutzt man vor allem die Milchleistung als Indikator. Weitere Parameter, die in die Erstellung des TCI eingehen, finden sich in Tabelle 10. In die Berechnung des TCI gehen Leistungs- und Gesundheitsdaten ein. Kommt es zu Abweichungen des Jahresmittelwertes des TCI–Mittelwertes der Herde in den negativen Bereich ist dies ein Indiz für Stoffwechselprobleme im Betrieb. Die Referenzwerte für den TCI werden von -1.650 bis +1.570 angegeben. Die Werte sollen im Positiven liegen, trotz des weit gefassten Referenzbereiches. Die Vergleichbarkeit in Zahlen ermöglicht eine objektive Aussage und liefert einen schnellen ersten Eindruck über den Gesundheitsstatus einer Herde. Liegt er stark im negativen Bereich ist eine Überprüfung empfehlenswert. Auch ist ein Vergleich der Jahre auf längere Sicht hin möglich.

Der Test ist patentrechtlich geschützt, wird in den USA von der Firma AG Source und der University of Wisconsin und dem Namen „Fresh Cow Summary“ angeboten. Da dieser Test erst Anfang 2006 auf den Markt gekommen ist, wird es wahrscheinlich noch eine Zeit dauern, bis er auch in Deutschland Anwendung finden kann. Auch fehlen noch Untersuchungen, die die Aussagekraft dieses Tests belegen. Die genaue Berechnung der Daten wird in der Veröffentlichung nicht dargestellt. Eine Implementierung in das VHC- System wird nur bedingt empfohlen. Er liefert einen Eindruck über den Gesundheitsstatus in einer Herde und ist mit ermittelten Daten ohne großen Aufwand möglich. Der TCI stellt nur eine mathematische Berechnung dar, und wird daher nur als zusätzliches Bewertungsmittel, im Zusammenhang mit anderen Parametern eingestuft. Um genauere Aussagen machen zu können, sind Untersuchungen direkt am Tier von Nöten. Dies sind Parameter, wie Milchuntersuchung, Blutuntersuchung, Harn- und Kotuntersuchung. Diese Punkte sind als direkte Kontrollpunkte zu werten. Sie werden allerdings dem Faktor Fütterung zugeordnet, und werden dort genauer beleuchtet und diskutiert.

**Übersicht 1: Kontrollpunkt Gesundheitsstatus****Kontrollpunkt Gesundheitsstatus**

<b>Indikator</b>	<b>Intensität</b>	<b>Referenzwerte</b>
<b>Krankheitshäufigkeit</b>		Dokumentation der Erkrankungen (subjektiver Eindruck)
<b>TCI</b>		-1.650 bis + 1.570

## **4.2. Indirekte Kontrollpunkte und Indikatoren für den Bereich Stoffwechselgesundheit**

### **4.2.1. Faktor Fütterung**

#### *4.2.1.1. Rationsgestaltung*

##### 4.2.1.1.1. Qualität der Ration

###### 4.2.1.1.1.1. Allgemein

Die Qualität einer Futterration setzt sich vor allem aus ihrem hygienischen Zustand (siehe Faktor Management, Herstellungskontrolle), der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften zusammen (BUSCH et al. 2004).

###### 4.2.1.1.1.2. Nährstoffgehalt

Chemische Eigenschaften sind bei einer Bestandsbegehung nur im Ansatz nachprüfbar. Für Zukauffuttermittel sind Garantien der Konzentration der Inhaltsstoffe üblich; das Futtermittelgesetz schreibt Mindestgehalte für viele Einzelfuttermittel vor. Die Deklaration der Futtermittel auf Begleitpapieren oder am Sackanhänger gibt eine weitgehend verlässliche Gesamtinformation. Eine formale Deklarationsprüfung ist durch Sackanhänger oder Begleitpapiere direkt möglich (Umfang und Inhalte), weitere Einstufungen sind in der Regel nur nach Analyse vorzunehmen (BUSCH et al. 2004).

###### 4.2.1.1.1.2.1. Energie

Der Energiegehalt der Futterration ist ein wichtiges Kriterium. Einerseits werden durch den Energiegehalt die Leistungsgrenzen der Ration bestimmt, andererseits ist die Energie der wichtigste Kostenfaktor in der Fütterung. Die Verdaulichkeit, die zum

größten Teil vom Grad der Verholzung der Rohfaser beeinflusst wird, bestimmt den Energiegehalt der Nährstoffe wesentlich.

Die in Futtermitteln enthaltene Energie wird als Nettoenergie Laktation (= NEL) bezeichnet und in Mega-Joule (= MJ) angegeben.

Niedrige Gehalte sind beispielsweise 5 MJ NEL/kg Trockenmasse und hohe Gehalte solche von 7 MJ NEL/kg und mehr (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

Basis der Empfehlungen zur Versorgung der Milchkühe mit Energie sind die Vorgaben der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) (GfE 2001).

Bei der Versorgung mit Energie werden die Bereiche Erhaltung und Leistung unterschieden. Die empfohlene Versorgung für Erhaltung variiert mit der Lebendmasse und die Versorgung für die Leistung je kg Milch mit dem Fett- und Eiweißgehalt der Milch (Tabelle 12).

**Tabelle 12: Empfehlungen zur Versorgung von Kühen mit Nettoenergie Laktation (NEL) in Mega-Joule (= MJ) (GfE 2001).**

	<b>Versorgung für Leistung je kg Milch</b>			<b>Versorgung für Erhaltung (je Tag)</b>			
	<b>Fettgehalt</b>			<b>LM</b>	<b>LM</b>	<b>LM</b>	<b>LM</b>
	<b>3,5 %</b>	<b>4,0 %</b>	<b>4,5 %</b>	<b>550 kg</b>	<b>600 kg</b>	<b>650 kg</b>	<b>700 kg</b>
<b>Energie MJ NEL</b>	<b>3,05</b>	<b>3,28</b>	<b>3,52</b>	<b>33,3</b>	<b>35,5</b>	<b>37,7</b>	<b>39,9</b>

Anhand der Größen Lebendmasse, Milchmenge sowie Fettgehalt lässt sich die erforderliche Versorgung mit Energie berechnen (GfE 2001; SPIEKERS et POTTHAST 2004).

$$\text{Erhaltungsbedarf} + (\text{kg Milch} \times \text{Leistungsbedarf}) = \text{Bedarf in MJ NEL /Tag}$$

Eine spezifischere Rechnung kann erfolgen, wenn Fett- und Eiweißgehalt der Milch bekannt sind:

$$\text{NEL/ kg Milch (MJ)} = (0,38 \times \text{Fett (\%)} + 0,21 \times \text{Eiweiß (\%)} + 1,05)$$

Um den Energiegehalt im Futter richtig einzustellen, sollte auch die Futteraufnahmemenge beachtet werden, da es sonst trotz richtigem Energiegehalt in der Ration zu einer Über- oder Unterversorgung kommen kann (FLACHOWSKY et al. 2004).

(siehe Kapitel 4.2.1.2.3. Abschätzung der Futteraufnahme).

Gerade bei trockenstehenden Kühen kommt der Energieversorgung eine besondere Bedeutung zu. Da trockenstehende Kühe den Erhaltungsbedarf decken und zusätzlich genügend Nährstoffe für die wachsenden Föten aufnehmen müssen, empfiehlt die GfE einen täglichen Energiebedarf von 13 MJ NEL von der 6. bis zu 4. Woche a. p. und ab der 3. Woche a. p. einen täglichen Bedarf an 18 MJ NEL dem Erhaltungsbedarf aufzuschlagen. Dies entspricht in etwa einer Milchleistung von 5 bis 8 kg (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

#### 4.2.1.1.1.2.2. Protein

Im Gegensatz zu Tieren mit einem einhöhligen Magen, wird bei Wiederkäuern das Futterprotein in den Vormägen durch die Pansenmikroben zu einem großen Teil abgebaut und gleichzeitig mikrobielles Protein synthetisiert.

Die Proteinversorgung wird aus zwei Quellen sichergestellt. Einmal durch das im Pansen gebildete mikrobielle Protein, andererseits aus Futterprotein, welches den Pansen unabgebaut passiert. Daraus wird deutlich, dass nicht die Aufnahme an Rohprotein über das Futter für die Versorgung des Wiederkäuers entscheidend ist, sondern die Menge an Protein, welche den Darm erreicht. Dabei stellt unter normalen Fütterungsbedingungen das mikrobielle Protein den Hauptlieferanten für die Proteinversorgung dar. Bei einer Leistung von 30 kg Milch täglich sind dies etwa 80% der gesamten Proteinversorgung am Darm.

Daher ist nur im Bereich hoher Leistung und einer nicht ausreichenden Bildung von mikrobiellem Protein die Qualität des Futterproteins und seines im Pansen nicht abgebauten Anteils von Bedeutung (DLG 1998a).

In der neueren Rationsplanung lösen nutzbares Rohprotein nXP und ruminale Stickstoffbilanz RNB das Rohprotein in der Futterbewertung ab.

Das am Eingang des Dünndarmes vorliegende Verhältnis von Mikrobenprotein zu unabgebautem Futterprotein (undegradable protein = UDP) ist abhängig vom Abbau des Futterproteins im Pansen sowie von der Energieversorgung der Mikroben.

Die GfE (DLG 1998a) hat ein System zur Berechnung der Proteinversorgung der Wiederkäuer vorgestellt. Hier wird der Bedarf an nutzbarem Rohprotein dem Fluss an nutzbarem Rohprotein in den Darm gegenübergestellt.

Bei der Berechnung des Bedarfs an nutzbarem Rohprotein wird folgendermaßen vorgegangen:

Ausgangspunkt ist der Nettobedarf. Dieser setzt sich aus der mit der Milch ausgeschiedenen Proteinmenge, den unvermeidlichen Verlusten über Kot und Harn sowie den Oberflächenverlusten (Haarkleid, Haut, Horn, Speichel) zusammen.

Für die Berechnung des Bruttobedarfs am Darm werden zusätzlich die Absorbierbarkeit der Aminosäuren, der Anteil der Aminosäuren im Rohprotein sowie die Verwertung der absorbierten Aminosäuren berücksichtigt.

Die Menge an nutzbarem Rohprotein nXP, das sich aus Mikrobenprotein und unabgebautem Futterprotein zusammensetzt und am Darm zur Verfügung steht, wird aus den nXP-Gehalten der einzelnen Futtermittel ermittelt. Diese können den DLG-Futterwerttabellen entnommen oder anhand von Regressionen aus dem Gehalt der Futtermittel an verdaulicher organischer Substanz oder umsetzbarer Energie (ME) und an im Pansen unabbaubarem Futterprotein errechnet werden.

Im Gegensatz zu anderen Proteinbewertungssystemen wird hier der nXP-Wert nicht als Summe aus den einzelnen berechneten Mengen an Mikrobenprotein und an unabgebautem Futterprotein, sondern regressiv als Gesamtproteinmenge am Dünndarm ermittelt.

Der ausgewiesene nXP-Wert der Futtermittel ist zunächst eine kalkulatorische Größe und gilt unter der Voraussetzung einer ausreichenden Stickstoffversorgung der Pansenmikroben. Deshalb wird für jedes Futtermittel neben einem nXP-Wert

auch sein Beitrag zur ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) in den DLG-Futterwerttabellen angegeben.

Der RNB-Wert errechnet sich als Differenz zwischen dem Gehalt an Rohprotein im Futter und an nutzbarem Rohprotein im Dünndarm.

$$\text{RNB} = \text{XP} - \text{nXP} : 6,25$$

Wird mehr Stickstoff aus dem Futtermittel freigesetzt als aufgrund seines Gehaltes an verdaulicher organischer Substanz für die mikrobielle Proteinsynthese verwertet werden kann, so ist der RNB-Wert positiv. Ist weniger Stickstoff im Pansen verfügbar, als für die mögliche Proteinsynthese erforderlich wäre, so ist der RNB-Wert negativ.

Ziel ist es, durch eine entsprechende Kombination der Futtermittel, neben der Deckung des nXP-Bedarfs der Tiere eine möglichst ausgeglichene ruminale N-Bilanz in der Ration zu erhalten. Eine eventuell negative N-Bilanz sollte den Wert von insgesamt -0,3g N/MJ ME nicht unterschreiten (DLG 1998a, RIEMEIER et al. 2003).

Ähnlich wie bei dem Energiebedarf lässt sich der Bedarf an nXP aber auch einfacher und für die Praxis schneller berechnen. Auch hier wird zunächst ein Erhaltungsbedarf anhand der Lebendmasse berechnet, der dann zu einem Leistungsbedarf -aus Milchleistung und ihrem Gehalt an Milcheiweiß- addiert wird.

Hierzu erforderlich sind die Größen Lebendmasse, Milchmenge sowie der Fett- und Eiweißgehalt der Milch (SPIEKERS et POTTHAST 2004) (Tabelle 13).

**Tabelle 13: Empfehlungen zur Versorgung von Kühen mit nutzbarem Rohprotein (nXP) (GfE 2001).**

	<b>Bedarf für Leistung je kg Milch</b>			<b>Bedarf für Erhaltung (je Tag)</b>			
	<b>Eiweißgehalt</b>			<b>LM</b>	<b>LM</b>	<b>LM</b>	<b>LM</b>
	<b>3,2 %</b>	<b>3,4 %</b>	<b>3,6 %</b>	<b>550 kg</b>	<b>600 kg</b>	<b>650 kg</b>	<b>700 kg</b>
<b>nXP g</b>	<b>81</b>	<b>85</b>	<b>89</b>	<b>410</b>	<b>430</b>	<b>450</b>	<b>470</b>

Der Gehalt an RNB sollte zusätzlich immer beachtet werden und eine Mindestmenge von -0,3 g/MJ ME nicht unterschreiten. MEYER (2004b) zeigt in einem Versuch, dass

bei einer ruminalen N-Bilanz von -0,6 g/MJ ME beträchtliche Einbußen von Milchleistung (-12,5%), Milcheiweiß (-8%) und Milchharnstoff (-6%) zusätzlich zu einer reduzierten Futteraufnahme (Futterreduktion um 11,3%) die Folgen waren.

#### 4.2.1.1.1.2.3. Kohlenhydrate

Der größte Teil der Futterration besteht aus Kohlenhydraten. Im Zellinneren sind die hochverdaulichen Kohlenhydrate (Stärke, Zucker, Pektin), in der Zellwand Zellulose und Hemizellulose enthalten.

Die einzelnen Kohlenhydrate haben stark unterschiedliche Einflüsse auf:

- die Strukturwirksamkeit der Ration (Speichelfluss, Säurebildung, pH-Wert im Pansen),
- das Wachstum der Pansenmikroben und somit auf die gebildete Menge an Mikrobenprotein (Freisetzung von Energie im Vormagen),
- die Bildung von Milchzucker und Milchfett,
- die Höhe der Futteraufnahme,
- die hormonelle Steuerung des Stoffwechsels der Kuh

(DLG 2001; SPIEKERS et POTTHAST 2004).

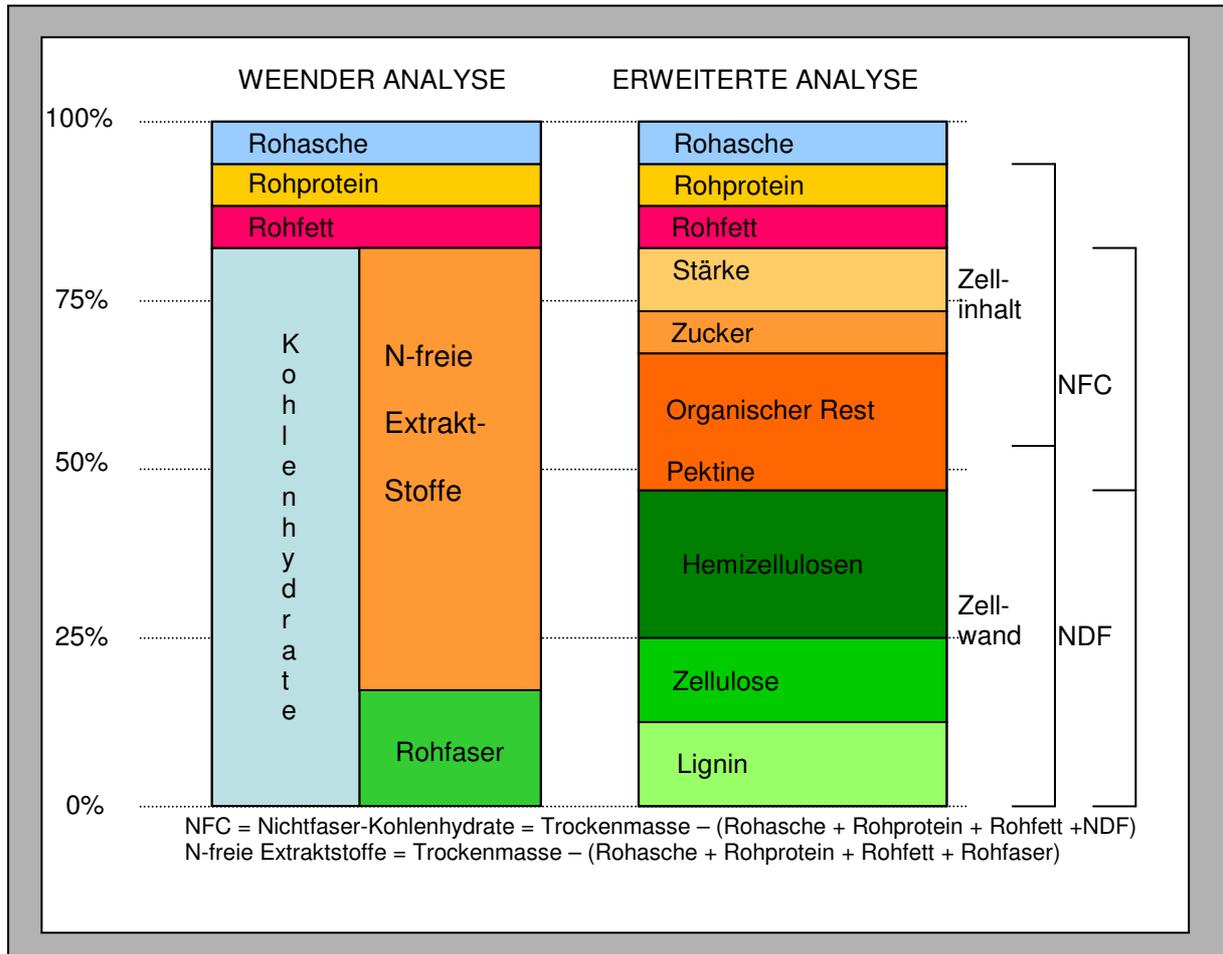
Um die Kohlenhydratversorgung zu gewährleisten, ist eine erweiterte Futtermittelanalyse und Bewertung erforderlich (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

Die Beschreibung der Kohlenhydrate kann in zwei Varianten erfolgen (Tabelle 14).

**Tabelle 14: Mögliche Kenngrößen um Kohlenhydrate zu beschreiben (DLG 2001).**

<b>Variante I (gebräuchlich in Nordwesteuropa, exkl. Großbritannien)</b>	<b>Variante II (gebräuchlich in USA, Kanada und Großbritannien)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rohfaser</li> <li>• Stärke</li> <li>• Zucker</li> <li>• Beständige Stärke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutral-Detergenzien-Faser (NDF)</li> <li>• Säure-Detergenzien-Faser (ADF)</li> <li>• Nichtfaser-Kohlenhydrate (NFC)</li> </ul>

Rohfaser, NDF und ADF spielen vor allem in der Strukturbewertung der Ration eine Rolle. In Abb. 6 wird gezeigt wie sich eine Pflanze chemisch zusammensetzt.



**Abb. 6: Chemische Zusammensetzung einer Pflanze (SPIEKERS et POTTHAST 2004).**

Die Gehalte an Stärke und Zucker lassen sich analytisch fassen. Aus den Tabellen der Futtermittel sind die Beständigkeiten der Stärke zu entnehmen (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

#### 4.2.1.1.1.2.3.1. Variante I: Stärke, Zucker und unbeständige Stärke

Besonders in Nordwesteuropa sind generell die Kohlenhydrate Zucker und Stärke in die Rationsplanung miteinzubeziehen. Die folgenden Kenn-, Mess-, und Zielgrößen werden von der DLG (2001) empfohlen (Tabelle 15):

**Tabelle 15: Kenn-, Mess-, und Zielgrößen für Stärke, beständige Stärke und unbeständige Stärke (DLG 2001).**

<b>Kenngrößen</b>
<b>Gesamtzucker (XZ)</b> <b>Stärke (XS)</b> <b>Beständige Stärke (bXS)</b> <b>Unbeständige Stärke (XS - bXS)</b> <b>Zucker plus unbeständige Stärke (XZ + XS - bXS)</b>
<b>Messgrößen</b>
<b>XZ, XS</b> <b>Grassilage: XZ</b> <b>Maissilage: XS</b>  <b>Beständigkeit der Stärke</b> <b>Festsetzung der Beständigkeit XS in % - XS in % der TM</b> <b>max 30%</b> <b>(in Anlehnung an BRANDT et al. 1986)</b>
<b>Zielgrößen / Ableitung unkritischer Bereiche</b>
<b>Zucker: max. 75 g je kg TM</b> <b>Zucker plus beständige Stärke: max. 250 g je kg TM</b> <b>beständige Stärke: 10 bis 60 g je kg T</b>

Auf die Laktation und die Leistung bezogen werden folgende Zielwerte von der DLG empfohlen (Tabellen 16/17):

**Tabelle 16: Empfehlungen zur Versorgung trockenstehender Milchkühe mit Kohlenhydraten in der Gesamtration (DLG 2001).**

<b>Kohlenhydrate in g/kg TM</b>	<b>Trockenstehend</b>		<b>Vorbereitung ab 15. Tag vor der Geburt</b>	
	min.	max.	min.	max.
<b>Zucker</b>		75		75
<b>XZ +XS - bXS</b>			100	200
<b>bXS</b>			15	
<b>XZ=Gesamtzucker</b> <b>XS=Stärke</b> <b>bXS=Beständige Stärke</b> <b>TM=Trockenmasse</b>				

**Tabelle 17: Empfehlungen zur Versorgung der Milchkühe mit Kohlenhydraten in der Gesamtration in Abhängigkeit von Leistungsniveau und Laktationsstand (DLG 2001).**

<b>Herdenleistung</b>	<b>6000</b>		<b>8000</b>		<b>10000</b>	
<b>Frischmelkende Kuhgruppe</b>						
<b>Milchleistung kg/Kuh und Tag</b>	32		37		42	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
<b>Zucker in g/kg TM</b>		75		75		75
<b>XZ + XS – bXS in g/kg TM</b>	100	250	125	250	150	250
<b>bXS in g/kg TM</b>	10	60	20	60	30	60
<b>Altmelkende Kuhgruppe</b>						
<b>Milchleistung kg/Kuh und Tag</b>	19		22		25	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
<b>Zucker in g/kg TM</b>		75		75		75
<b>XZ +XS –bXS in g/kg TM</b>	75	175	75	200	75	225
<b>bXS in g/kg TM</b>		30		30		30
XZ=Gesamtzucker XS=Stärke bXS=Beständige Stärke TM=Trockenmasse						

#### 4.2.1.1.1.2.3.2. Variante II: Faserbestimmung

VAN SOEST entwickelte eine erweiterte Faser-Analytik, um Futtermittel genauer zu beschreiben (VAN SOEST et WINE 1967; 1968). Hierbei handelt es sich um die Neutral-Detergenzien-Faser (NDF) und die Säure-Detergenzien-Faser (ADF).

Die Detergenzien-Fasern sind in Großbritannien und Nordamerika übliche Kenngrößen in der Rationsplanung (DLG 2001).

- Neutral-Detergenzien-Faser (NDF)

Die NDF-Methode (VDLUFA-Methode 6.5.1.) dient zur Bestimmung des Gehaltes an Bestandteilen in Futtermitteln, die in einer neutralen Detergenzien-Lösung unter

definierten Bedingungen nicht löslich sind (METHODENBUCH 1988). Bei dieser Methode werden Kieselsäure und Silikate miterfasst. Durch eine anschließende Veraschung können diese Bestandteile ermittelt und abgezogen werden. Dieser Gehalt wird als  $NDF_{org}$  bezeichnet. Er ist von Bedeutung, da so der unterschiedliche Sandgehalt, der gerade bei Grassilagen auftritt, mit berücksichtigt wird. Silikate und Kieselsäure (Verschmutzungen) würden den Wert für NDF anheben (DLG 2001).

- Säure–Detergenzien–Faser (ADF)

Bei der ADF–Methode (VDLUFA–Methode 6.5.2.) wird mit sauren Detergenzien–Lösungen gearbeitet und der nicht gelöste Anteil bestimmt (METHODENBUCH 1993). Um auch hier die Verschmutzungen zu erfassen, wird der  $ADF_{org}$  ebenfalls durch eine anschließende Veraschung bestimmt (DLG 2001).

Die Differenz zwischen NDF- und ADF–Gehalt ergibt den Gehalt an Hemizellulosen.

- Nichtfaser–Kohlenhydrate (NFC)

Als NFC werden die Nichtfaser–Kohlenhydrate bezeichnet (non-fibre carbohydrates) (DLG 2001). Wird von der organischen Substanz die NDF, das Rohprotein und das Rohfett abgezogen, so verbleiben die Nichtfaser–Kohlenhydrate (NFC). Diese umfassen vor allem Stärke, Zucker und Pektine (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

- Anwendung NDF/ADF/NFC

Zur Beurteilung der Futterstruktur werden vor allem in Amerika ergänzende Größen wie NDF aus Grobfutter ( $NDF_G$ ) oder effektive NDF bzw. physikalisch effektive NDF ( $peNDF$ ) herangezogen (DLG 2001).

Die physikalisch effektive NDF ( $peNDF$ ) berücksichtigt zusätzlich die physikalische Form der Futterpartikel und die Abbaugeschwindigkeit der Kohlenhydrate. Allerdings liegen in Deutschland keine entsprechenden Werte für die verwendeten Grobfutter vor.

Ein Vergleich mit dem System von De BRABANDER et al. (1999) erbrachte keine Vorteile der  $peNDF$  gegenüber dem Strukturwert (SW) (siehe Kapitel 4.2.1.1.1.3.1.

Strukturbewertung). Ein Ersatz für  $peNDF$ -Werte stellt die kombinierte Anwendung von NDF, ADF und SW dar (DLG 2001).

Für die Versorgung der Kühe mit ADF, NDF und NFC liegen sehr unterschiedliche Empfehlungen vor. Einfluss haben Futterbasis, Leistungshöhe und Fütterungstechnik. Eine aktuelle Empfehlung vom National Research Council (NRC) wird in dem DLG-Informationsblatt (2001) vorgestellt. Sie gilt für eine „Totale-Misch-Ration“ (TMR) mit ausreichender Partikellänge und einem hohen Anteil an Maisstärke. Wichtig ist laut NRC der Anteil an NDF aus Grobfutter ( $NDF_G$ ). Allerdings kann nach Meinung der NRC der Anteil an NDF aus Saft- und Krafftutter  $NDF_G$  ersetzen. Fällt der  $NDF_G$  um 1%, steigt die Anforderung in der NDF um 2%.

Von untergeordneter Bedeutung für die Sicherstellung der Strukturversorgung ist die Versorgung mit ADF.

Für die leichtlöslichen Kohlenhydrate, die in NFC zusammengefasst sind, werden Höchstmengen angegeben um Pansenazidose und verminderte Milchfettgehalte zu vermeiden. Deren Menge wird ebenfalls nach  $NDF_G$  gestaffelt. Je höher die  $NDF_G$  ist, desto höher kann der NFC-Gehalt sein (DLG 2001) (Tabelle 18).

**Tabelle 18: Von der National Research Council (NRC) empfohlene Mindestversorgung an strukturierten Kohlenhydraten (NDF,ADF) sowie obere Grenzwerte für die Versorgung mit Nichtfaser-Kohlenhydraten (NFC) in Totaler-Misch-Ration (TMR) in Abhängigkeit von der Konzentration an NDF aus Grobfutter ( $NDF_G$ ) in der Gesamtration bei ausreichender Partikellänge und hohen Anteilen an Maisstärke; Angaben in % der Trockenmasse (DLG 2001).**

$NDF_G$	<b>NDF min.</b>	<b>ADF min.</b>	<b>NFC max.</b>
<b>19</b>	<b>25</b>	<b>17</b>	<b>44</b>
<b>18</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>42</b>
<b>17</b>	<b>29</b>	<b>19</b>	<b>40</b>
<b>16</b>	<b>31</b>	<b>20</b>	<b>38</b>
<b>15</b>	<b>33</b>	<b>21</b>	<b>36</b>

Um diese Größen für eine Rationsberechnung einzusetzen wird die Trockenstehzeit in zwei und die Laktation in drei Phasen unterschieden.

Zielgrößen werden von der DLG (2001) vorgestellt. Voraussetzung ist in diesem Fall aber eine TMR (Tabelle 19).

**Tabelle 19: Zielgrößen für die Rationsplanung mit der Vorrassetzung Totale-Misch-Ration (TMR), für eine Jahresmilchleistung von 9000 kg Milch (DLG 2001).**

Energie corrected milk (ECM)/Tag, kg	Trocken- stehzeit		Vorbereitungs- zeit 15 Tage ante partum		Laktationsphase					
					früh 45-40 kg/Milch		mittel 35-30 kg/Milch		spät 25-20 kg/Milch	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
TM g/kg	300		350		450		400	550	400	600
ADF g/kg	300		220		180		200		230	
NDF g/kg	350		250		280	320		380		440
NDF <sub>G</sub> g/kg	350		250		180		240		300	
NFC g/kg		250	300	350	350	420		380		340

**NDF=Neutral-Detergenzien-Faser**  
**ADF=Säure-Detergenzien-Faser**  
**NFC=Nichtfaser-Kohlenhydrate**  
**TM=Trockenmasse**  
**NDF<sub>G</sub>=NDF aus Grobfutter**

#### 4.2.1.1.1.2.4. Mineralstoffe/Kalzium

Der Kalziumbedarf ist vor allem im Hinblick auf die Gebärparesse zu beachten. So kommt ihrer Fütterungsprophylaxe eine besondere Bedeutung zu. Gerade in der Trockenstehzeit sind spezielle Prophylaxemaßnahmen zu beachten:

- a) *Kalziumrestriktive Fütterung ante partum* (JONSSON 1978, STAUFENBIEL 1999)
- b) *Saure Futterrationen ante partum: Manipulation der DCAB (Dietary cation anion balance) während der späten Trächtigkeit*

Zu a) Kalziumrestriktive Fütterung ante partum

Durch ein Kalziumangebot unterhalb der Bedarfswerte soll in der Vorbereitungsfütterung die Resorption von Kalzium aus dem Darm und die Mobilisation aus dem Knochen bereits vor dem Abkalbetermin aktiviert werden (ROSSOW 2002b). Der Kalziumbedarf einer hochtragenden Kuh beträgt ungefähr 34 g/d.

Über die genaue Größenordnung der Kalziumreduktion variieren die Autoren in ihren Angaben.

Diese reichen von < 20g/d bis zu  $\leq$  50g/d (Tabelle 20).

**Tabelle 20: Kalziumfütterung ante partum in g/d.**

<b>Angaben Kalzium</b>	<b>Autoren</b>
< 20g/d	HORST et al. (1997) ROSSOW et al. (1990a) THILSING-HANSEN et al. (2002) STAUFENBIEL (2002)
30g/d	COE (1993)
max. 40g/d	KAMPHUES (1996) TRAN (1997)
$\leq$ 50g/d	LOTTHAMMER (1979) HORST (1986) WILKE (1996)

Diese Mengen sind jedoch niedriger, als es unter den meisten Fütterungsbedingungen erreichbar ist, da die Kalziumgehalte der Grundfuttermittel relativ hoch liegen (STAUFENBIEL 2002; THILSING-HANSEN et al. 2002).

In Verbindung mit einer DCAB soll der Kalziumgehalt im Futter bei 120 bis 180 g/d liegen (FÜRLI et al. 1996).

Zu b) Dietary cation anion balance (DCAB)

Weitere Bezeichnungen für DCAB lauten: DCAD (Dietary cation anion difference), dietary electrolyte balance (DEB), cation anion balance (CAB), fixed ion difference (FID) oder auch strong ion balance (SIB) (BYERS 1993).

Das DCAB (Dietary cation anion balance)–Konzept basiert auf der gezielten Manipulation der Kationen–Anionen–Bilanz im Futter. Der Relation von Kationen und Anionen bzw. dem Säuregrad des Futters kommt die entscheidende Bedeutung in der Regulation des peripartalen Kalziumstoffwechsels zu (BLUM et FISCHER 1974;

KAMPHUES 1993). So ist weniger der absolute Kalzium-Gehalt als vielmehr die Alkalität der Ration Grund für ein Gebärpareserisiko.

Dabei hat das Kalium eine zentrale kausale Bedeutung (STAUFENBIEL 2000).

Die Kationen–Anionen–Differenz berechnet sich als äquivalente Differenz zwischen den Kationen und Anionen unter Einbeziehung des Atomgewichtes und der Wertigkeit. Die für die Berechnung der DCAB relevanten Anionen starker Säuren sowie die Kationen starker Basen lassen sich auf Salz- und Schwefelsäure ( $\text{Cl}^-$  und  $\text{SO}_4^{2-}$ -Ionen) sowie Kalium- und Natriumhydroxid ( $\text{K}^+$  - und  $\text{Na}^+$  -Ionen) begrenzen (STAUFENBIEL 2002).

In den meisten Veröffentlichungen wird die DCAB in der Einheit Milliäquivalent pro Kilogramm (mEq/kg) angegeben, aber einige Autoren rechnen auch in mEq/100g (OETZEL 2002).

So lautet die Formel für die DCAB in Milliäquivalent (mEq/100g TM):

$$\text{DCAB} = \left( \frac{\% \text{Na in 100g TM}}{0,023} + \frac{\% \text{K in 100g TM}}{0,039} \right) - \left( \frac{\% \text{Cl in 100g TM}}{0,0355} + \frac{\% \text{S in 100g TM}}{0,016} \right)$$

Die Zufütterung verschiedener saurer Salze ermöglicht die gewünschten Werte in der Ration.

Es gibt zahlreiche Untersuchungen, die eine Reduktion der Gebärpareseinzidenz bei einer  $\text{DCAB} < 0$  mEq/kg nachweisen. Zusammenfassend ergibt sich eine 4,3 – fache Reduktion der klinischen Milchfieberfälle. (Tabelle 21.)

**Tabelle 21: Untersuchungen zum Einfluss der DCAB auf die Inzidenz der Gebärparese.**

Autor	Tierzahl	DCAB (mEq/kg TM)	Kalzium (%)	Gebärparese- inzidenz (%)
<b>BLOCK (1984)</b>	19	+330,5	0,63	47
	19	-128,5	0,69	0
<b>GAYNOR et al. (1989)</b>	6	+1258		17
	6	+590	1,0	33
	5	+220		0
<b>BEEDE et al. (1992)</b>	250	+50	0,9	12
	260	-250	1,8	5
<b>GOFF et al. (1991)</b>	23	+978		26
	24	-228	1,1	4
<b>TUCKER et al. (1992)</b>	35 Kühe	+93		8
	25 Färsen	+93		0
	35 Kühe	-34	1,6	7
	25 Färsen	-34		0
<b>FÜRLI et al. (1996a)</b>		+170	0,4	13
	3000	+180	0,5	15
		-100 bis -150	0,4	4
			0,4	4
<b>GOFF et HORST (1997b)</b>	10	+408		80
	11	+222	0,5	36
	10	-98		0
	13	+461		23
	9	+202	1,5	67
	10	-54		20
<b>BEENING (1998)</b>	7	+112		29
	7	-36	1,1	0
<b>MOORE et al. (2000)</b>	7	+150	0,4	0
	8	0	1,0	38
	4	-150	1,5	0

mEq/kg TM = [ ( Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup> ) - Cl ]  
 DCAB=Dietary cation anion balance  
 mEq/kg=Milliäquivalent pro Kilogramm  
 TM=Trockenmasse

Um das DCAB-Konzept umzusetzen ist ein gutes Fütterungsmanagement mit Kontrolle der Futteraufnahme Voraussetzung (BYERS 1993; OETZEL 2002). Ein Problem in der Umsetzung stellt die Schmackhaftigkeit des Futters durch die Zusetzung saurer Salze dar, die zu einer ungenügenden Futteraufnahme führt. HORST et al. (1997) halten Werte über 250 mEq/kg TM für die obere Grenze um diese mit sauren Salzen auszugleichen. In diesen Fällen sollten andere Fütterungsmaßnahmen wie die restriktive Kalziumfütterung oder eine Verabreichung von Kalziumgel um den Kalbezeitpunkt erfolgen.

STAUFENBIEL (2000) gibt DCAB-Werte für Wiederkäuerrationen mit +200 mEq/kg TM an. Eine Berechnung von Trockensteherrationen ergab Durchschnittswerte von  $+133 \pm 25$  mEq/kg TM (TRAN 1997). Einig sind sich die Autoren, dass gerade die Werte in der Trockensteherration von Bedeutung sind. Die Empfehlungen gehen auseinander (Tabelle 22).

**Tabelle 22: Empfehlungen für die DCAB in der Trockenstehphase.**

<b>Autoren</b>	<b>DCAB (mEq/kg TM)</b>
<b>BEEDE et al. (1992)</b> <b>FÜRLI et al. (1996)</b> <b>TRAN (1997)</b> <b>STAUFENBIEL (2000)</b>	<b>- 100 bis-150</b>
<b>BYERS (1993)</b> <b>SALEWSKI (1997)</b> <b>OETZEL (2002)</b> <b>BENDER (2003)</b>	<b>-150</b> <b>0 bis-150</b> <b>- 50 bis-150</b> <b>0-50</b>
DCAB=Dietary cation anion balance mEq/kg=Milliäquivalent pro Kilogramm TM=Trockenmasse	

EUSTERMANN (2003) kommt in ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis dass eine Absenkung der DCAB-Werte in der Ration während der Vorbereitungsphase auf Werte um 94 mEq/kg TM noch ausreichen, um eine leichte metabolische Azidose mit positivem Effekt auf den Kalziumstoffwechsel zu erhalten. Die Überwachung der Fütterung saurer Salze gelingt sehr gut mit Messungen der Harnkalziumbestimmung. So führen niedrige DCAB-Werte in der Ration während der Vorbereitungsphase zu einem signifikanten ( $P=0,01$ ) Anstieg der Kalziumkonzentration ( $r=0,303$ ) und einem Abfall der Kaliumwerte im Harn ( $r=0,299$ ) (EUSTERMANN 2003).

Eine Indikation für den Einsatz saurer Salze in der Ration sieht OETZEL (1993), wenn in einer Herde mehr als 10% der Tiere an Milchfieber erkrankten, und keine kalziumarme Fütterung ante partum möglich ist.

#### 4.2.1.1.1.3. Physikalische Eigenschaften

Einen gravierenden Fütterungsfehler stellt die ungenügende Strukturwirksamkeit in der Ration von Milchkühen dar (HOFFMANN 2003; STEINWIDDER et ZEILER 2003).

Ursachen für einen Strukturmangel liegen in einer ungenügenden Futteraufnahme, einem Mangel an Grobfutter und einem überhöhten Einsatz an stärke- und zuckerhaltigen Futtermitteln (STEINWIDDER et ZEILER 2003). So kommt es neben einem Strukturmangel zu einer Überschreitung des Grenzwertes von 300 g Stärke + Zucker je kg TM in der Ration der Milchkühe (Optimum 240-280g; siehe Tabelle 14). Dies kann zu subklinischen und klinischen Formen der Pansenazidose führen (HOFFMANN 2003).

Die Strukturwirksamkeit einer Ration ergibt sich aus der Futtermittelstruktur ihrer Einzelkomponenten. Die Futtermittelstruktur ist die Summe von Eigenschaften eines Futtermittels, die durch die physikalische Form und den Gehalt an Strukturstoffen des betreffenden Futtermittels bestimmt wird (HOFFMANN 2005).

Strukturstoffe sind Nährstoffe mit physikalisch-chemischer Wirkung im Verdauungstrakt.

Für praktische Belange werden am häufigsten die Gerüstsubstanzen (Zellulose, Hemizellulose, Lignin) entweder in Form der Rohfaser oder der sauren (ADF) und neutralen Detergenzienfaser (NDF) für die Beurteilung der Futtermittelstruktur bestimmt (HOFFMANN 2003).

Für die physikalische Form ist die Partikelgröße die wichtigste Kennzahl (siehe Kapitel 4.2.1.1.1.3.2. Partikelgröße).

Weitere Faktoren der physikalischen Form, wie Härte oder geometrische Formen werden bei pelletierten Futtermitteln berücksichtigt, haben aber keinen Eingang in allgemeine Bewertungssysteme gefunden; das gilt auch für die Schüttdichte ( $\text{kg/m}^3$ ) als Ausdruck der Voluminosität des Futtermittels (HOFFMANN 2003).

#### 4.2.1.1.1.3.1. Strukturbewertung

In Deutschland sind für die Strukturbewertung zwei Systeme gebräuchlich. Zum einen der Strukturwert nach De BRABANDER et al. (1999) und zum anderen die strukturierte Rohfaser nach HOFFMANN et PIATKOWSKI (1990). Beide Systeme berücksichtigen die Einflüsse auf die Kotkonsistenz nicht (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

- Strukturwert (SW)

De BRABANDER et al. (1999) empfehlen für die Berechnung einer wiederkäuergerechten Ration den so genannten „Strukturwert“.

Ansatzpunkte für die Messung des Strukturwertes stellen

1. Schichtung des Panseninhaltes,
2. Kau- und Wiederkauzeiten,
3. Speichelsekretion,
4. ruminaler pH-Wert,
5. Milchfettgehalte,
6. Passagerate,
7. Futteraufnahme,

dar.

De BRABANDER et al. (1999) haben in einer Versuchsreihe zur Erfassung des Struktureffektes den kritischen Grobfutteranteil bestimmt. Als Ausgangspunkt wurde ein Kraftfutteranteil von 40% der TM herangenommen, der schrittweise um 5% erhöht wurde bis der Kraftfutteranteil ermittelt wurde, bei dem ein Strukturmangel vorlag. Außerdem wurden Kauzeitmessungen durchgeführt. Als Kennzeichen für einen Strukturmangel wurde der Rückgang des Milchfettgehaltes (um 0,6%), der Futteraufnahme und der Milchleistung herangezogen.

Der Strukturwert (SW) ist eine dimensionslose Zahl. Ein SW von 1 je kg TM ist zur Versorgung einer Kuh mit 25 kg Milchleistung erforderlich. Der SW schwankt bei

Grobfutter zwischen 4,3 (Stroh) und 1,6 (energiereiche Maissilage). Bei Kraftfuttermitteln wird der SW mit einer Formel, die Rohfaser, Zucker, beständige und unbeständige Stärke enthält, berechnet (Tabelle 23).

**Tabelle 23: Formeln zur Berechnung des Strukturwertes (SW)(De BRABANDER et al. 1999; DLG 2001).**

<b>Grassilage</b>	<b>SW = (0,0125 x Rohfaser (g/kg TM) – 0,2</b>
<b>Maissilage</b>	<b>SW = (0,0090 x Rohfaser (g/kg TM) – 0,1</b>
<b>Kraftfutter</b>	<b>SW = 0,321 + (0,00098 x XF) + (0,00025 x bXS) – (0,00112 x (XZ + a x (XS – bXS)))</b>
XF=Rohfaser (g/kgTM) XS=Stärke (g/kg TM) bXS=beständige Stärke (g/kg TM) XZ=Zucker (g/kg TM) a = 0,9 – (1,3 x XS – Beständigkeit) TM=Trockenmasse	

Das System „Strukturwert“ gibt zusätzlich Hinweise zur Kraftfuttermitteln. Nach bisher vorliegenden Ergebnissen sollte der Strukturwert von 1,00 in der Rationsplanung nicht unterschritten werden. Es sollte aber noch eine Korrektur je nach Milchleistung, Milchfettgehalt und Kraftfuttermitteln erfolgen (De BRABANDER et al. 1999, DLG 2001)(Tabelle 24).

**Tabelle 24: Strukturwertzielgrößen (De BRABANDER et al. 1999; DLG 2001)**

<b>SW* ≥ 1,00 je kg Trockenmasse</b>	
*Korrekturen des SW in Bezug auf die Milchleistung	
über 25 kg Milch /Tag:	SW + 0,01/kg Milch
unter 25 kg Milch/Tag	SW – 0,01/kg Milch
unter 44 g Milchfett / kg	SW + 0,005/g Milchfett
über 44 g Milchfett / kg	SW – 0,005/g Milchfett
bei mehr als 5 Kraftfuttermitteln / Tag	SW – 0,10

In den DLG–Informationen (2001) werden erforderliche Mindest–Strukturwerte je kg Trockenmasse der Gesamtration aufgezeigt (Tabelle 25).

**Tabelle 25: Erforderlicher Mindest-Strukturwert (SW) je kg Trockenmasse der Gesamtration (DLG 2001).**

<b>Milchmenge kg/Tag</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>45</b>
<b>Fettgehalt in %</b>	<b>Mindest – Strukturwert (SW) je kg Trockenmasse</b>			
3,6	0,94	1,04	1,14	1,24
4,0	0,92	1,02	1,12	1,22
4,4	0,90	1,00	1,10	1,20
4,8	0,88	0,98	1,08	1,18

Die DLG gibt zusätzlich Empfehlungen für den SW bei trockenstehenden Kühen und Milchkühen (Tabellen 26/27).

**Tabelle 26: Empfehlungen zur Versorgung trockenstehender Milchkühe mit Struktur in der Gesamtration (DLG 2001).**

<b>Phase</b>	<b>Trocken</b>	<b>Vorbereitung ab 15. Tag vor der Geburt</b>
	mindestens	mindestens
<b>Strukturwert , SW* /kg</b>	2,00	1,40

\* Zielgröße zur genügenden Sättigung

**Tabelle 27: Empfehlungen zur Versorgung der Milchkühe mit Struktur in der Gesamtration in Abhängigkeit von Leistungsniveau und Laktationsstand (DLG 2001).**

<b>Herdenleistung</b>	<b>6000</b>	<b>8000</b>	<b>10000</b>
<b>Frischmelkende Kuhgruppe</b>			
<b>Milchleistung kg/Kuh und Tag</b>	<b>32</b>	<b>37</b>	<b>42</b>
	mindestens	mindestens	mindestens
<b>Strukturwert, SW /kg</b>	1,05	1,10	1,15
<b>Altmelkende Kuhgruppe</b>			
<b>Milchleistung kg/Kuh und Tag</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>25</b>
	mindestens	mindestens	mindestens
<b>Strukturwert, SW /kg</b>	1,00	1,00	1,00

Bei trockenstehenden Kühen liegen die Werte deutlich höher als bei laktierenden Kühen. Auch ist zu beachten, dass frischmelkende Tiere mit einem höheren SW-Wert versorgt werden sollen. Hier kommt der Einzeltiermilchleistung, wie auch der Herdenmilchleistung eine stärkere Bedeutung zu als bei den Altmelkenden.

- Strukturwirksame Rohfaser

Die Möglichkeit, die Rohfaser und die Partikellänge als Grundlage für die Ermittlung der Futtermittelstruktur von Einzelkomponenten und zur Bewertung der Strukturwirksamkeit von Rationen zu verwenden, wurde in der Forschungsgruppe Wiederkäuerernährung um Prof. Piatkowski (1974–1990) in Dummerstorf–Rostock mit dem Schwerpunkt Rind und der Wissenschaftsbereich Tierfütterung und Ernährungsschäden um Prof. Hoffmann (1976–1992) in Leipzig an Schafen untersucht. Ihre Arbeiten führten zu der Formulierung der „strukturwirksamen Rohfaser“ (HOFFMANN 2005).

Es wurden verschiedene Kriterien untersucht und Kennzahlen erstellt, anhand derer für unterschiedliche Futtermittel ein Strukturfaktor ermittelt wurde (Tabellen 28/29). Er ist für die Berechnung der strukturierten Rohfaser von Bedeutung.

**Tabelle 28: Untersuchungskriterien für die Entwicklung des Strukturfaktors (HOFFMANN 2005).**

<b>Kriterium</b>	<b>Bezugseinheit / Methode</b>
Kau- und Wiederkauverhalten	Tellertaster + elektronischer Registrierteil
Fressdauer	min/d, je kg TS, je kg Rohfaser
Wiederkauzeit	min/d, je kg TS, je kg Rohfaser
davon reine Wiederkauzeit	%
Kauzeit gesamt	min/d, je kg TS, je kg Rohfaser
Kauschläge	Anzahl/d, Anzahl/Zyklus
davon beim Fressen	
davon beim Wiederkauen	
Futteraufnahme	kg TS/d, g/ metabolische KM (kg)
Pansenphysiologische Kennzahlen	Entnahme mit Pansenfistel
pH – Wert	
Konzentration FFS	Mol % an der Gesamtsäurekonzentration
NH <sub>3</sub>	
Verdaulichkeit der Rohnährstoffe	(nur in Schafversuchen)
Relevante Leistungskennzahlen in einzelnen Versuchen	

**Tabelle 29: Kennzahl zur Beurteilung der Strukturwirksamkeit von Rationen für Milchkühe (HOFFMANN 2005).**

Fressdauer	
je Tag	4,5–6,0 h
je kg Trockenmasse	25–40 min
je kg Rohfaser	135 min
Wiederkauen	
je Tag	6,5–8 h
je kg Trockenmasse	35–55 min
je kg Rohfaser	180 min (unabhängig von der Futteraufnahme)
Kauschläge	
gesamt	> 55 000
davon beim Fressen	22 000
davon beim Wiederkauen	max. 25 000
Pansenkontraktionen	16–24/10 min
pH-Wert im Pansen	6,3–6,8
NH <sub>3</sub>	80–250 mg/l
Gesamtsäure	90–120 mmol /l
Essigsäure	> 60 mol %
Propionsäure	< 30 mol %

Die Strukturwirksame Rohfaser ermittelt sich durch die Multiplikation der analytisch bestimmten Rohfaser mit dem Strukturfaktor des Futtermittels

$$\text{Strukturwirksame Rohfaser} = \text{analytisch bestimmte Rohfaser} \times f \text{ (Strukturfaktor)}$$

Weiter werden so Anforderungen an die Partikelgröße der Ration festgelegt.

So setzen sie die wirksame Partikelgröße auf >8 mm für Rinder fest. Diese soll in einer standardisierten Siebfraktionierung bestimmt werden (siehe Kapitel 4.2.1.1.1.3.2. Partikelgröße; Tabelle 31) (HOFFMANN 2005). In einer Ration soll der Anteil an wirksamer Partikelgröße bei mindestens 45 % liegen (HOFFMANN 2005). Dies muss vor allem bei der Verarbeitung der Futtermittel (Fräsen, Mischen) beachtet werden.

Um die strukturwirksame Rohfaser für die Rationsgestaltung nutzen zu können, werden notwendige Mengen an strukturwirksamer Rohfaser in Rationen für Milchkühe vorgegeben. Ebenso der Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser bei unterschiedlicher Futteraufnahme (Tabellen 30/31).

**Tabelle 30: Notwendige Menge an strukturwirksamer Rohfaser in Rationen für Milchkühe (HOFFMANN 2005).**

<i>Je 100 kg Körpermasse (in g)</i>			
<b>mindestens &gt; 300</b>		<b>optimal 400</b>	<b>maximal &lt; 500</b>
<b>kg je Tier und Tag</b>			
<b>Körpermasse</b>	<b>mindestens</b>	<b>optimal</b>	<b>maximal</b>
600	1,8	2,4	3,0
650	2,0	2,6	3,2
700	2,1	2,8	3,5
750	2,3	3,0	3,8

**Tabelle 31: Anforderungen an den Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser bei unterschiedlicher Futteraufnahme (HOFFMANN 2003, 2005).**

<b>Trockenmasseaufnahme (kg) je Tier und Tag</b>	<b>Strukturwirksame Rohfaser (%) in der Trockenmasse der Ration</b>		<b>Strukturwirksame Rohfaser g/kg Trockenmasse</b>
	650 kg Lebendmasse	750 kg Lebendmasse	650 kg Lebendmasse
10	26	30	260
15	17	20	173
20	13	15	130
25	10	12	104
30	-	-	87

#### 4.2.1.1.1.3.2. Partikelgröße

In vielen Untersuchungen wurde festgestellt, dass es bei abnehmender Partikellänge zu einer Zunahme der Futteraufnahme kam (CASTLE et al. 1979; DESWYSEN et al. 1984; De BOEVER et al 1993; MOONEY et ALLEN 1997).

Ein Rückgang der Partikellänge des Grundfutters kann jedoch auch die Strukturwirksamkeit, das Kau- und Wiederkauverhalten, die Speichelproduktion, das Pansenmilieu, die Nährstoffverdaulichkeit und die Futterpassagerate verändern (SANTINI et al. 1983; WOODFORD et al. 1986; GRANT et al. 1990; SUSMEL et al 1991; BEAUCHEMIN et al. 1994; CLARK et ARMENTANO 1997).

BEAUCHEMIN et al. (1994) sowie CLARK et ARMENTANO (1997) kamen zu dem Ergebnis, dass bei einer Unterschreitung der mittleren Partikellänge von 0,6–1,0 bzw. 0,4–0,8 cm mit Effekten auf die Kauaktivität und Strukturwirksamkeit der Ration gerechnet werden muss. Dies entspricht einer theoretischen Häcksellänge von etwa 5–10 mm (BEAUCHEMIN et al. 1994).

Auch HOFFMANN (2003) zeigt in seinen Untersuchungen, dass ein „*trockener und in Wasser weitgehend beständiger Futterpartikel*“ von mindestens 8 mm als „strukturwirksam“ bezeichnet werden kann. Weiter gibt der Autor Mindestanteile der verschiedenen Partikelgrößen an, die in einer Ration sein müssen, um die Strukturwirksamkeit der Ration zu gewährleisten (Tabelle 32).

**Tabelle 32: Anforderungen an die Partikelgröße in Rationen für Rinder (HOFFMANN 2003; 2005)**

Siebgröße (mm)	Mindestanteil (% lufttrockene Substanz) in der Gesamtration (Mischration) bei Rindern	Orientierungswerte (%)	
		Maissilage	Grassilage
> 19	5–10	10–15	15–25
8–18	35–45	40–50	30–40
< 8	45–55	40–50	40–50
<b>Wirksame Partikelgröße (wasserstabil)</b>	<b>&gt; 8 mm für Rinder</b>		

In mehreren Untersuchungen wurde herausgefunden, dass die effektive Partikellänge stark von der theoretischen Partikellänge abweichen kann (SCHWARZ et KIRCHGESSNER 1982; HONIG et ROHR 1982; SCHWARZ et al. 1997; JOHNSON et al 2002). Dies zeigt die Notwendigkeit, die Ration auf die effektive Partikelgröße zu untersuchen.

Um die Partikellänge zu bestimmen gibt es verschiedene Methoden. Zum einen können die Partikel einzeln per Hand vermessen werden. Dies ist eine anerkannte

Methode, die jedoch in keinem Verhältnis zum personellen und zeitlichen Aufwand steht (ORTH et PETERS 1975). Weiter gibt es technische Methoden wie die Absorptionsmethode, bei der von der Absorptionsfähigkeit auf die spezifische Oberfläche geschlossen wird (GUTH 1995).

Eine weit weniger technisierte Methode ist die Siebfractionierung.

- Siebfraktionierung

Die Partikellänge kann mit Hilfe der Siebfraktionierung unter Zuhilfenahme einer Schüttelbox bestimmt werden (HOFFMANN 2005).

Es gibt eine Reihe unterschiedlicher Methoden und Siebvorrichtungen. Das in Deutschland gebräuchlichste Modell ist der „Penn State Particle Separator“ (PSPS) der Pennsylvania State University (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

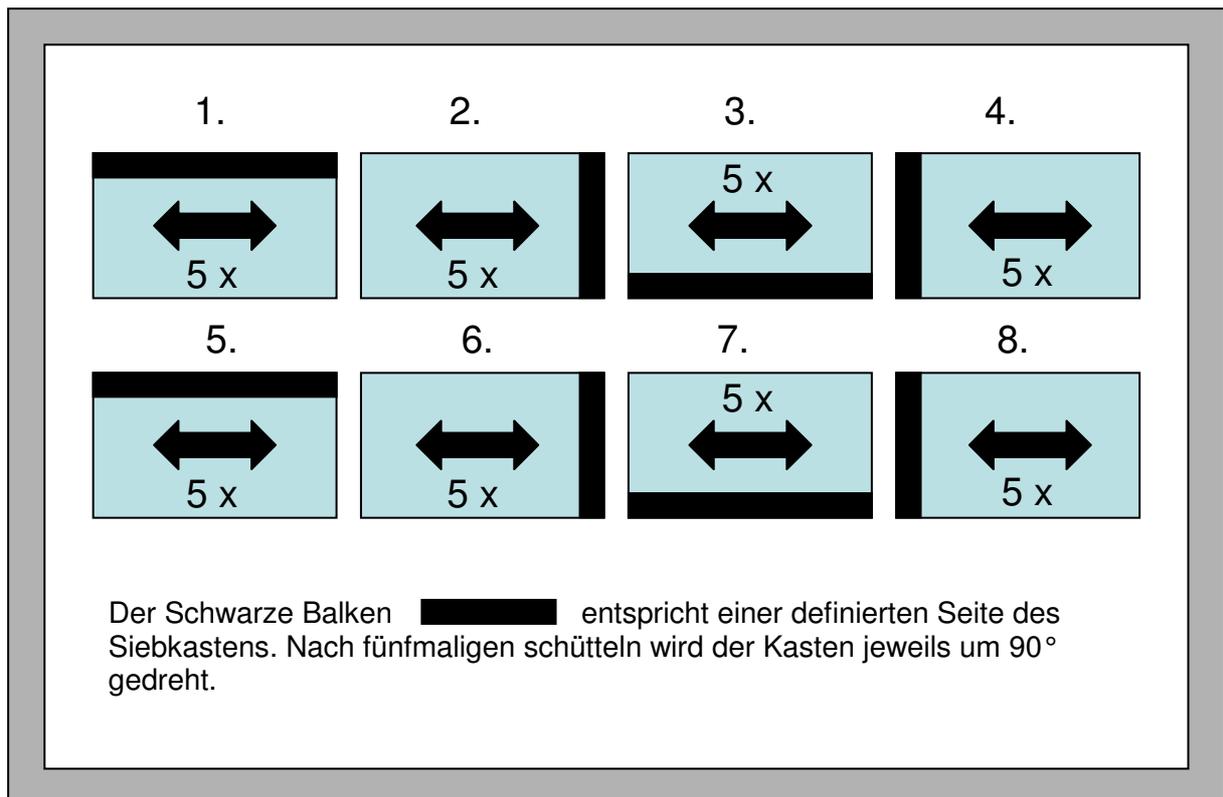
Der „Penn State Particle Separator“ (PSPS) ist ein dreiteiliges Siebkastensystem mit übereinander liegenden Sieben mit unterschiedlich großen Löchern. Durch eine vorgeschriebene Schüttelprozedur wird das Futter in drei Fraktionen geteilt. Hier verbleibt im obersten Sieb das Material mit einer Partikellänge  $> 1,9$  cm, im Mittelsieb das Material zwischen 0,8 und 1,9 cm und im unteren Siebkasten das feine Material (KONONOFF 2002; SPIEKERS et POTTHAST 2004).

SPIEKERS et POTTHAST (2004) geben als Richtlinien für TMR ähnliche Werte wie HOFFMANN (2003; 2005) an:

oberer Siebkasten	min. 6–10%
mittlerer Siebkasten	30–50%
unterer Siebkasten	40–60%

Bei dem PSPS–Model sollen 300g Originalsubstanz auf das obere Sieb gegeben und entsprechend eines Schemas geschüttelt werden (Abb. 7) (DLG 2001).

Die einzelnen Fraktionen werden gewogen und in Prozent umgerechnet (SPIEKERS et POTTHAST 2004).



**Abb. 7: Schüttelsystem für den „Penn State Particle Separator“ der Pennsylvania State University (DLG 2001; KONONOFF 2002).**

KONONOFF et al. (2003) stellten in ihren Untersuchungen fest, dass eine Verringerung der Schüttelfrequenz (von 1,1 auf 0,9 Hz) eine signifikante Steigerung der Partikel >19mm zur Folge hatte. In seinen Ergebnissen kommen sie zu dem Schluss, dass der PSPS eine gute Methode für die Abschätzung der Partikelgröße von Raufutter und TMR darstellt. Allerdings sollte eine Schüttelfrequenz von 1,1 Hz nicht unterschritten werden. Auch sollte die Probe nicht zu sehr an Feuchtigkeit verlieren, da es sonst zu abweichenden Ergebnissen kommen kann.

HOFFMANN (2005) findet eine Standardisierung der Siebfraktionierung sehr wichtig und empfiehlt sich an die Grundsätze des „Arbeitskreises Futter und Fütterung im Freistaat Sachsen“ (2003) zu halten (Tabelle 33).

**Tabelle 33: Grundsätze für die Bestimmung der Partikelgrößenverteilung zur Beurteilung der strukturwirksamen Rohfaser mittels Siebfraktionierung (HOFFMANN 2003).**

### **Grundregeln**

**Die Grundregeln einer repräsentativen Probennahme gelten auch für die Siebfraktionierung.**

**Die Probennahme soll mindestens 1,5 kg Frischmasse betragen.**

**Die zur Siebung kommende Probe soll in lufttrockenem Zustand sein und sollte 250 g nicht unterschreiten.**

**Die Siebung muss mit 2facher Wiederholung durchgeführt werden.**

**Bei der Benutzung von „Schüttelboxen“ sollen die vom Hersteller formulierten Schüttelmuster und –häufigkeiten beachtet werden.**

DERNEDDE et HONIG (1977) untersuchten die Genauigkeit der Siebfraktionierung. Sie stellten in ihren Untersuchungen fest, dass eine Unterscheidung zwischen Teilchenlänge und –breite nicht möglich ist und Partikel so in eine Größenklasse fallen, die ihre Länge deutlich übersteigt. Als weiteren Kritikpunkt führen sie die Möglichkeit des senkrechten Passierens durch die Sieblöcher an.

SCHURIG et al. (1996) siebten dieselbe Probe fünfmal. Die Ergebnisse zeigen hohe Variationen im Überlängenanteil. Die Methode ist laut diesen Ergebnissen fehlerbelastet.

- Bildanalytische Methoden

Eine der modernsten Methoden der Partikellängenbestimmung ist eine computergesteuerte Vermessung der Partikel. Hier wird das Untersuchungsmaterial auf Förderbändern transportiert und durch senkrecht angebrachte Kameras erfasst. Die Bilder werden an einen Bildverarbeitungsprozessor weitergeleitet und in Daten umgewandelt. Aus diesen Daten können Länge, Durchmesser, Fläche und Umfang ermittelt werden (GUTH 1995). In der Größenklasse < 2mm lag die Fehlerquote bei unter 2%, bei 2-5 mm bei 2-8%. Die Untersuchungsdauer zweier Proben beträgt 45,5 Stunden (GUTH et al. 1993).

#### 4.2.1.1.2. Wasserbedarf

In der Rationsplanung muss ebenfalls die ausreichende Bereitstellung von quantitativ hochwertigem Trinkwasser berücksichtigt werden. Trinkwasser ist mengenmäßig das bedeutendste Futtermittel. Es ist Voraussetzung für eine hohe Futteraufnahme, Gesundheit und damit für eine hohe Milchleistung (FLACHOWSKY et al. 2004; MEYER 2004a). National Research Council (NRC) (2001) stellte Modelle zur Vorhersage der Wasseraufnahme und eine Liste für maximale Gehalte an unerwünschten Stoffen vor (Tabelle 34).

**Tabelle 34: Bereitstellung von qualitativ hochwertigem Wasser. Grenzwerte an Schadstoffen in mg je l Wasser (NRC 2001).**

<i>Inhaltsstoffe</i>	<i>Grenzwerte in mg/l Wasser</i>
NO <sub>3</sub>	< 44
Arsen	< 0,05
Cadmium	< 0,005
Cobalt	< 1
Kupfer	< 1
Fluor	< 2
Mangan	< 0,05
Blei	< 0,01
Selen	< 0,05
Zink	< 5,0

FLACHOWSKY et al. (2004) ermittelte bei einer Versuchsauswertung, dass die Umgebungstemperatur, die Höhe der Milchleistung und die Lebendmasse der Tiere die wichtigsten Einflussgrößen auf die Wasseraufnahme sind.

MEYER et al. (2002) beschreiben eine Schätzgleichung die die wesentlichen Faktoren bei der Wasseraufnahme berücksichtigt (Tabelle 35). Von Einfluss auf die Wasseraufnahme waren:

1. Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit,
2. Milchmenge,
3. Ration: Aufnahmemenge und Wassergehalt,
4. Tier: Lebendmasse und Laktationstage.

Die mittlere Wasseraufnahme je Kuh und Tag betrug bei einer Milchleistung von 31 kg Milch/Tag 82 Liter.

Neben der Milchleistung haben verschiedene andere Faktoren, wie z. B. die Umgebungstemperatur, einen großen Einfluss. So erhöht sich je °C die Wasseraufnahme um 1,5 l und je kg Milch um 1,4 l je Tier und Tag (Tabelle 35).

**Tabelle 35: Schätzgleichung für die Wasseraufnahme von Milchkühen, mit Faktoren, die die Wasseraufnahme beeinflussen (MEYER et al. 2002).**

<b>Freie Wasseraufnahme (kg/Tag) =</b>	<b>-39,2</b> <b>+1,54 x mittlere Umgebungstemperatur (° C)</b> <b>+1,54 x Milchleistung (kg/Tag)</b> <b>+0,37 x Futteraufnahme (kg/Tag)</b> <b>+0,15 x TM-Gehalt der Ration (%)</b> <b>+0,065 x Lebendmasse (kg)</b> <b>+0,047 x Laktationstag</b>
--	--

In Tabelle 36 wird die durchschnittliche Wasseraufnahme von Milchkühen in Abhängigkeit von Milchleistung und Außentemperatur angegeben (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

**Tabelle 36: Mittlere Aufnahme an Tränkewasser (in l) bei Stallfütterung in Abhängigkeit von Leistungsstadium und Temperatur (SPIEKERS et POTTHAST 2004).**

<b>Jahreszeit Temperatur °C</b>	<b>Winter 5</b>	<b>Sommer 25</b>
Trockenstehend	40l	70l
15 kg Milch/Tag	58l	89l
25 kg Milch/Tag	70l	101l
35 kg Milch/Tag	82l	113l
45 kg Milch/Tag	95l	126l

Generell sollte Wasser zur freien Verfügung stehen, und die Wasserversorgung sollte durch genügend Tränken mit ausreichendem Tränkedurchfluss sichergestellt werden (siehe Kapitel 4.2.2.3. Wasserbereitstellung) (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

#### 4.2.1.2. Futteraufnahme

##### 4.2.1.2.1. Allgemein

Die Höhe der Futteraufnahme stellt einen entscheidenden Faktor in der Nährstoffversorgung der Tiere dar. So ist für eine bedarfsdeckende und realitätsnahe Rationsberechnung eine möglichst genaue Abschätzung der Futteraufnahme von Bedeutung (GRUBER et al. 2004).

Verschiedene Autoren haben Untersuchungen durchgeführt, in denen die verschiedenen Grundfutteraufnahmemengen gemessen wurden (Tabelle 37). Die Angaben erfolgen bei einer durchschnittlichen Milchleistung von 29kg und liegen bei ca. 20kg TM.

**Tabelle 37: Messergebnisse zur Futteraufnahme bei hoher Milchleistung (SCHWARZ 2000).**

<i>Autoren</i>	<i>Rasse</i>	<i>Mittlere Milchleistung (kg)</i>	<i>Gesamtfutter (kg TM)</i>	<i>Grundfutter (kg TM)</i>	<i>Grundfutterart</i>
<b>Spiekers et al. (1997)</b>	HF (-SB)	29,3	19,5	12,6	GS MS
<b>Fischer et al. (1997)</b>	HF-SMR	29,5	20,3	12,5	GS MS
<b>Daenicke et al. (1998)</b>	HF (-SB)	27,3	20,9	13,1	MS
<b>Schwarz (1999)</b>	Red-HF/FL	31,3	21,9	14,0	MS Heu
<b>Schwarz (1999)</b>	Red-HF/FL	28,8	20,2	13,1	GS MS

GS=Grassilage  
MS=Maissilage  
HF=Holstein Frisian  
FL=Fleckvieh  
SB=Schwarzbunt  
Red-HF=Red Holstein Frisian  
TM=Trockenmasse

#### 4.2.1.2.2. Faktoren der Futteraufnahme

In weiteren Studien wurde genauer untersucht, durch welche Faktoren die Futteraufnahme beeinflusst wird und wie die Gewichtung der Faktoren zu beurteilen ist. INGVARTSEN (1994) stellte eine Übersicht sämtlicher Faktoren zusammen, die seiner Meinung nach einen Einfluss auf die Futteraufnahme haben (Tabelle 38).

**Tabelle 38: Bedeutende Faktoren der Futteraufnahme (INGVARTSEN 1994).**

<b>Tierbedingt</b>	<b>Fütterungsbedingt</b>	<b>Umweltbedingt</b>
Rasse	Rationszusammensetzung	Zugangszeit zum Futter
Geschlecht	(Höhe der Kraftfuttermenge)	Fütterungsfrequenz
Lebendgewicht	Chem. Zusammensetzung	Fütterungssystem
Alter	Verdaulichkeit	Leistungsförderer
Laktationsnummer	Abbaurrate im Pansen	Futterzusätze
Milchleistung	Passagerate	Mineralstoffe
Laktationsstadium	Physikalische Form	Anbinde- o. Gruppenhaltung
Trächtigkeit	Konservierung	Stallfläche
Fütterung a. p.	Trockenmassegehalt Silage	Tier : Fressplatzverhältnis
Körperkondition	Fermentationsqualität	Photoperiodik
Verfettung	Schmackhaftigkeit	Temperatur

INGVARTSEN et al. (1992) fanden in ihrer Untersuchung einen linearen Rückgang der Futteraufnahme von wöchentlich 1,5% (etwa 0,17 kg) zwischen der 26. und der 3. Woche a. p..

BERTRICS et al. (1992) ermittelten einen Rückgang der Futteraufnahme ab der dritten Woche a. p., mit einer besonders stark rückläufigen Trockenmasseaufnahme in den letzten sieben Tagen der Trächtigkeit.

Prozentual gesehen ergab sich ein Rückgang zwischen der durchschnittlichen Futteraufnahme 21.-17. Tag a. p. und der Futteraufnahme zum Kalbezeitpunkt um 30 %.

VAZQUEZ-ANON et al. (1994) registrierten einen Rückgang der Trockenmasseaufnahme um 40 %, jedoch erst in den letzten zwei Tagen vor der Kalbung.

Nach der Abkalbung steigt die Futteraufnahme unterschiedlich schnell wieder an. (siehe Kapitel 4.2.1.3.1. Energieversorgung)

Die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) gibt für verschiedene Energiegehalte im Futter unterschiedliche Trockenmasseaufnahmen an (Tabelle 39).

**Tabelle 39: Trockenmasseaufnahme (TM) (kg/Tag) von Milchkühen in Abhängigkeit von verschiedenen Futterenergiegehalten nach GfE (2001).**

		<b>Milchleistung kg/Tag</b>		
		<b>25</b>	<b>35</b>	<b>45</b>
<b>GfE (2001) (650 kg LM/ Tier)</b>	<b>Energiegehalt Futter (MJ NEL/kg TM)</b>			
	<b>6,4</b>	<b>18,4</b>	<b>23,9</b>	<b>-</b>
	<b>7,2</b>	<b>16,7</b>	<b>21,3</b>	<b>25,9</b>

Die Tiere nehmen bei dem Futter mit dem Energiegehalt von 6,4 MJ NEL 9,23% mehr Futter auf, als bei dem Futter mit dem Energiegehalt von 7,2 MJ NEL. Der Gesamtenergiegehalt ist um 12,5% niedriger. Die Kuh nimmt effektiv 2,5% mehr Energie mit dem energiereicheren Futter auf, obwohl die Gesamtfutteraufnahme geringer ist.

Vom NRC (2001) wird ein Vergleich in der Trockenmasseaufnahme bei Tieren verschiedener Rassen (Holstein und Jersey), mit verschiedenen Lebendmassen und verschiedenen Laktationsstadien durchgeführt.

Eine Milchleistungserhöhung um 10 kg/Tag erhöht die Trockenmasseaufnahme um 15% bei der Holstein Kuh und um 20% bei der Jersey Kuh.

Eine Holstein Kuh frisst 2,9% bzw. 3,47% ihres eigenen Körpergewichtes, die Jersey Kuh 3,97% bzw. 4,78%, was das 1,3 bzw. 1,4 fache bedeutet (Tabelle 40).

**Tabelle 40: Trockenmasseaufnahme TM) (kg/Tag) von Milchkühen in Abhängigkeit von verschiedenen Lebendmassen (NRC 2001).**

	<b>Milchleistung kg/Tag</b>			
	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>45</b>
<b>Lebendmasse (kg/Tier)</b>				
<b>680 (Holstein)</b>	<b>20,3</b>	<b>23,6</b>		<b>26,9</b>
<b>454 (Jersey)</b>	<b>18,0</b>	<b>21,7</b>	<b>23,5</b>	<b>-</b>

Diese Ergebnisse sollen zeigen, dass Milchleistung und Rasse, aber auch LM einen deutlichen Einfluss auf die Futteraufnahme haben.

#### 4.2.1.2.3. Abschätzung der Futteraufnahme

Aus denen, in Kapitel 4.2.1.2.2. Faktoren der Futteraufnahme beschriebenen Grundsätzen ergibt sich, dass für eine Vorhersage der Futteraufnahme sowohl Parameter des Futterwertes der Futtermittel (nutritive Faktoren) als auch Kriterien des Futteraufnahmevermögens und des Nährstoffbedarfs der Tiere heranzuziehen sind (Physiologische Faktoren). Diese Punkte sind in vielen Formeln und Modellen, meist in Form von Regressionsgleichungen, zur Vorhersage der Futteraufnahme angewendet worden (CONRAD et al. 1964; BROWN et al. 1977; VADIVELLO et HOLMES 1979; SCHWARZ et KIRCHGESSNER 1985; DLG 1986; PIATKOWSKI et al. 1990; ROOK et al. 1991; LANG 1995; SCHWARZ et al. 1996; HOLTER et al. 1997; ROSELER et al. 1997; RAP 1999). Für einen Vergleich der Formeln werden die Regressionskoeffizienten verschiedener Gleichungen gegenübergestellt. Drei wesentliche Einflussparameter auf die Futteraufnahme (Lebendmasse, Milchleistung und Futterwert in MJ NEL) werden herangezogen (Tabelle 41).

**Tabelle 41: Lineare Regressionskoeffizienten (Lebendmasse, Milchleistung und Futterwert) verschiedener Formeln zur Schätzung von Grund- und Gesamtfutteraufnahme in verschiedenen Laktationen.**

	Grundfutteraufnahme			Gesamtfutteraufnahme		
	Laktationszahl (LZ)					
	alle	1	>1	alle	1	>1
<b>Lebendmasse (kg LM)</b>						
SCHWARZ et KIRCHGESSNER (1985)		0,014	0,006			
SCHWARZ et al. (1996)	0,009					
DLG (1986)	0,006					
VADIVELOO et HOLMES (1979)				0,015		
BROWN et al. (1977)				0,010		
HOLTER et al. (1997)					0,009	0,009
ROSELER et al. (1997)					0,012	0,005
<b>Milchleistung (kg energie-corrected milk; ECM)</b>						
SCHWARZ et KIRCHGESSNER (1985)						
SCHWARZ et al. (1996)						
DLG (1986)						
VADIVELOO et HOLMES (1979)				0,181		
BROWN et al. (1977)				0,283		
HOLTER et al. (1997)					0,364	0,364
ROSELER et al. (1997)					0,327	0,279
<b>Futterwert (MJ NEL)</b>						
SCHWARZ et KIRCHGESSNER (1985)		2,30	2,15			
SCHWARZ et al. (1996)	0,85					
DLG (1986)	2,97					
VADIVELOO et HOLMES (1979)						
BROWN et al. (1977)				0,93		
HOLTER et al. (1997)					0,55	0,55
ROSELER et al. (1997)						

Die Regressionskoeffizienten für LM bewegen sich zwischen 0,005 (ROSELER et al. 1997) und 0,015 (VADIVELOO et HOLMES 1979). Dies bedeutet, dass die Futteraufnahme pro 100 kg LM um 0,5 bzw. 1,5 kg TM ansteigt. Die LM zeigt bei Erstlaktierenden einen stärkeren Einfluss auf die Futteraufnahme als bei Kühen in späteren Laktationen; bei Grundfutter wird der Unterschied besonders deutlich (0,006 zu 0,014) (SCHWARZ et KIRCHGESSNER 1985).

Die Interpretation der Milchleistungskoeffizienten ist schwierig, da hier auch immer der Kraftfutteranteil mitzubedenken ist. Die Varianz der Koeffizienten kann darauf zurückgeführt werden, dass die Kraftfutteraufnahme von den verschiedenen Autoren in unterschiedlicher Weise berücksichtigt wurde. Im Mittel ergibt sich eine Gesamtfutteraufnahmeerhöhung von 0,25 kg Futter, bei einem Milchleistungsanstieg von 1 kg energie-korrigierter-Milch (ECM).

Der Mittelwert aus den Regressionskoeffizienten in Bezug auf den Futterwert (NEL) beträgt 1,47.

SCHWARZ et GRUBER (1999) empfehlen die Regressionskoeffizienten nur sehr vorsichtig zu interpretieren, da sie unter sehr unterschiedlichen Bedingungen erstellt wurden. Um dennoch einen Vergleich zu ermöglichen, untersuchten sie verschiedene Schätzformeln und verglichen diese mit realen Futteraufnahmedaten. Die Ergebnisse dieser Untersuchung für einige Schätzformeln sind in Tabelle 42 dargestellt.

**Tabelle 42: Mittlere quadrierte (MSPE), absolute (APE) und relative Vorhersagefehler (RPE) von deutschen und amerikanischen Futteraufnahme-Schätzformeln und Anteile Bias (systematische Abweichungen), Regression und Zufallsabweichung am MSPE ( %) (SCHWARZ et GRUBER 1999).**

		MSPE	APE	RPE	Varianz bedingt durch (%)		
					Bias	Regression	Zufall
<b>deutsche Schätzformeln</b>							
<b>SCHWARZ et KIRCHGESSNER (1985)</b>	GF	3,8	2,0	16,0	16,6	0,3	83,1
<b>DLG (1986)</b>	GF	6,3	2,5	20,5	46,2	0,2	53,6
<b>SCHWARZ et al. (1996)</b>	GF	3,7	1,9	15,7	8,2	3,5	88,3
<b>amerikanische Schätzformeln</b>							
<b>BROWN et al. (1977)</b>	GES	2,9	1,7	11,3	18,1	6,3	75,7
<b>VADIVELLOO et HOLMES (1979)</b>	GES	16,4	4,1	26,6	55,1	21,0	23,8
<b>HOLTER et al. (1997)</b>	GES	8,2	2,9	18,8	73,6	0,3	26,1
<b>ROSELER et al. (1997)</b>	GES	8,7	2,9	19,3	50,6	11,5	37,9
GF= Grundfutter GES= Gesamtfutter							

Der relative Voraussagefehler liegt zwischen 11% (BROWN et al 1977) und 27% (VADIVELLOO et HOLMES 1979). Relativ genau arbeiten die Formeln von SCHWARZ et KIRCHGESSNER (1985) und SCHWARZ et al. (1996); dabei bestehen kaum systematische Abweichungen, sondern sie sind zu 83% bzw. 88% zufällig bedingt. Die DLG (1986) weist mit 20% RPE einen ziemlich hohen relativen Vorhersagefehler auf, der überdies noch eine systematische Abweichung von 46% aufweist. BROWN et al. (1977) weisen mit 11% die relativ höchste Vorhersagegenauigkeit der Gesamtfutteraufnahme auf, wobei kaum systematische Abweichungen auftreten (Anteil zufallsbedingter Streuung 76%). Die neueren Formeln von HOLTER et al. (1997) und ROSELER et al. (1997) erwiesen sich als am wenigsten anwendbar.

Die aktuellste Schätzformel zur Futteraufnahme wurde in einer Kooperation von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz entwickelt und von GRUBER et al. (2004) in einem Artikel vorgestellt. Auf Basis des gesamten Datenmaterials von 70.766 Datensätzen wurden 4 verschiedene Formeln erarbeitet (Tabelle 43). Diese berücksichtigen einmal getrennte Vorlage der Futtermittel oder TMR-Fütterung. Bei getrennter Fütterung ist für die Vorhersage der Futteraufnahme die Kraftfuttermenge (kg TM) heranzuziehen (Formel 1 und 3), bei TMR-Fütterung ist die Kraftfuttermenge nicht bekannt und daher der Kraftfutteranteil (% der IT) zu verwenden (Formel 2 und 4). Da zu erwarten war, dass die Energiebilanz einen Einfluss auf die Futteraufnahme ausübt (WANGSNESS et MULLER 1981, KIRCHGESSNER et SCHWARZ 1984), wurden Schätzgleichungen ohne (Formel 1 und 2) und mit Berücksichtigung der LM-Veränderung (Formel 3 und 4) abgeleitet (GRUBER et al. 2004).

**Tabelle 43: Futteraufnahme–Schätzformeln (Gesamtfutteraufnahme, kg TM pro Tag) (GRUBER et al. 2004)(Teil1).**

<b>Teil 1:</b>						
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>		<b>Formel 1</b>	<b>Formel 2</b>	<b>Formel 3</b>	<b>Formel 4</b>
<b>Futtermaterial</b>			getrennt	gemischt	getrennt	gemischt
<b>Berücksichtigung der LM – Veränderung</b>			nein	nein	ja	ja
<b>Intercept</b>		-	-1,747	-2,364	-1,639	-2,264
<b>Effekt der LZ</b>	n	1 2-3 ≥4	-0,680 +0,431 +0,000	-0,541 +0,458 +0,000	-0,635 +0,441 +0,000	-0,456 +0,480 +0,000
<b>Effekt des LT</b>	d	a Laktag Laktag <sup>2</sup>	-4,846 +0,0374 -0,00007314	-5,631 +0,0446 -0,00008832	-4,827 +0,0401 -0,00008368	-5,396 +0,0428 -0,00008512
<b>RK für LM</b>	kg/ Tag	a Laktag Laktag <sup>2</sup>	+0,0150 -0,0000324 +0,000000044	+0,0179 -0,0000395 +0,000000066	+0,0161 -0,0000362 +0,000000051	+0,0197 -0,0000430 +0,000000070
<b>RK für LM- veränderung</b>	kg/ Tag	a Laktag Laktag <sup>2</sup>	- - -	- - -	+0,320 -0,002109 +0,00000695	+0,517 -0,003947 +0,00001167
<b>RK für Milchleistung (nicht ECM)</b>	kg/ Tag	a Laktag Laktag <sup>2</sup>	+0,07555 +0,000771 -0,000000080	+0,19380 +0,000747 -0,00000104	+0,07859 +0,000729 -0,00000064	+0,19205 +0,000741 -0,00000097
<b>RK für KF-menge (TM)</b>	Kg KF / Tag	a Laktag Laktag <sup>2</sup> Laktag <sup>3</sup>	+0,6278 +0,0002068 -0,00001480 +0,000000039	- - - -	+0,5927 +0,0006422 -0,00001695 +0,000000042	- - - -
<b>RK für KFA (TM)</b>	% der TM	a Laktag Laktag <sup>2</sup> Laktag <sup>3</sup>	- - - -	+0,0365 +0,0005707 -0,00000562 +0,000000012	- - - -	+0,0297 +0,0006419 -0,00000595 +0,000000012
<b>RK NEL – Gehalt GF</b>	MJ/ kg TM	-	+0,8534	+0,5244	+0,8092	+0,4658
<b>RK Anteil Heu (TM)</b>	% GF	-	+0,0073	+0,0063	+0,0072	+0,0060
<b>RK Anteil MS (TM)</b>	% GF	-	+0,0057	+0,0103	+0,0059	+0,0104
<b>RK für XP/NEL – Verhältnis</b>	G/MJ	XP/NEL XP/NEL <sup>2</sup>	+0,2476 -0,0029221	+0,2877 -0,0037965	+0,2266 -0,0024886	+0,2588 -0,0032047
<b>R<sup>2</sup></b>	5	-	8602	83,0	86,3	83,4
<b>RSD</b>	kg TM	-	1,38	1,53	1,37	1,51
<b>CV</b>	%	-	7,7	8,5	7,6	8,4
Bei getrennter Fütterung:			Formel 1 und 3		LM=Lebendmasse	
TMR–Fütterung:			Formel 2 und 4		LZ=Laktationszahl	
ohne Berücksichtigung der Lebendmasse–Veränderung:			Formel 1 und 2		LT=Laktationstag	
mit Berücksichtigung der Lebendmasse–Veränderung:			Formel 3 und 4		RK=Regressionskoeffizient	
TM=Trockenmasse						
GF=Grundfutter						
MS=Maissilage						
KF=Kraffutter						
KFA=Kraffutteranteil						

In der Erstellung dieser Schätzformeln werden die verschiedenen Faktoren berücksichtigt. Als entscheidend werden Laktationszahl und vor allem

Laktationsstadium beurteilt. Von den tierbedingten Parametern werden noch Lebendmasse und Milchleistung als wesentlich bestimmend für die Futteraufnahme genannt.

Als grundlegende nutritive Faktoren sind Grundfutterqualität und besonders Kraffutterniveau von Bedeutung. Über die Gewichtung der Faktoren entscheidet die aktuelle Energiebilanz der Kuh. Ist diese positiv, überwiegen eher physiologische Parameter (Milchleistung), während bei energetischer Unterversorgung die Futteraufnahme vorwiegend von der Pansenfüllung bestimmt wird, also eher nutritive Komponenten (Grundfutterqualität) die Futteraufnahme determinieren. Da sich die Energiebilanz einer Kuh während der Laktation drastisch von negativ zu positiv entwickelt, verändert sich auch die Bedeutung und Gewichtung der die Futteraufnahme bestimmenden Parameter während der Laktation. Dem wurde in dieser Schätzformel Rechnung getragen, indem vom Laktationsstadium abhängige Regressionskoeffizienten geschätzt wurden (Tabelle 43).

Für die Anwendung der Formel findet sich in Tabelle 43 ein Beispiel:

**Tabelle 43: Beispiel für die Anwendung der Schätzformel (GRUBER et al. 2004)(Teil 2).**

**Teil 2:**

Beispieldaten:

3. Laktation; 150. Laktationstag; 650 kg Lebendmasse; - 0,30 kg/Tag  
 Lebendmasseveränderung; 25 kg Milch; 5 kg Krafftutter; Grundfutter: 5,9 MJ NEL  
 pro kg Trockenmasse; Grundfütterzusammensetzung: 20% Heu und 30%  
 Maissilage (Trockenmasse); XP/NEL – Verhältnis der Gesamtration: 23 g XP/MJ  
 NEL

→ Formel 3

<b>Parameter</b>	<b>Regressions- koeffizient</b>	<b>Produkt</b>	<b>Wert</b>
<b>Intercept</b>	-	-	-1,639
<b>Laktationszahl</b>	-	-	+0,441
<b>Laktationstag (L)</b>	-	$-4,827 + 0,0401 \times L - 0,00008368 \times L^2 = -0,695$	-0,695
<b>Lebendmasse</b>	$0,0161 - 0,0000362 \times L + 0,000000051 \times L^2 = 0,0118$	$0,0118 \times 650 = 7,670$	+7,670
<b>LM-Veränderung</b>	$0,320 - 0,002109 \times L + 0,00000695 \times L^2 = 0,160$	$0,160 \times -0,30 = -0,048$	-0,048
<b>Milchleistung</b>	$0,07859 + 0,000729 \times L - 0,00000064 \times L^2 = 0,1735$	$0,1735 \times 25 = 4,338$	+4,338
<b>Krafftutter</b>	$0,5927 + 0,0006422 \times L - 0,00001695 \times L^2 + 0,000000042 \times L^3 = 0,4494$	$0,4494 \times 5 = 2,247$	+2,247
<b>NEL Grundfutter</b>	0,8092	$0,8092 \times 5,9 = 4,774$	+4,774
<b>Anteil Heu</b>	0,0072	$0,0072 \times 20 = 0,144$	+0,144
<b>Anteil Maissilage</b>	0,0059	$0,0059 \times 30 = 0,177$	+0,177
<b>XP/NEL- Verhältnis</b>		$0,2266 \times 23 - 0,0024886 \times 23^2 = 3,895$	+3,895
<b>Gesamtfutter- aufnahme (kg Trockenmasse)</b>			<b>21,304</b>

### 4.2.1.3. Nährstoffversorgung der Tiere

#### 4.2.1.3.1. Energieversorgung

##### 4.2.1.3.1.1. Allgemein

Störungen des Energiestoffwechsels stellen für die Milchkuh eine ernst zunehmende Gefahr dar. Ketose und Fettmobilisationssyndrom können die Folge sein. Das Grundproblem des Energiestoffwechsels ist die Energiebilanz (STAUFENBIEL et al. 1990a).

Nach KOLB (1971) wird die Energiebilanz als *„die Relation zwischen Bruttoenergieaufnahme und Energieverlusten über Harn, Faeces, Gärgase und Wärmeabgabe sowie dem Energiegehalt der gebildeten Produkte“* definiert.

Die Energiebilanz stellt vereinfacht die Differenz zwischen Nettoenergieaufnahme über das Futter und Energieausgabe für den Erhaltungsbedarf und die gewünschten Leistungen, in diesem Fall die Milchleistung, dar (STAUFENBIEL et al. 1990a).

Bei der Milchkuh spricht man von einer positiven (Netto-) Energiebilanz, wenn im Körper eine Energieretention erfolgt, und von einer negativen (Netto-) Energiebilanz, wenn der Energiegehalt des Körpers reduziert wird (STAUFENBIEL et al. 1990a).

Im 1. Laktationsdrittel kommt es zu einer negativen Energiebilanz, da Erhaltung und Milchleistung die Energieaufnahme über das Futter übersteigen. Diese hält bis zur Gipfelleistung der Milchproduktion an. Während die Spitzenmilchleistung zwischen der 3. und 7. Woche p. p. erreicht wird (STAUFENBIEL et al. 1989a; STAPLES et al. 1990; NEBEL et Mc GILLIARD 1993), steuert die TM-aufnahme verzögert, etwa 5 bis 11 Wochen p. p. (STAUFENBIEL et al. 1989a), teilweise erst nach bis zu 16 Wochen (COPPOCK et al. 1974), ihrem Höhepunkt zu.

Es entsteht bis zur 12. Woche (ROSSOW et STAUFENBIEL 1983) bzw. bis zur 15. Woche p. p. (GAAL 1982; GALLO et al. 1996) eine anhaltend negative Energiebilanz. Diese muss durch körpereigene Reserven ausgeglichen werden. Mindestens 80% (VILLA-GODOY et al. 1988; DOMECCQ et al. 1997) bis zu 92% (COPPOCK et al. 1974) aller Milchkühe durchlaufen in der Früh-laktation eine solche Phase negativer Energiebilanz.

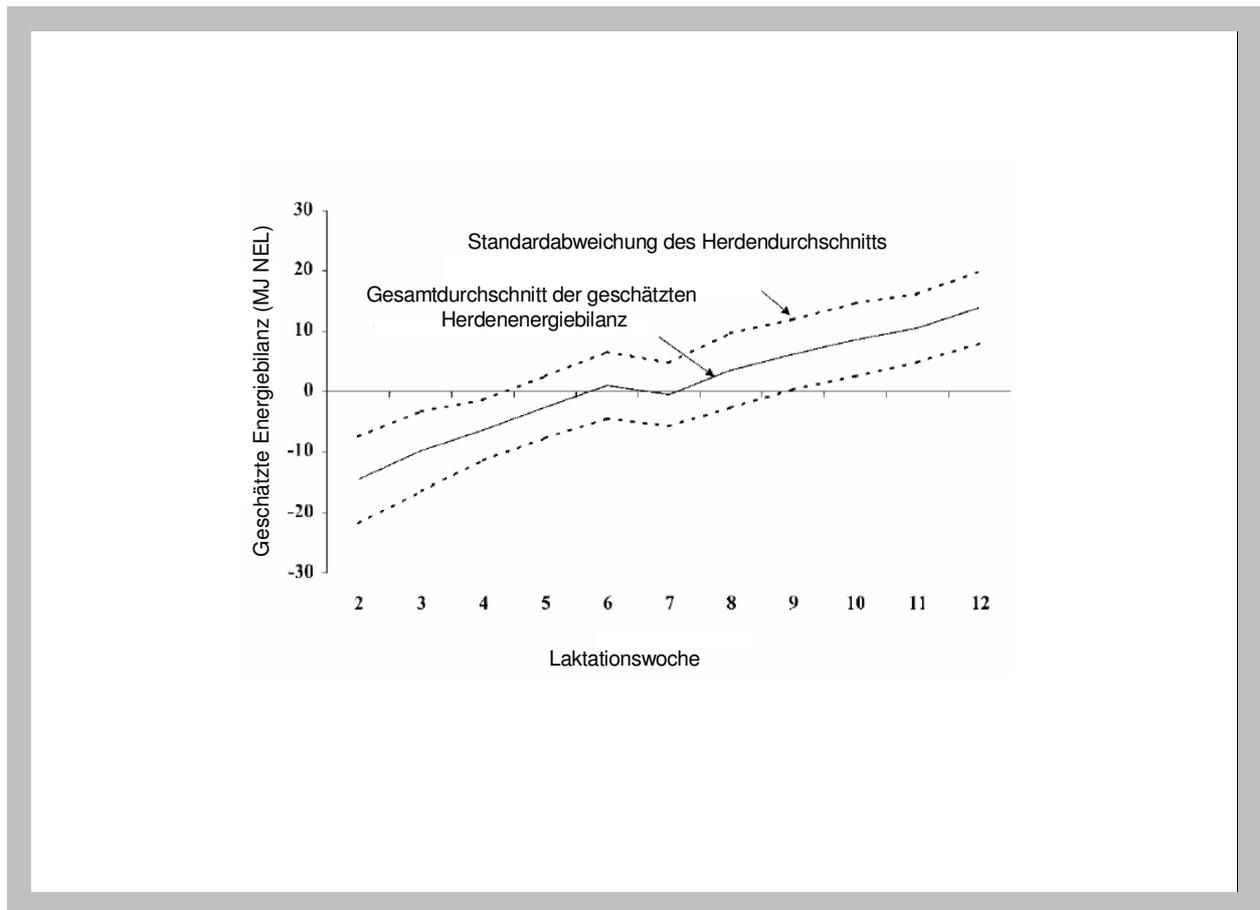
Im 2. Laktationsdrittel erfolgt der Übergang in eine ausgeglichene oder sogar leicht positive Energiebilanz, da die Futteraufnahme annähernd gleich bleibt und die Milchleistung sinkt (BALDWIN et al. 1985; MOE et. TYRELL 1986).

Das letzte Laktationsdrittel ist durch eine positive Energiebilanz mit einem Aufbau von Körperenergie reserven geprägt, da es zu einer noch stärkeren Verringerung der Milchleistung kommt und die Energieeinnahme im Vergleich dazu höher ist.

In der Trockenstehperiode hängt die Energiebilanz von der Energiezufuhr ab.

Es ist wichtig, die Ausprägung der Energiebilanz über den gesamten Laktationszyklus einschätzen zu können. So kann die postpartale, negative Energiebilanz und ihre möglichen gesundheitlichen und ökonomischen Auswirkungen verringert werden (ROSSOW et STAUFENBIEL 1983; WOLF et LEHMANN 1987).

HEUER et al. (2001) erstellt eine Referenzkurve (Abb. 8) für eine abgeschätzte negative Energiebilanz. Im Durchschnitt hatten die untersuchten Tiere zwischen der 6. und 7. Laktationswoche wieder eine positive Energiebilanz. Bei einer beträchtlichen negativen Energiebilanz kann es zu einem starken Körperkonditionsverlust, zu subklinischer Ketose, einer höheren Krankheitsanfälligkeit, zu einem Leistungsabfall und verminderter Fruchtbarkeit kommen (JAGOS et al. 1991; HEUER et al. 1999).



**Abb. 8: Abschätzung der negativen Energiebilanz in einer Herde (HEUER et al. 2001).**

Um Energiestoffwechselstörungen gezielt beeinflussen zu können und prophylaktische Maßnahmen ergreifen zu können ist die Abschätzung der Energiebilanz von Bedeutung. Verschiedene Methoden zur Beurteilung der Energiebilanz bilden eine wichtige Grundlage (STAUFENBIEL et al. 1990a).

#### 4.2.1.3.1.2. Körperkonditionsbeurteilung

Es gibt verschiedene Vorgehensweisen, um die Körperkondition zu beurteilen. So wurden mathematische, adspektorisch-palpatorische und invasive Methoden entwickelt.

Eine mathematische Methode wurde von DEVIR et al. (1995) an 250 Tieren in Israel entwickelt. In die Berechnung gehen die Milchleistung (4% fat-corrected milk), das

Trächtigkeitsstadium, die Tage p. p. und verbleibenden Wochen bis zum Ende der Abkalbesaison, die Laktationsnummer und die Jahreszeit der Kalbung ein. Abweichungen vom errechneten zum tatsächlichen Körpergewicht betragen max. 5 %. Allerdings wurden in dieser Studie die lokalen Auswirkungen auf die Untersuchungen ignoriert. Zusätzlich wurden einige Variablen in der Berechnung herangezogen, die typisch für Israelische Herden waren (wie zum Beispiel Fütterungsmanagement, genetische Charakteristiken und Fruchtbarkheitsmanagement).

MAKARECHIAN et ARTHUR (1990) beschreiben einen Körperkonditionsindex, der sich aus Körpergewicht in kg und Hüfthöhe in cm zusammensetzt. Diese werden zum Zeitpunkt der Besamung und der Abkalbung bestimmt.

Für die Durchführung einer visuellen und palpatorischen, also tierbezogenen Methode wird allgemein der Begriff „Body Condition Scoring“ verwendet. Body Condition Scoring steht für die Durchführung der Körperkonditionsbeurteilung, und „Body Condition Score“ (BCS) für die vergebene Konditionsnote (STAUFENBIEL 1997a).

Die Energieversorgung und die Energiedepots in Form des Körperfetts sind für die Aufrechterhaltung einer ausgeglichenen Stoffwechselsituation von entscheidender Bedeutung. Funktioniert dieses System nicht optimal, treten vermehrt Stoffwechselstörungen auf (WANNER 1991). Bei einer unausgeglichenen Energiebilanz wird auf die körpereigenen Fettreserven zurückgegriffen, wodurch es durch den Abbau von Fettreserven zu einer Veränderung des BCS kommt. Dadurch ergibt sich ein direkter Hinweis auf eine unausgeglichene Energiebilanz (CROXTON et STOLLARD 1976; BOISCLAIR et al. 1986; BOISCLAIR et al. 1987; JONES et GARNSWORTHY 1989; HOLTER et al. 1990; HEUWIESER et BERGMANN 1996). Die Methode kann somit auch der Beurteilung der Gesundheit dienen (SALTMANN 1990).

Die Körperkonditionsbeurteilung dient als ein Indikator für die Energieversorgung der vorangegangenen Wochen (KLEIBÖHMER et al. 1998).

BCS wird definiert als eine „*subjektive Methode zur Beurteilung der Fettreserven (...) anhand der Ausprägung der Fettpolster an bestimmten Lokalisationen in der Unterhaut*“ (De KRUIF et al. 1998). Die Fettreserven der Unterhaut spiegeln die

Fettreserven im gesamten Körper wider (GREGORY et al. 1998). EDMONSON et al. (1989) drücken es spezifischer aus; für sie ist BCS eine subjektive Methode, um die Menge an metabolischer Energie, die in Fett und Muskeln gelagert ist, abzuschätzen.

Bei dem von WILDMAN et al. (1982) entwickelten Beurteilungsverfahren werden Rücken und Hinterviertel einer subjektiven palpatorischen und visuellen Beurteilung unterzogen.

Das System basiert auf einer Skala von 1 bis 5, wobei eine Maßzahl von 1 eine hochgradige, lebensbedrohliche Unterernährung bedeutet, und eine Maßzahl von 5 eine hochgradige Verfettung. EDMONSON et al. (1989) griffen dieses System auf, und unterteilten es weiter in 0,25-Schritte. Diese Unterteilung wurde in anderen Untersuchungen mehr oder weniger modifiziert übernommen (METZNER et al. 1993; JILG et WEINBERG 1998; FERGUSON et al. 1994). Allen Veröffentlichungen über die Durchführung von BCS ist gemeinsam, dass sie die Dicke des überlagernden subkutanen Fettgewebes an prominenten Knochenpunkten im Lenden- und Beckenbereich beurteilen.

Die negative Energiebilanz ist durch die Milchleistung im jeweiligen Laktationsstadium begründet und hat somit auch einen entscheidenden Einfluss auf den BCS (RUTTER et RANDEL 1984).

Zum großen Teil sind die Beurteilungsschemata auf Milchrassen, und hier besonders auf Holstein Friesian, ausgerichtet. Die Arbeiten von JILG et WEINBERG (1998) und STEINWIDDER et HÄUSLER (1998) beziehen auch Fleischrassen wie Fleckvieh, mit ein.

Der BCS-Wert zum Zeitpunkt des Trockenstellens und zum Zeitpunkt der Kalbung ist von großer Bedeutung. Der Verlust von Körpersubstanz ist um so höher und hält länger an, je höher der BCS-Wert zum Zeitpunkt der Kalbung ist (FRONK et al. 1980; LAND et LEAVER 1981; TREACHER et al. 1986; GERLOFF et al. 1986; JONES et GARNSWORTHY 1989; HOLTER et al. 1990; STAUFENBIEL et al. 1991a; RUEGG et al. 1992; GARNSWORTHY et HUGGET 1992; PEDRON et al. 1993; RUEGG et MILTON 1995; HEUER et al. 1999; GILLUND et al. 2001).

Ein Zusammenhang zwischen der Körperkondition zum Zeitpunkt der Kalbung und dem Auftreten von metabolischen Krankheiten konnte in verschiedenen Untersuchungen bestätigt werden (REID et al. 1986; GEARHART et al. 1990;

RUEGG et al. 1992; PEDRON et al. 1993; MARKUSFELD et al. 1997). Erkrankte Tiere zeigten einen wesentlich größeren Körperkonditionsverlust vom Kalben bis zum 30 Tag p. p. als gesunde Tiere (GEARHART et al. 1990). Das Auftreten der Stoffwechselkrankheiten hing aber nicht primär mit dem BCS post partum zusammen, sondern ist das Resultat eines starken Energiedefizites.

Tiere mit einem BCS von 3,5 oder höher zum Zeitpunkt der Kalbung hatten ein erhöhtes Risiko Ketose zu entwickeln als andere (GILLUND et al. 2001). Diese Tiere verloren mehr an Körperkondition nachdem die Ketose aufgetreten war.

Der Grund dafür ist, dass Tiere mit einer hohen Körperkondition in eine stärkere negative Energiebilanz fallen (HEUER et al. 1999). Viele Untersuchungen konnten beweisen, dass Tiere, die in einer hohen Kondition kalbten, nach der Kalbung eine verminderte Futtermittelaufnahme zeigten (GARNSWORTHY et TOPPS 1982; GARNSWORTHY et JONES 1987; STAUFENBIEL et al. 1991b; PEDRON et al. 1993).

In der Folge kommt es schließlich nicht nur zu Leistungseinbußen, sondern vor allem zu einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit, besonders für eine Ketose (MORROW 1975; FRONK et al. 1980; GEARHART et al. 1990; ROSSOW et al. 1994).

Von WALTNER et al. (1993) und RUEGG et MILTON (1995) konnte in ihren Untersuchungen kein Zusammenhang zwischen Körperkondition und Stoffwechselstörungen bestätigt werden. Auch HEUER et al. (1999) fand nur einen direkten Zusammenhang zwischen hoher Körperkondition und Milchfieber. Als Resultat schließt er den BCS als Indikator für Stoffwechselkrankheiten als zu ungenau aus.

Nach HEUWIESER et MANSFELD (1992) beeinflusst das Alter der Kuh die Körperkondition, was in einer Untersuchung von LÖSCHNER et STAUFENBIEL (1996) bestätigt wird. Sie fanden die höchste Konditionsschätzgenauigkeit bei Tieren mit mittleren Laktationsnummern (3. bis 5.).

FERGUSON et al. (1994) hingegen fanden keinen signifikanten Einfluss der Laktationsnummer, beobachteten dagegen aber einen Abfall der Körperkondition um 0,25-Schritte im Krankheitsfall.

Das Laktationsstadium zeigt einen deutlichen Einfluss auf den BCS (RUTTER et RANDEL 1984). Zu einem Konditionstiefpunkt kommt es ungefähr ein bis drei Monate nach der Kalbung (JOHNSON 1984; BOISCLAIR et al. 1986; RUEGG et al.

1992; FERGUSON et al. 1994; FISCHER et ENGELHARD 1996; SCHÄFERS 2000). Dies spiegelt sich in sämtlichen Beurteilungsschemata wider.

Verschiedene Autoren stellten in ihren Untersuchungen BCS–Idealwerte zum Zeitpunkt der Kalbung vor. Zusätzlich gaben sie die in der weiteren Laktation tolerierbaren Verluste an (Tabelle 44).

**Tabelle 44: Übersicht über „Body Condition Score“ (BCS)–Idealwerte zum Zeitpunkt der Kalbung und tolerierbare Verluste post partum in verschiedenen BCS–Systemen.**

<i>Quelle</i>	<i>Jeweiliges BCS–Einteilungssystem/Beurteilungsschritte</i>	<i>BCS–Idealwert zur Kalbung</i>	<i>Tolerierbarer Verlust in BCS–Schritten</i>
GARNSWORTHY et TOPPS (1982)	0-5	1,5-2	<1
NOORDHUIZEN et al. (1985)	1-5	3	<1
HERDT (1988b)	0-5/0,5	3,0-3,5	
ROSSOW et al. (1989)		3,0-3,5	<1
HEINRICHS et ISHLER (1989)	1-5/1	3+ bis 4-	<1
SALTMAN (1990)	1-5/0,25	3-4	1-1,5
RUEGG et al. (1992)	1-5/0,25		<0,75
HEUWIESER et MANSFELD (1992)	1-5/0,25	3,25-3,75	<1
METZNER et al. (1993)	1-5/0,25	3,25-3,75	<1
HADY et al. (1994)	0-5	3,0-3,5	<1
FERGUSON et al. (1994)	1-5/0,25	3,0-3,75	<1
HEUWIESER et BERGMANN (1996)	1-5/0,25	3,5	0,5-0,75
JILG et WEINBERG (1998)	1-5/0,25	4	<0,5

Eine BCS–Bestimmung sollte zu verschiedenen Zeitpunkten der Laktation vorgenommen werden. Für viele Autoren bieten sich Termine an, an denen ohnehin Maßnahmen am Tier vorgenommen werden müssen. Dies sind Kalbung, Puerperalkontrolle, Besamung, Trächtigkeitsuntersuchung, Klauenpflege und Trockenstellen (NOORDHUIZEN et al. 1985; SALTMAN 1990; HEUWIESER et MANSFELD 1992; METZNER et al. 1993; HEUWIESER et BERGMANN 1996; JILG et WEINBERG 1998).

Andere Autoren schlagen Untersuchungszeiträume von 2 Wochen vor (RUEGG et al. 1992), oder finden einen Untersuchungsabstand von 2 Monaten ausreichend (JILG et WEINBERG 1998).

Im Rahmen der Bestandsbetreuung erwies sich laut HADY et al. (1994) eine Beurteilung in 30-tägigen Intervallen als sinnvoll und stimmt damit mit FERGUSON et al. (1994) überein. Um die Dynamik der Körperreserven beurteilen zu können, wurden die Tiere entsprechend ihres Laktationsstadiums in zehn, jeweils 30 Melktage umfassende Gruppen bzw. in frühe und späte Trockensteher eingeteilt, und entsprechende Gruppenmittelwerte gebildet. Um präzise Mittelwerte für ein bestimmtes Intervall zu erhalten, war bei einer Herdengröße von 372 Kühen das Scoren knapp der Hälfte aller Tiere ausreichend. Lediglich in der Phase des stärksten Fettabbaus (Gruppe bis 30 Tage p. p.) sollte die Anzahl der untersuchten Tiere aufgrund der größeren Variation höher liegen (HADY et al. 1994).

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Untersuchungsgenauigkeit. Es gibt verschiedene Studien, die den Einfluss des jeweiligen Untersuchers auf die Körperkonditionbeurteilung bewertet haben.

Für EVANS (1978) und STAUFENBIEL et al. (1991b) ist das BCS-System stark durch Subjektivität beeinflusst.

EVANS (1978) gibt die Korrelation der von mehreren Beurteilern für ein Tier ermittelten Körperkonditionswerte als Maß für die Reproduzierbarkeit des Körperkonditionswerts an. Der für ein Tier ermittelte Körperkonditionswert gilt als weitgehend „reproduzierbar“, wenn der Korrelationskoeffizient des von mehreren Beurteilern für ein Tier ermittelten Wertes eine Zahl zwischen 0,7 und 1,0 darstellt.

Für EDMONSON et al. (1989) kommt es unter den Beurteilern nur zu geringen Unterschieden, auch wenn deren Erfahrungen unterschiedlich sind. Bei FERGUSON (1994) kamen 56% der Beurteiler zu demselben Ergebnis, 32,6 % wichen in einem Viertelpunkt ab und nur etwa 9,3 % wiesen Unterschiede von einem halben Punkt oder mehr auf. KLEIBÖHMER et al. (1998) fasste alle Beurteilungen mit einer Abweichung von nicht mehr als einem Viertelpunkt zusammen und kam so zu einer Übereinstimmung von 84,0%. Auch HEUWIESER et MANSFELD (1992) fanden zwischen erfahrenen Untersuchern nur geringe Abweichungen, und auch im Abstand eines Tages lagen die Abweichungen bei einem Beurteiler im Durchschnitt unter 0,25-Schritten.

LÖSCHNER et STAUFENBIEL (1996) empfehlen in der Früh-laktation eine Überprüfung der BCS-Ergebnisse anhand einer Rückenfettdicke (RFD)-Messung.

Sie fanden heraus, dass gerade in dieser Zeit häufig eine Überschätzung der Rückenfette stattfand. Der Korrelationskoeffizient von  $r=0,85$  in der Spätlaktation sinkt so auf  $r=0,62$  in der Frühaktation.

Zusätzlich zur individuellen Energiebewertung kann der BCS in kleineren und großen Betrieben, unabhängig von der Tierzahl, als Instrument zur Bewertung der Fütterung dienen (SALTMAN 1990; HEUWIESER 1991; METZNER et al. 1993; FISCHER et ENGELHARD 1996; HEUWIESER et BERGMANN 1996). HEUWIESER et BERGMANN (1996) gehen sogar soweit, BCS als eine ausreichend genaue und einzige praxistaugliche Methode zur Überwachung der Energiebilanz von Rindern zu bewerten. Für andere hingegen stellt BCS nur eine Ergänzung zu anderen Untersuchungen wie RFD dar (ROSSOW et al. 1990), der auf jeden Fall im Zusammenhang mit anderen Parametern, wie Milchleistung und Milchinhaltsstoffen bewertet werden sollte (FISCHER et ENGELHARD 1996).

#### 4.2.1.3.1.3. Körpergewicht und Lebendmasse (LM)

Das Körpergewicht, bzw. die Lebendmasse (LM), werden über eine Wägung festgestellt. Viehwaagen sind kommerziell in mechanischer oder elektronischer Ausführung erhältlich und können entweder in das Gangsystem integriert oder freistehend installiert werden (HAIGER et al. 1988).

Die LM-Wägung wird als ein Maß zur Abschätzung der Körperkondition genommen, wobei sie mehr mit dem Proteingehalt korreliert, als Auskunft über die Gesamtkondition zu geben (STAUFENBIEL et al. 1989a).

Zyklische Veränderungen in der LM der Kuh sind vom Laktationsstadium und somit hauptsächlich von der Energiebilanz abhängig und werden von vielen Autoren belegt (FARRIES et DJAMÄI 1971; FARRIES 1971 und 1987; BELYEA et al. 1975; WOOD et al. 1980; KUNZ et BLUM 1981; JOHNSON 1984; KORVER et al. 1985; BOISCLAIR et al. 1986 und 1987; HAFEZ et al. 1988).

Die LM-Zeit-Kurve ist zwischen der 5. und 16. Woche post partum am niedrigsten (HART et al. 1978; STAUFENBIEL et al. 1979).

Zu bedenken ist bei dieser Methode, dass sich die relativen Anteile von Protein, Fett und Wasser und damit der Energiegehalt pro kg LM auch beim adulten Tier noch verändern können (MOE et TYRRELL 1972; BOISCLAIR et al. 1986; RUEGG 1991; STAUFENBIEL et al. 1993a). In der Früh-laktation wird Körpersubstanz abgebaut; dieser Abbau kann auch durch Wassereinlagerungen in das Gewebe überdeckt werden. Dies hat zur Folge, dass die mobilisierte Fettmenge größer ist als der messbare Verlust an LM. Andererseits kann es sich in der Mittel- und Spätlaktation umgekehrt verhalten. Weiter muss der LM-wert immer in Relation zur Rahmengröße gesehen werden, da sonst ein großes, mageres nicht von einem kleinen, verfetteten Tier zu unterscheiden wäre.

Zu beachten ist auch, dass der Inhalt des Verdauungstraktes einen großen und wechselnden Anteil an der LM hat (MOE et al. 1971; BOISCLAIR et al. 1986; STAUFENBIEL et al. 1991a; STAUFENBIEL et al. 1993a).

Eine weitere Größe, die berücksichtigt werden muss, ist die Masse der Frucht, die sich im Laufe der Laktation verändert und das Ergebnis verfälschen kann (STAUFENBIEL et al. 1979; STAUFENBIEL et al. 1991a; STAUFENBIEL et al. 1993a).

Durch diese Störfaktoren kommen verschiedene Autoren zu unterschiedlichen Einschätzungen der Brauchbarkeit der LM-änderung für die Beurteilung des Energiestoffwechsels.

Für FARRIES (1987) ist eine regelmäßige Wägung effektiv und kann für das Monitoring der Nährstoffbilanz genutzt werden. Auch BOISCLAIR et al. (1986) finden einen linearen Zusammenhang zwischen der Energiezufuhr a. p. und der LM.

KAUFMANN (1976) geht soweit, dass ein Verlust von mehr als 39 kg LM als Hinweis auf eine Stoffwechselstörung gelten kann.

STAUFENBIEL et al. (1991a) halten hingegen die LM für einen unsicheren Indikator des Körperfettgehaltes und der Energiebilanz und bestätigen damit andere Studien (ROBERTS et al. 1978; STAUFENBIEL et WIEDEMANN 1979; STAUFENBIEL et al. 1979).

BERGLUND et DANELL (1987) fanden eine schwache Beziehung zwischen LM-abbau und Energiedefizit.

STAUFENBIEL et ROSSOW (1979) halten die LM für die Definition der Adipositas für ungeeignet und fordern die Beurteilung des Körperfettgehaltes als Maßstab.

Eine Einschränkung ist die geringe Praktikabilität der Wägung (HARBECK et GRAVERT 1981).

#### 4.2.1.3.1.4. Rückenfettdickemessung (RFD–Messung)

Unter der Rückenfettdicke (RFD) versteht man die Stärke der subkutanen Fettauflage, die von der Haut und der direkt dem M. glutaeus medius bzw. M. longissimus dorsi aufliegenden Fascia trunci profunda begrenzt wird (STAUFENBIEL 1997a).

Für die Erfassung der RFD stehen drei Verfahren zur Verfügung: Die elektrische Nadelsondenmethode, die mechanische Nadelsondenmethode und die Ultraschallmethode.

Die Nadelsondenmethode, insbesondere die mechanische, ist eine objektive Methode zur Bewertung der Körperkondition (ROSSOW et al. 1989), ist einfach durchführbar, hat einen geringen Geräteaufwand und liefert gute und genaue Messergebnisse (STAUFENBIEL et al. 1993a).

Gleichzeitig besteht jedoch der erhebliche Nachteil, die Haut durchstechen zu müssen, daher hat sich diese Methode nicht durchgesetzt (STAUFENBIEL 1992, 1997a).

Die Ultraschallmethode ist mit geringem Zeitaufwand am Tier verbunden, nicht invasiv und schnell erlernbar. Verwendet werden hauptsächlich B–Bild–Geräte mit Linearscanner (5,0 bis 7,5 MHz). Der Schallkopf wird direkt an die Haut unter Verwendung von verdünntem Alkohol angesetzt (STAUFENBIEL 1997a).

Nach Prüfung der gesamten Rückenregion hat sich für die Messung der sakrale Messpunkt bewährt, welcher sich auf der Verbindungslinie zwischen dem dorsalen Teil des Tuber ischiadicum und dem oberen Bereich des Tuber coxae befindet, und zwar zwischen dem vierten zum letzten Fünftel der Strecke (STAUFENBIEL 1992). Dies entspricht dem Bezirk zwischen dem Ende der Crista sacralis und dem Ende des Os sacrum bzw. dem Beginn des Os coccygeum.

Diesem Befund entsprechend fanden auch DOMECCQ et al. (1995) die höchsten Übereinstimmungen zwischen BCS und RFD im Kruppenbereich, nämlich zwischen Hüft- und Sitzbeinhöcker etwa zwei bis drei Zentimeter oberhalb des Trochanter major femoris.

Die Position des Schallkopfes, dessen Winkel zur Körperoberfläche und die Dicke des Haarkleides, können Fehler bei der Messung verursachen (FAULKNER et al. 1990; HOUGHTON et TURLINGTON 1992).

Überprüfungen der Genauigkeit der Ultraschallmessungen anhand von Schlachtbefunden ergaben hohe Übereinstimmungen. Weiter wurden zwischen der RFD und dem relativen Körperfettgehalt hochsignifikante Korrelationen gefunden ( $r=0,9$ ) (FAULKNER et al. 1990; HOUGHTON et TURLINGTON 1992).

RIECKHOFF (1992) beschreibt die Änderung der Rückenfettdicke als direktes Maß für den Körperfettgehalt und findet Korrelationen im Bereich von 0,28 und 0,93.

Bei dieser Methode werden die Ergebnisse weder vom Füllungszustand des Verdauungstraktes, noch von der Größe der Frucht oder der Rahmengröße des Tieres beeinflusst (STAUFENBIEL 1992).

Nach Untersuchungen von STAUFENBIEL et al. (1993a) entspricht 1 mm RFD-Änderung einer Zu- bzw. Abnahme des Körperfettgehaltes um ca. 0,75% und damit absolut etwa 5 kg Körperfett bzw. 200 MJ Nettoenergie. Somit ist eine objektive Maßzahl gefunden, die als einzelner Wert unabhängig von Alter, Laktationszahl und Rahmengröße die Kondition der Kuh widerspiegelt. Eine Ausnahme bilden Kühe in schlechter Kondition. Hier kommt es zu einer Proteinmobilisation, die durch die RFD-Messung nicht erfasst wird. In diesem Fall wäre die Lebendmasse-Wägung eine bessere Methode mit höherer Aussagekraft (STAUFENBIEL et al. 1993a).

Für NEILSON et WHITTEMORE (1981) stellt die Untersuchung der Änderung in den Fettgeweben eine bessere Beschreibung des Körpersubstanzabbaues dar, als die Änderung der Körpermasse.

Viele Autoren untersuchten die Genauigkeit von BCS mit Hilfe der RFD. Beiden Untersuchungsmethoden liegt die Beurteilung der sichtbaren Fettdepots zugrunde. GRESHAM et al. (1986) und GARNSWORTHY et JONES (1987) fanden enge Korrelationen zwischen der Konditionsnote und der Rückenfettdicke.

Ein BCS-Verlust von 1,0-Schritten entspricht einem durchschnittlichen LM-verlust von 56 kg (OTTO et al. 1991). Geht man unter Berücksichtigung der generellen Nachteile der LM-wägung davon aus, dass der überwiegende Anteil der Masseabnahme durch die Mobilisation von Körperfett bedingt ist, lässt sich das BCS-System zu der RFD-Messung in Beziehung setzen. 1 mm RFD korrespondiert mit einem Äquivalent von etwa 5 kg Körperfett (KLAWUHN et STAUFENBIEL 1997). Mit dieser Grundlage entspricht eine BCS-Einheit ungefähr 10 mm RFD.

Diese Überlegungen werden in Tabelle 45 umgesetzt und die verschiedenen Beurteilungen nebeneinander gestellt (STAUFENBIEL 1997a).

**Tabelle 45: Beurteilung der Körperkondition verbal, mittels „Body Condition Score“ (BCS), Rückenfettdicke (RFD) und Körperfettgehalt (STAUFENBIEL 1997a).**

<b>Verbal</b>	<b>BCS</b>	<b>RFD (mm)</b>	<b>Körperfettgehalt (%)</b>
kachektisch	1,0	< 5	< 50
sehr schlecht	1,5	5	50
schlecht	2,0	10	76
mäßig	2,5	15	98
gut	3,0	20	122
sehr gut	3,5	25	146
fett	4,0	30	170
verfettet	4,5	35	194
adipös	5,0	>35	>194

STAUFENBIEL et al. (1993a) schlagen eine regelmäßige Durchführung von RFD-Messungen, zusätzlich zu der Erhebung von BCS-Werten vor, um die Schätzgenauigkeit der BCS-Werte zu überprüfen.

Regelmäßige RFD-Messungen in mm ermöglichen eine bessere Differenzierung zwischen den Kühen bei einer nach oben offenen Skala (STAUFENBIEL 1997a).

Die Vorteile der RFD-Messung sind in der Objektivität und quantitativen Differenzierbarkeit, die eine Vergleichbarkeit der Messwerte zwischen verschiedenen Untersuchern, Betrieben und Rassen erlaubt, zu sehen. Dies ist insbesondere bei der Beurteilung von Konditionsveränderungen, also für die Schätzung von Lipolyse- und Lipogeneseraten von Bedeutung (STAUFENBIEL 1997a).

Zwischen der RFD-Messung und dem BCS konnte eine hochsignifikante Korrelation nachgewiesen werden (GARNSWORTHY et TOPPS 1982).

DOMECQ et al. (1995) halten das BCS und die sonographisch bestimmte Rückenfettdicke für gleichwertige Methoden zur Beurteilung der Körperkondition. Nach LÖSCHNER et STAUFENBIEL (1996) kann das BCS durch die RFD-Messung verbessert werden. Die Korrelation zwischen den beiden Methoden liegt bei  $r = 0,84$ . ZULU et al. (2001) bestätigen die hochsignifikante Korrelation zwischen BCS und RFD-Messung und sehen in der RFD-Messung allein oder in Kombination mit dem BCS eine Möglichkeit, Fütterung und Energiebilanz von Kühen zu beurteilen.

#### 4.2.1.3.1.5. Biochemische und hämatologische Analysen

##### 4.2.1.3.1.5.1. Blutuntersuchung

###### 4.2.1.3.1.5.1.1. Allgemein

Ein metabolisches Profil wird als eine Serie spezifischer analytischer Tests definiert, die in Kombination ablaufen und als diagnostisches Hilfsmittel genutzt werden (INGRAHAM et KAPPEL 1988).

Die Blutparameter Glukose, Bilirubin, NEFA (non esterified fatty acids) und  $\beta$ -Hydroxybutyrat (BHB) werden im folgenden als Indikatoren für den Energiehaushalt näher betrachtet.

###### 4.2.1.3.1.5.1.2. Glukose

Seit längerer Zeit wird versucht, Informationen über den Versorgungszustand mit Energie, durch die Bestimmung des Blutglukosegehaltes zu erhalten (SCHOLZ 1990).

Während der Trockenstehperiode liegt der Normbereich im Plasma bzw. Serum bei 3,0–4,0 mmol/l, bis fünf Wochen p. p. über 2,2 mmol/l und dann über 2,8 mmol (LOTTHAMMER 1981).

ROSSOW et al. (1987) legen den unteren Grenzwert für den Zeitraum ein bis zwei Tage bzw. ein bis zwölf Wochen post partum bei 2,78 mmol/l bzw. 2,61 mmol/l fest. SCHOLZ (1990) geben Serumwerte von 2,4–3,8 mmol/l und HARTMANN et MEYER (1994) geben Serumwerte von 2,5–4,2 mmol/l an (Tabelle 46). Glukosewerte unterhalb des unteren Grenzbereiches gelten beim Wiederkäuer als Zeichen für eine Ketose (KRAFT et DÜRR 1999).

**Tabelle 46: Referenzwerte für Serum-Glukose beim Rind.**

<b>Autor</b>	<b>Normbereich Glukose in mmol/l</b>	<b>Zeitraum</b>
LOTTHAMMER (1981)	3,0–4,0 >2,2 >2,8	Trockenstehphase bis fünf Wochen p. p. ab der 6. Woche p. p.
ROSSOW et al. (1987)	min 2,78 min 2,61	ein bis zwei Tage p. p. ein bis zwölf Wochen p. p.
SCHOLZ (1990)	2,4–3,8	-
HARTMANN et MEYER (1994)	2,5–4,2	-

Als Hinweis auf eine Ketosegefährdung gibt SCHULTZ (1968) einen Grenzwert von 2,22 mmol/l Glukose im Vollblut, bzw. 2,9 mmol/l im Plasma an.

In einer Untersuchung in 10 Betrieben mit durchschnittlich 20 Tieren über den Verlauf der Plasmakonzentration an Glukose, zeigt sich ein kontinuierlicher Abfall nach dem Kalben über einen Zeitraum von etwa 2 Wochen ( $p < 0,05$ ). Danach kam es bis zur 13. Woche p. p. zu einem langsamen Anstieg. Die signifikantesten Unterschiede zeigten sich zwischen der 1. und 2. Woche a. p. und den ersten 5 Wochen p. p. (3,1 bzw. 3,0 mmol/l;  $p < 0,05$ ) (HAGMÜLLER 2002).

LEHWENICH (1999) schließt den Blutglukosespiegel als individuelles Maß für den Energiestoffwechsel, bedingt durch die vielen Faktoren auf den Blutglukosespiegel und die unterschiedlichen Regelkreise, die einem sinkenden Glukosespiegel entgegenwirken, weitgehend aus.

SCHOLZ (1990) empfiehlt ihn jedoch als Richtwert bei der Untersuchung einer großen Anzahl von Tieren einer Herde.

PAYNE et PAYNE (1987) geben an, dass schwankende Blutglukosewerte nicht die Folge einer ungenügenden oder übermäßigen Energieaufnahme sind, sondern vielmehr das Ergebnis einer gestörten Glukosehomöostase, wie im Verlauf einer Ketose oder des Fettlebersyndroms (Tabelle 47).

**Tabelle 47: Referenzbereiche für Glukose (mmol/l) im Laktationsverlauf (klinisch unauffällig).**

Quelle		post partum										ante partum		n
		1. W	1. M	2. M	3. M	4. M	5. M	6. M	8. M	10. M	2. M	1. M		
DEHNING (1981)	$\bar{x}$	2,7	2,6	2,9	2,8	-	-	-	-	-	-	3,0	3,2	76
	$\pm sd$	0,7	0,8	0,7	0,7	-	-	-	-	-	-	0,4	0,5	24,6
BOGIN (1982)	$\bar{x}$	3,0	3,0	2,9	2,8	2,8	2,9	2,8	-	-	-	-	-	100
	$\pm sd$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	
JAGOS et al. (1991)	$\bar{x}$	-	3,3	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4	6
	$\pm sd$	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	
LOTTHAMMER (1991)	$\bar{x}$	3,2	3,4	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,5
	$\pm sd$	0,6	0,4	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,3
MANSFELD et al. (1996)	$\bar{x}$	-	2,2	-	2,3	-	2,5	-	2,4	2,7	-	-	-	
	$\pm sd$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
REDETSKY (2000)	$\bar{x}$	2,4	2,5	2,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,5	2,6	-	-	96
	$\pm sd$	0,6	0,2	0,6	0,2	0,6	0,2	0,4	0,3	0,6	0,8	-	-	

n=Anzahl der Tiere  
W=Woche  
M=Monat  
 $\bar{x}$ =Durchschnittswert  
sd=Standardabweichung

#### 4.2.1.3.1.5.1.3. Bilirubin

Bilirubin entsteht zum überwiegenden Teil aus dem Abbau des Hämoglobins. Der Transport im Blut erfolgt als Bilirubin I (indirektes) bis zur Leber. Hier erfolgt nach Umwandlung in Bilirubin II (direktes) die Ausscheidung über die Galle. Bei gesunden Tieren wird in aller Regel nur Bilirubin I im Blut nachgewiesen. Der Serumspiegel ist niedrig und konstant (HARTMANN et MEYER 1994).

In Folge einer Stimulation der Lipolyse, die durch eine unzureichende Energieaufnahme, verbunden mit einer steigenden Menge an freien Fettsäuren (FS), gekennzeichnet ist, kann es zu einem Inanitionsikterus kommen. Beim Rind können schon kurz nach Beginn einer Nahrungskarenz erhöhte Bilirubinwerte im Serum gemessen werden (KRAFT und DÜRR, 1999).

Aufgrund der recht kurzen Halbwertszeit im Blut sind erhöhte Werte aber nur während der akuten Belastungsphase nachweisbar (KRAFT et DÜRR 1999).

Die physiologischen Blutserumwerte für Bilirubin werden von Autoren unterschiedlich angegeben (Tabelle 48).

**Tabelle 48: Referenzwerte für Serum-Bilirubin beim Rind.**

<b>Autor</b>	<b>Bilirubin in <math>\mu\text{mol/l}</math></b>	<b>Zeitraum</b>
LOTTHAMMER (1981)	<4,5 <7,0 <5	Trockenstehphase bis zwei Wochen p. p. ab der 3. Woche
BAUMGARTNER et SCHLERKA (1983)	<5,3	ein bis zwölf Wochen p. p.
ROSSOW et al. (1987)	<6,8	ein bis zwölf Wochen p. p.
HARTMANN et MEYER (1994)	<9,0	-
KANEKO et al. (1997)	<8,6	-
KRAFT et DÜRR (1999)	bis 5,0	-

LOTTHAMMER (1991) nahm von 625 Kühen Blutproben, um in den verschiedenen Laktationsstadien Energiemangelzustände zu untersuchen. Die Proben wurden auf Serumbilirubin untersucht. Als Kontrolle galt der Ketonkörpergehalt im Blutserum, der anhand von Ketostix quantitativ bestimmt wurde. Als kritischer Wert für eine subklinische Azetonämie galten 0,5 mmol/l.

Die Ergebnisse (Tabelle 49) zeigen eine deutliche Beziehung in allen drei Stadien der Laktation zwischen dem Anteil an Kühen mit erhöhtem Ketonkörper-Gehalt und dem Bilirubingehalt. Die stärkste Beziehung besteht jedoch in der Phase des Puerperiums.

**Tabelle 49: Beziehungen zwischen dem Bilirubingehalt und dem Anteil von Kühen (in %) mit erhöhtem Ketonkörpergehalt im Blutserum (> 0,5 mmol/l) in verschiedenen Stadien post partum (LOTTHAMMER 1991).**

Wochen post partum	Bilirubingehalt in $\mu\text{mol/l}$									
	< 0,5		5,0–5,9		6,0–7,9		8,0–9,9		$\geq 10,0$	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
< 4	23	13,0	20	30,0	49	61,2	16	62,5	29	86,2
4–6	18	11,1	33	66,7	26	84,6	15	100	11	100
>6	60	11,7	44	22,7	29	62,1	9	100	9	100
<b>Insgesamt</b>	101	11,9	97	39,2	104	67,3	40	85,0	49	91,8

LOTTHAMMER (1991) gibt an, dass nach eigenen Erfahrungen der praktischen Anwendung des Bilirubingehaltes ein Anstieg des Bilirubingehaltes als Folge einer energiemangelbedingten Leberbelastung früher eintritt, als ein Anstieg des Ketonkörper-Gehaltes. Die enge Beziehung zum Energiestoffwechsel macht das Bilirubin zu einem empfindlichen Indikator für akute Leberbelastungen infolge Energiemangels (LOTTHAMMER 1981, LOTTHAMMER 1991). Als zusätzliche Bestätigung dieser Aussage wertet er die deutlich negative Korrelation zwischen dem Bilirubin- und Glukose-Gehalt im Blutserum. Referenzbereiche für Gesamtbilirubin werden in Tabelle 50 dargestellt.

**Tabelle 50: Referenzbereiche für Gesamtbilirubin ( $\mu\text{mol/l}$ ) im Laktationsverlauf.**

Quelle		postpartum							ante partum			n
		1. W	1. M	2. M	3. M	5. M	8. M	10. M	2. M	1. M	1. W	
<b>BAUM-GARTNER (1977)</b>	$\bar{x}$	4,5	4,1	-	-	-	-	-	3,9	3,7	3,1	98
	$\pm\text{sd}$	1,7	1,4	-	-	-	-	-	1,5	1,5	1,5	
<b>BAUM-GARTNER (1979)</b>	$\bar{x}$	4,5	4,2	-	-	-	-	-	3,8	4,0	3,1	53
	$\pm\text{sd}$	1,7	1,4						1,6	1,6	1,6	
<b>DEHNING (1981)</b>	$\bar{x}$	4,3	4,4	3,9	-	-	-	-	3,4	3,3	-	76
	$\pm\text{sd}$	1,5	1,8	1,4	-	-	-	-	0,7	0,7	-	25
<b>LOTTHAMMER (1991)</b>	$\bar{x}$	5,0	3,8	3,2	-	-	-	-	-	-	-	23,5
	$\pm\text{sd}$	2,2	0,9	0,8	-	-	-	-	-	-	-	6,3
<b>MANSFELD et al. (1996)</b>	$\bar{x}$	-	5,3	-	4,1	3,6	3,9	3,5	-	-	-	-
	$\pm\text{sd}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

n=Anzahl der Tiere  
W=Woche  
M=Monat  
 $\bar{x}$ =Durchschnittswert  
sd=Standardabweichung

## 4.2.1.3.1.5.1.4. NEFA (non esterified fatty acids)

Unveresterte oder freie FS (NEFA – non esterified fatty acids) sind sehr stark korreliert mit dem Grad an Fettmobilisation und dienen deshalb als Indikator für den Energiestoffwechsel (BOWDEN 1971). Die Mobilisierung der freien FS aus dem Körperfett gilt als erster Schritt bei der Entstehung der Ketose und wird durch vermehrte Anforderung des Stoffwechsels nach Nahrung eingeleitet (BERGMANN 1971).

Blutuntersuchungen über die NEFA-Konzentration ergaben einen Anstieg der NEFA-Konzentration bereits a. p., einen Höhepunkt eine Woche nach der Kalbung und dann einen langsamen Abfall. Der Abfall bis kurz nach der Kalbung erwies sich als signifikant. ( $p < 0,05$ ) (HAGMÜLLER 2002). Diese Ergebnisse decken sich mit denen anderer Autoren (WHITAKER et al. 1983; KUNZ et BLUM 1985b; De BOER et al. 1985; KARSAI et GAAL 1987) (Tabelle 51).

**Tabelle 51: Non esterified fatty acids (NEFA)–Serumreferenzwerte beim Rind.**

<b>Autoren</b>	<b>NEFA–Werte in mmol/l</b>	<b>Zeitraum</b>
KARSAI et GAAL (1987)	0,1–0,2	a. p.
HAGMÜLLER (2002)	0,13–0,16	a. p.
TOTH et al. (1989)	0,2–0,4	p. p.
HAGMÜLLER (2002)	0,16–0,36	p. p.

#### 4.2.1.3.1.5.1.5. $\beta$ - Hydroxybutyrat (BHB)

Beim gesunden Rind stellt BHB mit 81% den Hauptanteil am Gesamt–Ketonkörpergehalt des Blutes dar (FILAR 1979). Die Konzentration von BHB ist 10- bis 25-mal so hoch wie die des Azetazetats (HAGERT 1992) (Tabelle 52).

**Tabelle 52: Physiologische Ketonkörperkonzentrationen ( $\beta$ -Hydroxybutyrat (BHB); Azetazetat (AA); Azeton) im Blut (in mmol/l) (HAGERT 1992; DIEKMANN 1986).**

<b>Medium</b>	<b>BHB</b>	<b>AA</b>	<b>Azeton</b>	<b>Autor</b>
Blut	0,68	0,15	0,21	POLACHIN (1960)
			0,52	PERSON (1974)
	0,42	0,04		BAIRD (1977)
	0,43	0,03	0,07	FILAR (1979)
	0,55	0,11		MÄDER (1980)
	0,56	0,22		TYÖPPÖNEN (1980)
	0,2-1,0	0,01-0,6		DARGEL (1987)

Die  $\beta$ -Hydroxybuttersäure (BHB) zeigt starke Anstiege zum Geburtszeitpunkt und bis wenige Wochen p. p.. Dieses Verhalten erklärt sich aus der vermehrten Fettabbaurate und der damit verbundenen erhöhten Bildung von Ketonkörpern.

So kommt es in der Phase nach der Kalbung zu einem Anstieg der BHB–Konzentration, der die a. p.–Werte von bis zu 1,0 mmol/l vor allem in der 2. und 3. Woche überschreiten kann (WHITAKER et al. 1983; KUNZ et BLUM 1985b; De BOER et al. 1985; KARSAI et GAAL 1987; HAGMÜLLER 2002) (Tabelle 53).

In Untersuchungen von HAGMÜLLER (2002) kam es zwischen den letzten beiden Wochen a. p. und den ersten 7 Wochen p. p. zu einem signifikanten Überschreiten der Obergrenze des Referenzbereiches von bis zu 0,5 mmol/l. Die Autorin gibt weiterhin an, dass ketosegefährdete Kühe einen BHB-Wert von unter 1,0 mmol/l haben können.

**Tabelle 53:  $\beta$ - Hydroxybutyrat (BHB)–Serumreferenzwerte beim Rind.**

<i>Autoren</i>	<i>BHB – Werte in mmol/l</i>	<i>Zeitraum</i>
KUNZ et BLUM (1985) WHITAKER et al. (1983) De BOER et al. (1985) KARSAI et GAAL (1987)	0,30–0,56	ante partum
HAGMÜLLER (2002)	0,50	
KUNZ et BLUM (1985) WHITAKER et al. (1983) De BOER et al. (1985) KARSAI et GAAL (1987)	0,50–1,0	post partum
HAGMÜLLER (2002)	0,50–1,0	

REHAGE et al. (1996) stufen eine BHB-Konzentration von >1,0 mmol/l im Blut als manifeste subklinische Ketose ein. Diese Angabe liegt in einem Bereich, den die meisten Autoren angeben (Tabelle 54)

**Tabelle 54: Referenzbereiche für  $\beta$ - Hydroxybutyrat (BHB) in mmol/l.**

<i>Autoren</i>	<i>BHB in Blut <sup>1)</sup></i>
KRAFT et DÜRR (1999)	≤ 0,6
VAGTS (1999)	≤ 0,7
REHAGE et al. (1996)	≤ 0,9
LOTTHAMMER (1996)	≤ 1,0
JACOBI (1996)	≤ 1,0
VRZGULA et SOKOL (1987)	≤ 1,0
GEISHAUSER et al. (2000a/b)	≤ 1,4
BICKHARDT (1992)	0,2–1,6

<sup>1)</sup>darüber liegende Werte gelten als Hinweis für subklinische Ketosen

#### 4.2.1.3.1.5.1.6. Harnstoff

Der Harnstoff im Blut unterliegt den gleichen Einflüssen wie in der Milch. Die Werte in Milch und Plasma sind deshalb auch vergleichbar (BUTLER et al. 1996) (Siehe Kapitel 4.2.1.3.1.5.2.5. Milchharnstoff).

#### 4.2.1.3.1.5.1.7. Bedeutung und Aussagekraft von Blutprofilen

STANGASSINGER (2003) sieht die Stoffwechselprofile im Ganzen und überprüft deren Anwendung bezogen auf die Herdenkontrolle.

Das extreme metabolische Erscheinungsbild, das sich bereits wenige Wochen vor Einsetzen der Laktation anhand von Konzentrationsveränderungen spezifischer Hormone und Energiemetabolite im Blut abzeichnet führt dazu, dass Fütterungsfehler zu einer Verschärfung des Erscheinungsbildes im Blut führen (STANGASSINGER 2000). Allerdings können sie nur schwer darüber erkannt werden, da sich ein „metabolischer Normalzustand“ bei Kühen mit einsetzender Laktation zwar qualitativ beschreiben aber quantitativ kaum definieren lässt.

Es sind extreme Änderungen in der Nährstoffzufuhr bei einer Kuh nötig um deren Abweichung ( $>1$  SD) vom Normalmittelwert überhaupt zu erkennen.

Der Fütterungsfehler braucht dagegen in seiner Ausprägung an einem Blutbestandteil nur 38% von dem einer einzelnen Kuh betragen, wenn der Mittelwert von 7 Tieren betrachtet wird.

Er beruft sich mit dieser Aussage auf Untersuchungen von LEE et al. (1978), der die erforderlichen Veränderungen in der Aufnahme bestimmter Nährstoffe beschreibt, die notwendig sind, eine signifikante Abweichung vom Normalwert eines Blutbestandteils zu induzieren (Tabelle 55).

**Tabelle 55: Erforderliche Veränderung in der Aufnahme bestimmter Nährstoffe zur Induktion einer signifikanten Abweichung (>1 SD) eines Blutbestandteils im Profil-Test bei laktierenden Kühen (LEE et al. 1978).**

Nährstoff	Bestandteile im Serum	Erforderliche Veränderungen (%)	
		für 1 Kuh	für den MW von 7 Kühen
Energie	Glukose	56,3	21,3
	Harnstoff	201,7	76,3

MW = Mittelwert

Auch sollten aufgrund der Einflüsse von Region und Jahreszeit die Untersuchungen nicht jahreszeitlich übergreifend stattfinden und auch für die Ermittlung von Normalwerten Herden aus der entsprechenden Region gewählt werden (STANGASSINGER 2003).

Eine Zuordnung abweichender Werte zu bestimmten Problemen einer Herde zeigte sich ebenfalls schwierig. So können sowohl hohe als auch niedrige Werte in einer Problemherde gefunden werden. Um eine Auswertung der Serumprofile zu ermöglichen setzte STANGASSINGER (2003) Schwellenwerte entweder für die Anzahl abweichender Parameter eines Serumprofils oder die Höhe der Abweichung einzelner Parameter ein. Bei dieser Vorgehensweise finden sich in Problemherden tatsächlich beträchtlich mehr Abweichungen (um den Faktor 10) als in „Normalherden“ (Tabelle 56). Setzt man den Schwellenwert auf 20%, d. h. 20% oder mehr der untersuchten Tiere müssen bezogen auf einen spezifischen Parameter außerhalb des Referenzbereiches liegen, so zeigen Problemherden rund 3-mal mehr abweichende Parameter als gesunde Herden (ADAMS et al. 1978).

**Tabelle 56: Häufigkeit von Auffälligkeiten im Blutprofil-Test (mit 14 Parametern) bei Milchkühen (ADAMS et al 1978).**

	Problem-Herden	Normal-Herden
Testparameter mit von der Norm abweichendem Mittelwert	1,64	0,14
Testparameter mit mehr als 20 % anormalen Tieren	5,64	1,93

Auf der Ebene der Untersuchung ganzer Herden kann der Test Informationen liefern, die in 20 % der Fälle durch andere Maßnahmen nicht entdeckt worden wären. Einzeltierkrankungen damit zu erkennen, bedarf massiver Abweichung von der Norm im Blutbild, die dann im Ergebnis „Problem-Tier“ auch ohne die Zuhilfenahme der Blutanalytik erkannt werden müssten (ADAMS et al. 1978).

Die Angaben über die Anzahl der aussagekräftigen Stichprobengröße schwanken zwischen 7 Tieren (INGRAHAM et KAPPEL 1988) und 2–6 Tieren je Leistungsgruppe (LOTTHAMMER et WITTKOWSKI 1994).

TORNQUIST et VAN SAUN (1999) überprüften die Analysewirksamkeit von Serum-Sammelproben für Stoffwechselprofile, um so Kosten einzusparen.

Die Praktik von Sammelproben schließt zwar eine breite Zahl von Individuen in die Analyse mit ein, bietet aber keine Informationen über die Populationsvariabilität.

In der Untersuchung wichen bei den Ergebnisvergleichen von Einzeltier- zu Sammelproben 5 von 21 Proben ab.

#### 4.2.1.3.1.5.2. Milchuntersuchung

##### 4.2.1.3.1.5.2.1. Allgemeines zur Milchuntersuchung

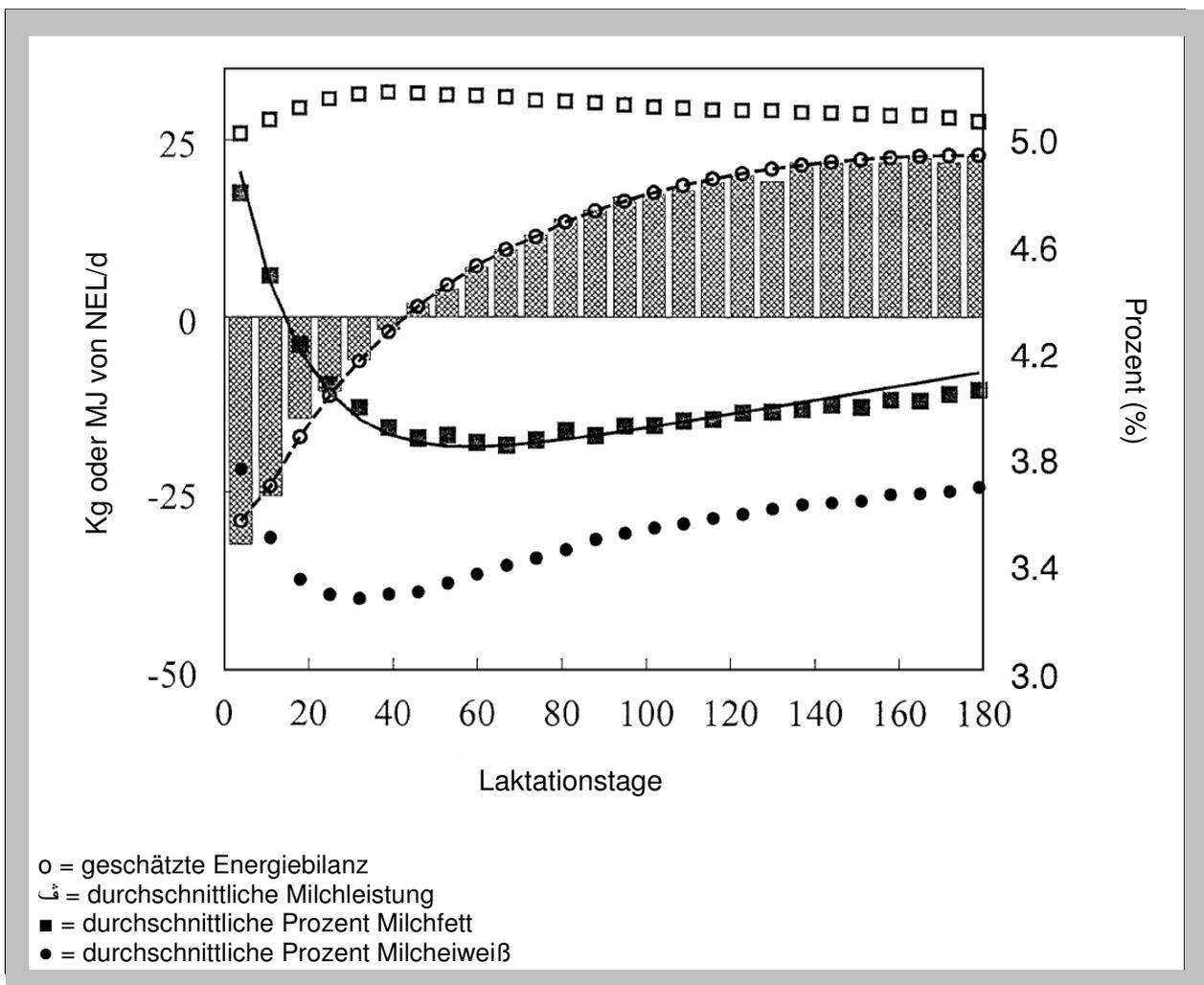
Die Zusammensetzung der Milch wird zum einen durch die genetische Veranlagung des Tieres geprägt, zum anderen spiegelt sie aber auch in erheblichem Maße den Einfluss von Haltung und Fütterungsmethode wider, mit der versucht wird diese genetischen Voraussetzungen auszuschöpfen (FARRIES 1983a; EMERY 1988; SUTTON et MORANT 1989; De PETERS et CANT 1992; SPOHR et al. 1992).

Um die Milch als Indikator in Betracht zu ziehen, ist es wichtig die täglichen Variationen der einzelnen Parameter zu kennen und aufzuzeichnen. Parameter mit hohen relativen Tag-zu-Tag-Variationen (Milchleistung, Fettgehalt und Milchwahnhstoff) sollten häufig aufgezeichnet werden, sobald sie Grundlagen für Managemententscheidungen bilden und für diagnostische Zwecke verwendet werden (SVENNERSTEN-SJAUNJA et al. 1997).

Inhaltsstoffe mit geringeren relativen Tag-zu-Tag Variationen (Proteingehalt) können auch weniger häufig aufgezeichnet werden.

Schnelle und zuverlässige Methoden, die direkt an der Kuh durchgeführt werden, sind für die Erkennung metabolischer Störungen von großem Nutzen (SVENNERSTEN-SJAUNJA et al. 1997).

De VRIES et VEERKAMP (2000) untersuchten an einer Niederländischen Herde, welche Milchkomponenten am engsten mit der Energiebilanz verbunden sind, und sich als Indikatoren eignen. Die graphische Darstellung der Ergebnisse ist Abb. 9 zu entnehmen.



**Abb. 9: Energiebilanz, Milchleistung, Milcfett und Milcheiweiß bis zum 180. Laktationstag (De VRIES et VEERKAMP 2000).**

Korrelationen mit der Energiebilanz traten bei der Milchleistung, dem Milchprotein- und dem Milchfettgehalt auf.

#### 4.2.1.3.1.5.2.2. Milchleistung und Laktationsverlauf

Für die Beurteilung der Milchmenge ist die Kenntnis über den Laktationsverlauf einer Kuh notwendig. Dieser gliedert sich in fünf Abschnitte:

1. Steiler Anstieg in der 1. und 2. Laktationswoche (LW)
  2. Oberer Leistungsbogen von der 3. bis 11. LW
  3. Linearer Leistungsabfall in der 12. bis 20. LW
  4. Verlangsamter Leistungsabfall in der 21. und 33. LW
  5. Verstärkter Leistungsabfall 34. bis 44. LW
- (HUTH 1995).

Dabei ist der Verlauf des 2. Abschnittes maßgeblich für das Leistungsniveau und die Persistenz der Laktation (HUTH 1995).

Die Aussagekraft der Milchmenge und des Laktationsverlaufes wird unterschiedlich beurteilt. Die Milchleistung ist zum größten Teil energieabhängig. Sie hat daher eine große Tag-zu-Tag-Variation und eignet sich gut für die Energiebedarfsbewertung. Ein systematischer Abfall der Milchleistung gibt eine Warnung für vorliegende Störungen (SVENNERSTEN-SJAUNJA et al. 1997).

Für MANSFELD et HEUWIESER (2000) ist nicht die mittlere Herdentagesmilchleistung von Bedeutung, da sie als Mittelwert nur wenig Aussagekraft hat. Der Hauptaugenmerk liegt auf den Laktationsstadien der verschiedenen Tiere. Eine Herdenmilchleistungskurve ist ihrer Meinung nach zur Beurteilung der Energieversorgung gut geeignet. Einer hohen Streuung der Einzelwerte oder einem starken Absinken der Herdenmilchleistungskurve sollte eine Gruppenauswertung folgen (MANSFELD et HEUWIESER 2000).

Tiere reagieren auf eine reduzierte Energiezufuhr in der ersten und zweiten Restriktionswoche mit einem deutlichen Rückgang der täglichen Milchmenge, wobei dieser in den ersten vier Tagen am deutlichsten ist. In der Wiederanfütterungsphase

reagierten die Tiere mit einem sofortigen, steilen Anstieg der Milchproduktion. Allerdings kam es nach einer Realimentation nur zu einer  $\frac{3}{4}$  Kompensation der Tagesmilchleistung und die Milchleistung blieb in der Laktation zu 3–4% zurück (BURT 1958; RÖHRMOSER et KIRCHGESSNER 1982).

Eine Erhöhung des Grundfutteranteils in der Gesamtration, bzw. eine energieärmere Ration hat eine rückläufige Milchleistung zur Folge (RIJPKEMA et al. 1990; TESSEMANN et al. 1991; HANSEN et al. 1991; LLAMAS-LAMAS et COMBS 1991).

Verglichen mit Milchleistungskurven von Kühen ohne Ketose, zeigen Kühe mit Ketose eine Depression von 44,3 kg in der frühen Laktation für 17 Tage nach Diagnosestellung (DETILLEUX et al. 1994). Andererseits haben die Ergebnisse auch eine Steigerung der 305 Tage Milchleistung um 141,1 kg ergeben. Trotz dieser Ergebnisse kommt DETILLEUX et al. (1994) zu dem Schluss, dass die Behandlung von Kühen mit Ketose von den Vorteilen her überwiegt, da deren Leistung ohne Ketose seiner Meinung nach noch höher gewesen wäre. Außerdem gehen die Autoren davon aus, dass Fütterungspraktiken, individuelle Charakteristika und verschiedene Umweltfaktoren auch eine Rolle für dieses Ergebnis spielen. Durch den Versuchsaufbau (nur 10 Untersuchungen pro Laktation und Ketoseuntersuchungen nur alle 17 Tage) kann es zu einem falsch erfassten Milchverlust gekommen sein und in der Folge zu falschen Ergebnissen (DETILLEUX et al. 1994).

Untersuchungen von DELUYKERS et al. (1991) ergaben bei Kühen mit klinischer Ketose einen Milchverlust von 66,0 kg in den ersten 3 Laktationswochen (entspricht 8,8%), 156,5 kg zwischen dem 22. und 49. Laktationstag (entspricht 12,7%) und 285,4 kg zwischen dem 50. und dem 119. Laktationstag (entspricht 8,2%).

Ansteigende Milchketonkörper waren mit einem täglichen Milchverlust von 1-1,4 kg verbunden (GRÖHN et al. 1989).

Auch GUSTAFSSON et al. (1993a) bestätigten einen Milchverlust in den ersten 100 Laktationstagen (233,4 kg; 8,5%). Bei Kühen mit Ketose war ein umgekehrter Peak in der Laktationskurve festzustellen. Die Herdenleistung kann mit Hilfe der Laktationskurve beurteilt werden. Ein flacher Peak mit darauf folgender hoch

erscheinender Persistenz deutet auf ein Ketoseproblem hin (GUSTAFSSON et al. 1993a).

In einer anderen Studie (LUCEY et al. 1986) wurde bereits eine Milchleistungsdepression von 4 und 5 kg/d mindestens zwei Wochen vor der Ketosediagnose gefunden. Insgesamt belief sich die Reduktion auf beinahe 60 bis 70 kg in diesen 2–4 Wochen. Allerdings erfolgte eine Behandlung der Tiere erst sehr spät, wodurch es so zu einem höheren Milchverlust kommen konnte. Ein Rückgang der Milchleistung lässt auf das Vorliegen einer Ketose schließen. Es gab keinen Zusammenhang zwischen der Milchleistung und der Hypokalzämie (LUCEY et al. 1986).

SEGGEWISS (2004) konnte in ihrer Doktorarbeit eine signifikant hohe Korrelation zwischen der Energiebilanz der Kühe und der Höhe ihrer Milchleistung nachweisen. Die Korrelationskoeffizienten waren in den ersten vier Laktationsmonaten negativ, d. h. je höher die Milchleistung der Tiere war, desto niedriger war ihre Energiebilanz. Ab dem fünften Laktationsmonat kehrte sich dieses Verhältnis um; die ermittelten Korrelationskoeffizienten waren positiv. Demnach galt in dieser Phase der Laktation, dass die Tiere mit einer höheren Leistung eine positive Energiebilanz aufwiesen (Tabelle 57).

**Tabelle 57: Korrelation zwischen Energiebilanz und Milchmenge mit Angabe von Korrelationskoeffizienten ( r ), Irrtumswahrscheinlichkeit ( P ) und Anzahl der Milchproben ( N ) (SEGGEWISS 2004).**

<b>Laktationsmonat</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Energiebilanz [MJ NEL/d] – FCM [kg/d]</b>	<b>r</b>	- 0,25	- 0,24	- 0,30	- 0,15	0,10	0,19
	<b>P</b>	< 0,001	< 0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001
	<b>N</b>	250	912	1317	1361	1083	410

FCM=fat corrected milk

#### 4.2.1.3.1.5.2.3. Eiweißgehalt

Von der Pansenflora gebildetes, bakterielles Eiweiß bildet den größten Teil des Milcheiweißes. Ein weiterer, kleinerer Teil wird von pansenstabilem Futtereiweiß geliefert und der kleinste Anteil kommt von der Mobilisation aus Körperreserven. Je besser die Versorgung der Pansenmikroben mit den nötigen Substraten, desto höher der Proteingehalt der Milch (MANSFELD et HEUWIESER 2000).

So kann der Milcheiweißgehalt als Maßstab für die Energieversorgung, bzw. für die energetische Leistungsfähigkeit der Fütterung genutzt werden, da die Energieversorgung den limitierenden Faktor darstellt (MANSFELD et HEUWIESER 2000).

Sobald eine Störung der Pansenflora vorliegt, wirkt sich diese auf den Milcheiweißgehalt aus (MANSFELD et HEUWIESER 2000).

Milch von Holstein–Frisian–Kühen (HF) enthält normalerweise einen Durchschnittswert von 3,2 % Protein und ist genetisch fixiert. HAGERT (1992) fand einen Durchschnittswert von 3,2-3,39%, und GRIEVE (1986) gibt ihm mit 2,79-3,15% an.

In den Jahresberichten des LKV–Bayern (2001/2002/2003) werden Durchschnittswerte von 3,51% Milcheiweiß, bei über 3 Millionen untersuchten Milchkühen, angegeben (Tabelle 58).

**Tabelle 58: Durchschnittswerte für Milcheiweiß im Rahmen der Milchleistungsprüfung des LKV–Bayern (LKV 2001/2002/2003).**

	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
geprüfte Betriebe	34 893	34 090	33 134
geprüfte Tiere	1 033 923	1 011 281	1 017 134
Eiweiß–kg	223	225	230
Eiweiß–%	3,50	3,51	3,52

DUDA et SPANN (1991) untersuchten 1000 Betriebe und erstellten für verschiedene Rassen einen Milcheiweißmittelwert (Tabelle 59). Es zeigen sich keine relevanten Rasseunterschiede.

**Tabelle 59: Mittelwert für Milcheiweiß in Prozent bei verschiedenen Rassen (DUDA et SPANN 1991).**

<i>Rasse</i>	<i>Milcheiweiß in Prozent</i>
Fleckvieh	3,52
Braunvieh	3,49
Gelbvieh	3,58
Schwarzbunte	3,43
Rotbunte	3,30

Das Erreichen der Maximalleistung wird aber von zahlreichen individuellen und fütterungsbedingten Faktoren beeinflusst, (De PETERS et CANT 1992; SPOHR et al. 1992; HULLAR et BRAND 1993) die in der Tabelle 60 zusammengefasst sind.

**Tabelle 60: Faktoren, die den Milchproteingehalt beeinflussen (EMERY 1988).**

<i>Nicht fütterungsbedingt</i>		<i>Fütterungsbedingt</i>	
<b>Faktor</b>	<b>Richtung der Beeinflussung</b>	<b>Faktor</b>	<b>Richtung der Beeinflussung</b>
Frühlaktation	↑	Energieaufnahme ↑	↑ ↑
Laktationsspitze	↓	Energiemangel	↓ ↓
Kalbnummer ↑	↓	Nahrungsfett ↑	↓
Hohe Temperatur	↓	Rohfaser ↑	↓
Hohe Luftfeuchtigkeit	↓	Nahrungsproteinmangel	↓ ↓
Mastitis	↓ ↓		

Generell ist der Gehalt an Milchprotein zu Laktationsbeginn und in der Spätlaktation am höchsten. Bei der höchsten Milchleistung/Tag (Gipfelmilch) ist der Milcheiweißgehalt am niedrigsten. Nach einem vorübergehenden Anstieg zu Laktationsbeginn, der für eine intensive Mobilisierung von Körperproteinreserven spricht, kommt es zu einem starken Abfall, der auf die negative Energiebilanz

zurückzuführen ist. So wird der Milcheiweißgehalt stark vom Laktationsstadium beeinflusst (STAUFENBIEL et al. 1990a).

Aufgrund der laktationsbedingten Schwankungen liegt der Milcheiweißgehalt zwischen 3,0 und 3,8%. Die durch das Laktationsstadium bedingten Schwankungen sollten 0,6 % nicht übersteigen (ROSSOW 2003c).

In einer Untersuchung an 15 HF-Rindern wiesen energierestriktiv gefütterte Tiere über die gesamte Laktation einen signifikant niedrigen Milcheiweißgehalt auf (STAUFENBIEL et al. 1990a). Es wird ein Zusammenhang zwischen dem niedrigen Proteingehalt und der unzureichenden Energieversorgung, besonders dem Mangel an leicht verdaulichen Kohlenhydraten, die als Baustein für die Proteinsynthese fungieren, gesehen. Die niedrigen Proteinmengen der energierestriktiv versorgten Gruppen stehen in Übereinstimmung mit Ergebnissen von RÖHRMOSER et KIRCHGESSNER (1982). Sie stellten fest, dass die Milcheiweißproduktion von allen Milch Inhaltsstoffen bei einer Energierestriktion die relativ stärkste Einschränkung erfährt. Auch BURT (1958) berichtet ein kontinuierliches Absinken des Milcheiweißgehaltes, das bis zur dritten Woche einer Energierestriktion linear anhielt, und sich dann allmählich weiter fortsetzt.

LOTTHAMMER (1991) fand in seinen Untersuchungen ebenfalls einen Zusammenhang zwischen dem Milcheiweißgehalt und einer energierestriktiven Fütterung. In seinen Ergebnissen fanden sich hier vor allem in den ersten drei Wochen p. p. signifikante Unterschiede im Eiweißgehalt. Insgesamt beweist er mit seinen Untersuchungen einen Einfluss der mangelnden Energieversorgung auf den Milcheiweißgehalt und bestätigt damit Untersuchungen von COENEN (1979) und FARRIES (1983b).

Ein Absinken des Milcheiweißgehaltes nach einer energierestriktiven Fütterung wurde noch von weiteren Autoren in einfaktoriell angelegten Studien belegt (FLUX et PATCHELL 1954; WRIGHT et al. 1974; GORDON 1977). Der Milcheiweißgehalt nimmt mit zunehmender Ausprägung der negativen Energiebilanz ab (HEUER et al. 1999).

Es kommt zu keinen Folgewirkungen in Bezug auf die Eiweißmenge, wenn die Energiezufuhr wieder ausreichend ist (BURT 1958; WRIGHT et al. 1974; RÖHRMOSER et KIRCHGESSNER 1982).

JAGOS et al. (1991) versuchten einen Zusammenhang zwischen der Körperkondition und dem Milcheiweißgehalt herzustellen.

Eine Steigerung des Milcheiweißes ist durch die Fütterung nicht möglich (KAUFMANN 1976). Eine fütterungsbedingte Veränderung des Milcheiweißgehaltes ist nur durch eine Energierestriktion möglich, die zu einer Erniedrigung des Eiweißgehaltes in der Milch führt. Milcheiweißgehalte von unter 3,2% während der Laktationsspitze sind ein Hinweis für eine energetische Unterversorgung und somit für erhebliche Gewichtsverluste, auch an Muskeleiweiß. Diese Gewichtsverluste sind als Ausdruck einer Stoffwechselstörung zu sehen, wenn sie 30 kg überschreiten (KAUFMANN 1976).

In einigen Untersuchungen waren trotz einer postpartalen Energierestriktion in der ersten Laktationswoche hohe Milcheiweißwerte zu beobachten, was durch eine Mobilisation von Körpermasse mit Lieferung von Aminosäuren aus den Körperproteindepots erklärt wird (BOTTS et al 1979; BINES et HART 1982; OLDHAM 1984; CRISH et al.1986). Zu bedenken ist, dass in den ersten Laktationstagen die Proteinwerte der Milch noch durch die Kolostralphase beeinflusst werden (WITTENBURG et al. 1974). Ab dem 8. Laktationstag erreichen die Milchinhaltstoffe wieder Normalwerte. Milchinhaltstoffe wie Milchfett und -protein werden in den ersten 10 Tagen der Laktation durch die Kolostralphase beeinflusst und sollten deswegen nicht mit in die Analyse eingeschlossen werden (EICHER 2004).

SEGGEWISS (2004) konnte keinen statistischen Nachweis für einen positiven Zusammenhang zwischen Energieversorgung der Kühe und ihrem Milcheiweißgehalt führen. Sie konnte nur im ersten und dritten Monat der Laktation signifikante Korrelationen nachweisen. Die Korrelation im ersten Monat war negativ, was bedeutet, dass der Milcheiweißgehalt bei einer Verschlechterung der Energiebilanz ansteigt. Die Autorin rät von einer Rationsbeurteilung bezüglich ihres Energiegehaltes mit Hilfe des Milcheiweißgehaltes ab.

Zusätzlich zu der alimentär bedingten Beeinflussung dürfen die nicht alimentären Faktoren nicht übersehen werden.

Kühe ab der 5. Laktation haben einen um 0,4% verminderten Eiweißgehalt (EMERY 1988). Erstkalbinnen hingegen weisen zu Beginn der Laktation einen deutlich

niedrigeren Milcheiweißgehalt auf (STANTON et al. 1992). Warme Umgebungstemperaturen und feuchte Witterung können den Milcheiweißgehalt bis zu 0,2% senken (EMERY 1988).

Nach Ansicht der meisten Autoren ist der Milchproteingehalt also streng energieabhängig (FLUX et PATCHELL 1954; BURT 1958; WRIGHT et al. 1974; KAUFMANN 1976; GORDON 1977; COENEN 1979; GRAVERT 1980; RÖHRMOSER et KIRCHGESSNER 1982; FARRIES 1983b; De PETERS et SMITH 1986; STAUFENBIEL et al. 1990a; LOTTHAMMER 1991; JAGOS et al. 1991; HULLAR et BRAND 1993; EICHER et al. 2003).

Die Interpretation und Nutzung als Indikator für die energetische Versorgung der Kühe ist unterschiedlich und wird von den meisten Autoren nur in Zusammenhang mit anderen Parametern als sinnvoll erachtet.

Für SPOHR et al. (1992) und MANSFELD et HEUWIESER (2000) dient dieser Parameter zur Grobeinschätzung der Leistungsfähigkeit der Fütterung und muss immer in Beziehung zur Gemelksmenge beurteilt werden, da mit steigender Milchleistung der Eiweißgehalt der Milch sinkt.

Mit Hilfe der Milcheiweißgehalte kann das energetische Leistungsvermögen der Futtermittelration durch die Bestimmung des Schnittpunktes der Regressionsgeraden von Milcheiweißgehalt und –leistung mit einer Hilfslinie bei 3,3% (DEHNING 1989) bzw. 3,2% (SPOHR et WIESNER 1991) überprüft werden (im folgenden kurz Eiweißgerade genannt). Hierbei gibt der Schnittpunkt der Geraden an, bis zu welcher Gemelksleistung eine Milcheiweißkonzentration von durchschnittlich mindestens 3,2 % erfüllt werden kann. Für eine gesicherte Aussage reichen 10-20 Tiere aus allen Laktationsstadien (DEHNING 1989; SPOHR et WIESNER 1991). Diese Annahme wird von weiteren Autoren bestätigt (HAGEMEISTER 1981, FARRIES 1983b; LÜPPING 1990).

Eine Fütterungskorrektur kann den Schnittpunkt der Eiweißgeraden mit Hilfe einer Hilfslinie bei 3,2% Milcheiweiß verschieben (BEENING 1993). In mehreren Betrieben wurde dies durch veränderte Fütterungstechnik erreicht. Er gibt auch an, dass der von DEHNING (1989) und SPOHR et WIESNER (1991) beschriebene Schnittpunkt eher die Leistungsfähigkeit der Herde (Genetik, Fütterung, Betriebsmanagement)

und nicht nur die der Ration wiedergibt, wobei dieser ein erheblicher Anteil an der Leistungsfähigkeit der Herde zukommen dürfte.

Für DUDA et SPANN (1991) ist es wichtig den Eiweißgehalt mit dem Harnstoffgehalt der Milch in Verbindung zu bringen. Sie untersuchten die Bedeutung dieser beiden Milchinhaltstoffe in 1000 Betrieben und erstellten ein Beurteilungsschema (Tabelle 61). Harnstoff in der Milch kann einerseits durch eine Proteinübersversorgung im Futter entstehen, andererseits durch einen Energiemangel im Futter. Durch den Abbau von Futtereweiß kommt es im Pansen zur Bildung von Ammoniak, der entweder in Mikrobeneiweiß oder Harnstoff umgewandelt wird. Wenn Energie fehlt, kann er nicht weiter zu Mikrobeneiweiß umgebaut werden. Das Beurteilungsschema von DUDA et SPANN (1991) entspricht weitgehend der so genannten Neun-Felder-Tafel (siehe Kapitel 4.2.1.3.1.5.2.5. Harnstoffgehalt).

**Tabelle 61: Beurteilung der Eiweiß- und Harnstoffgehalte (DUDA et SPANN 1991).**

<b>Eiweiß %</b>	<b>Harnstoff mg/100ml</b>	<b>Beurteilung</b>
niedrig unter 3,2	unter 15 15-30 über 30	Energiemangel und Rohproteinmangel Energiemangel Energiemangel und Rohproteinüberschuss
mittel 3,30-3,80	unter 15 15-30 über 30	Rohproteinmangel Ausgeglichene Fütterung Rohproteinüberschuss
über 3,80	unter 15 15-30 über 30	Energieüberschuss und Rohproteinmangel Energieüberschuss Energieüberschuss und Rohproteinüberschuss

## 4.2.1.3.1.5.2.4. Fettgehalt

Wie in den vorherigen Kapiteln schon mehrfach erwähnt, baut die Kuh zu Beginn der Laktation vermehrt Körperfett ab, um den physiologischen Energiemangel zu kompensieren. Sie nutzt die dadurch entstehenden freien FS (nicht-veresterte-Fettsäuren, NEFA) als Energiequelle (EMERY 1988, FARRIES 1983b). Aus dieser erhöhten NEFA-Konzentration wird vermehrt Milchfett synthetisiert (FARRIES 1983b; BOISCLAIR et al. 1986; ROSSOW et al. 1990; SCHOLZ 1990; JAGOS et al. 1991; PEDRON et al. 1993; HEUER et al. 1999).

Die Durchschnittswerte für Milchfett werden mit 2,54% (HAGERT 1992) und zwischen 3,76 und 4,11% angegeben (GRIEVE 1986). Durchschnittswerte des LKV-Bayern sind der Tabelle 62 zu entnehmen.

**Tabelle 62: Durchschnittswerte für Milchfett im Rahmen der Milchleistungsprüfung des LKV-Bayern (LKV 2001,2002,2003).**

	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
geprüfte Betriebe	34 893	34 090	33 134
geprüfte Tiere	1 033 923	1 011 281	1 017 134
Fett – kg	265	269	271
Fett - %	4,16	4,18	4,15

DUDA et SPANN (1991) stellten in ihren Untersuchungen in 1000 Betrieben die Milchfettdurchschnittsgehalte verschiedener Rassen gegenüber (Tabelle 63).

**Tabelle 63: Mittelwert für Milchfett in Prozent bei verschiedenen Rassen (DUDA et SPANN 1991).**

<b>Rasse</b>	<b>Milchfettgehalt in Prozent</b>
Fleckvieh	4,15
Braunvieh	4,09
Gelbvieh	4,21
Schwarzbunte	4,29
Rotbunte	4,03

Während die von DUDA et SPANN (1991) untersuchten Rassen mit den Fettwerten nahe beieinander liegen, stellte PENNINGTON (2000) einen deutlichen

Rassenunterschied für den Fettgehalt fest. Während HF-Kühe einen durchschnittlichen Milchfettgehalt von 3,5-4% aufweisen, haben Jersey-Kühen oder Guernsey-Kühe einen Milchfettgehalt von 6% (SAMBRAUS 1996).

Die Zusammensetzung des Milchfettes ist laut PEDRON et al. (1993) abhängig von der Kondition zum Kalbezeitpunkt und reflektiert die verschiedenartige Utilisation von Körperfettreserven. Je geringer die Fettreserven einer Kuh ausgeprägt sind, desto höher ist die Konzentration an kurzkettigen FS, die ein Syntheseprodukt aus Azetat ruminalen Ursprungs darstellen. Gleichzeitig verringert sich die Konzentration an langkettigen, ungesättigten FS, welche hauptsächlich dem Körperfett entstammen. Bei Nutzung der Körperfettdepots zur Milchleistungssteigerung verschiebt sich das FS-Verhältnis in Richtung der langkettigen FS, insbesondere die Gehalte an Ölsäure und freien FS im Milchfett nehmen zu. Damit verschlechtern sich sowohl die guten diätetischen Eigenschaften des Milchfettes für die menschliche Ernährung als auch die industriellen Verarbeitungseigenschaften der Rohmilch (STAUFENBIEL et al. 1989c).

Generell kommt es zu einem Anstieg des Milchfettgehaltes zu Beginn der Laktation (FARRIES 1983a; SCHOLZ 1990; GRAVERT 1991), die den Energiemangel, den die Kuh durch die erhöhte Körperfettmobilisation zu kompensieren sucht, widerspiegelt (GIESECKE 1991; EICHER et al. 2003). ROSSOW (2003c) gibt den erhöhten Fettgehalt der Milch mit einem Prozentsatz von 4,3-4,5% an und beschreibt die Fettgehaltskurve bis Ende des 2. Laktationsmonates als rückläufig. Sie steigt mit dem Abfall der Milchleistung wieder an. Der höchste Milchfettgehalt wird in der Spätlaktation gemessen. Durch das Laktationsstadium bedingte Schwankungen, sollen nicht mehr als 0,5 % betragen.

Zu beachten ist, dass die Milchfettsynthese von alimentären und nicht alimentären Faktoren beeinflusst wird (Tabelle 64).

**Tabelle 64: Faktoren, welche den Milchfettgehalt beeinflussen (EMERY 1988).**

<i>Nicht fütterungsbedingt</i>		<i>Fütterungsbedingt</i>	
<b>Faktor</b>	<b>Richtung der Beeinflussung</b>	<b>Faktor</b>	<b>Richtung der Beeinflussung</b>
Frühlaktation	↑	Rohfaser	↑
Laktationsspitze	↓	Kauzeit	↑
Spätlaktation	↑	Pellets, Pressen	↓
Mastitis	↓	Konzentrate	↓
Hohe Temperatur	↓	Pansenpuffer	↑
Hohe Luftfeuchtigkeit	↓	Futterfett	variabel
Laktationsnummer	↓	Gesteigerte Futteraufnahme	↓

Eine andere Möglichkeit wäre eine Einteilung in endogene und exogene Faktoren. Endogenen Faktoren stehen grundsätzlich in Zusammenhang mit der Energiebilanz der Tiere (Mc GUIRE et BAUMANN 2003).

STAUFENBIEL et al. (1990a) zeigten in einem Versuch an energierestriktiv, ausgeglichen (Vergleichsgruppe) und energieüberschüssig gefütterten Tieren, dass der prozentuale Milchfettgehalt einem hochsignifikanten Einfluss der Laktationswoche unterliegt. In der ersten Woche p. p. treten die höchsten Werte auf (3,81%; 3,62%; 3,87%). Bis zur 27. Woche besteht eine fallende, danach wieder eine deutlich ansteigende Tendenz. Über die gesamte Laktation bestand kein signifikanter Einfluss der Versuchsgruppen. Der Milchfettgehalt der energierestriktiv ernährten Gruppe lag in der 1. Woche p. p. mit 7,21 % hochsignifikant über dem der anderen Gruppen (5,0%; 4,2%). Ab der 24. Woche p. p. pendelten sich die Werte von den energierestriktiv versorgten Tieren und der Vergleichsgruppe auf einem relativ einheitlichen Niveau ein.

KIRCHGESSNER et al. (1965) und GORDON (1977) sahen keine Beeinflussung des Milchfettgehaltes durch mangelnde Energiezufuhr.

In Untersuchungen der FS-muster fand eine Zunahme der langkettigen (vor allem Stearinsäure) und der langkettigen, ungesättigten FS (vor allem Ölsäure) als Folge der verstärkten Mobilisierung von Körperfett statt (GARDNER 1969a, WITTENBURG et al. 1974, FARRIES 1982). Der Anstieg der langkettigen, ungesättigten Ölsäure in dem Zeitraum der negativen Energiebilanz war am auffälligsten (RÖHRMOSER und KIRCHGESSNER 1982).

Parallel zum Milchfettgehalt steigt die Konzentration an Ketonkörpern an, was als deutlicher Hinweis auf erhebliche Belastungen im Energiestoffwechsel gedeutet wird (FARRIES 1983a). Nach Meinung des Autors kann ein hoher Milchfettgehalt unter bestimmten Voraussetzungen allein ein Hinweis auf Stoffwechselbelastungen sein. Ein Milchfettgehalt von über 5% war in den ersten drei Wochen p. p. mit einer signifikant höheren Frequenz von subklinischen Azetonämien verbunden (LOTTHAMMER 1991). Diese Beziehung war in etwas abgeschwächtem Maß bis zur 6. Woche p. p. vorhanden und dann wieder rückläufig.

Nach MANSFELD et HEUWIESER (2000) sollte sich der Milchfettgehalt während der Früh- und Hochlaktation zwischen 3,5% - 5,0% bewegen. Zu hohe Milchfettgehalte zu Beginn der Laktation weisen auf das vermehrte Vorliegen subklinischer Ketosen hin.

De VRIES et VEERKAMP (2000) wiesen darauf hin, dass eine stark negative Energiebilanz lediglich zu Laktationsbeginn mit erhöhten Milchfettgehalten einhergeht. Bereits in den ersten Wochen p. p. sinken diese auf unterdurchschnittliche Werte. Es besteht eine Korrelation zwischen der Energiebilanz und dem Milchfettgehalt von  $r = 0,60$  in den ersten 26 Laktationstagen; diese Korrelation fällt aber bis zum 180. Laktationstag auf  $r = 0,14$ . Weiter erwies sich die Fettleistung in g als schlechterer Indikator als der Fettprozentgehalt.

Demnach kann nicht der Milchfettgehalt selbst, sondern dessen Rückgang in der Früh- und Hochlaktation als Indikator für die Energieversorgung der Milchkuh herangezogen werden. Für De VRIES et VEERKAMP (2000) können Veränderungen im Milchfett auf eine subklinische Ketose in der frühen Laktation hindeuten. Sie stimmen mit dieser Ansicht mit den Untersuchungen von DRACKLEY et al. (1992) überein.

Bei wöchentlicher Bestimmung ist der Fettgehalt bei Stoffwechselstörungen nach Aussage von BAUER (1990) zur Stoffwechselüberwachung geeignet.

Die Milchfettkonzentration wird als leicht erkennbarer und interpretierbarer Indikator für die Energieversorgung bezeichnet, wobei sie sich im ersten Laktationsmonat als besonders indikativ erweist (SCHOLZ et al. 1990; LOTTHAMMER 1991). Für ROSSOW et al. (1990) stellt sie nur einen Teil des Gesamtsystems in der Stoffwechselüberwachung dar.

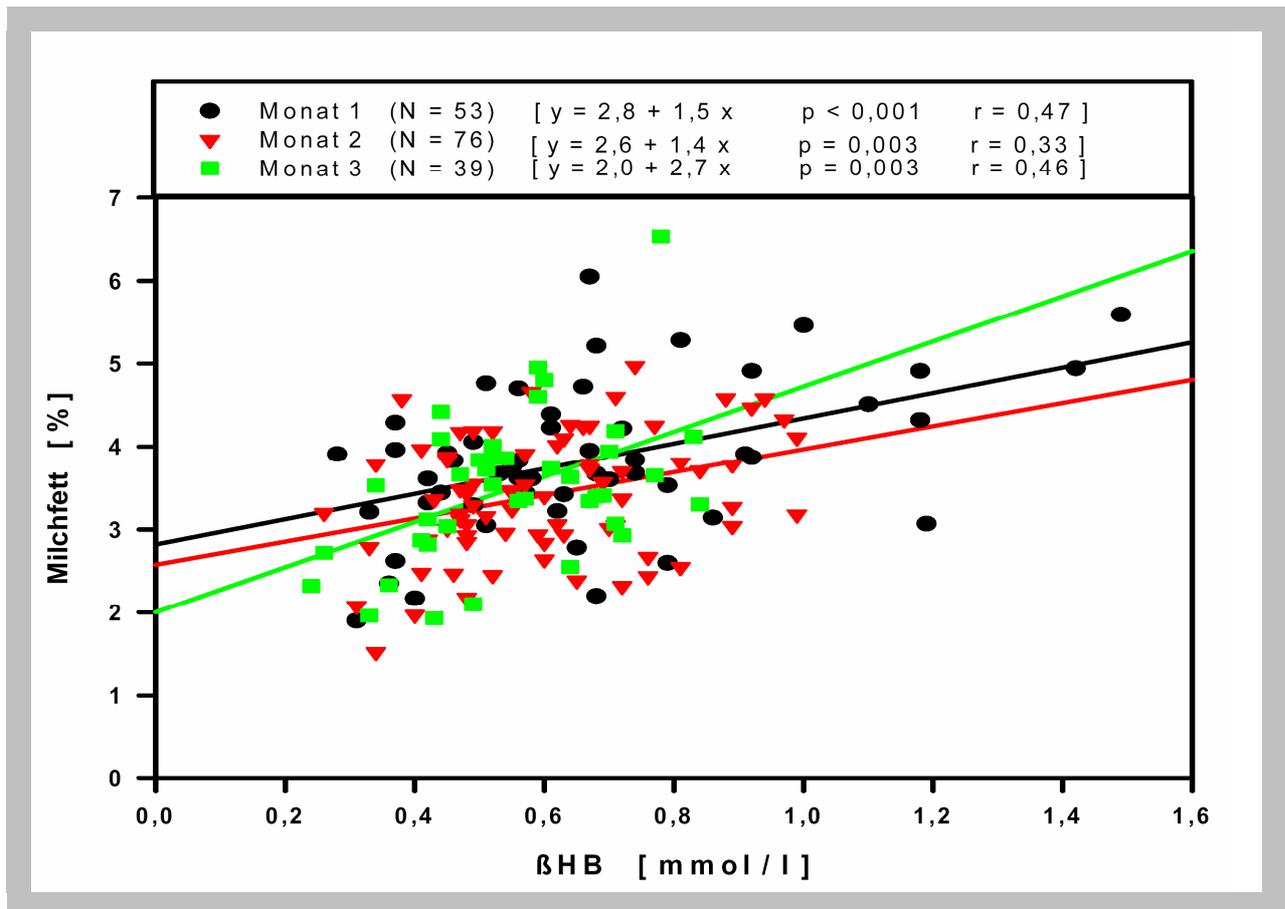
Für die meisten Autoren ist der Milchfettgehalt ein für die Stoffwechselüberwachung nützlicher Milchinhaltsstoff. Jedoch heben sie die Beziehung zwischen Milcheiweiß und Milchfett besonders hervor (EMERY 1988; SPOHR et WIESNER 1991; FISCHER et ENGELHARD 1996).

In den ersten Monaten ist eine negative Beziehung zwischen Energiebilanz und Fettgehalt der Milch relativ eng. Stark erhöhte Milchfettgehalte in dieser metabolisch anspruchsvollen Phase können als Warnsignal für energetische Mangelsituationen gedeutet werden. Zu beachten ist jedoch, dass der Milchfettgehalt starken Streuungen unterliegt (SEGGEWISS 2004).

Zwischen der Konzentration von  $\beta$ -Hydroxybutyrat im Blut und dem Milchfettgehalt konnte eine positive und hochsignifikante Korrelation festgestellt werden (Tabelle 65, Abb. 10). Damit wurde die Theorie, dass ein erhöhter Milchfettgehalt auf subklinische Ketosen mit erhöhten  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentrationen im Blut hinweisen kann, bestätigt (LOTTHAMMER 1991; De KRUIF et al. 1998).

**Tabelle 65: Korrelation zwischen NEFA(non-esterified-fatty-acid)-Konzentrationen [ $\mu\text{mol/l}$ ] und Milchfett [%] im 1., 2. und 3. Laktationsmonat (SEGGEWISS 2004).**

<b>Laktationsmonat</b>	<b>Korrelationskoeffizient <math>r</math></b>	<b>Irrtumswahrscheinlichkeit <math>P</math></b>	<b>Anzahl Proben</b>
<b>1</b>	0,26	0,059	53
<b>2</b>	0,05	0,634	81
<b>3</b>	-0,05	0,774	39



**Abb. 10: Regressionsgerade für die Beziehung zwischen  $\beta$ -Hydroxybutyrat – Konzentration und dem Fettgehalt in der Milch in den Laktationsmonaten 1, 2 und 3 (SEGGEWISS 2004).**

Tiere in den ersten Tagen der Laktation sollten nicht in eine Analyse miteinbezogen werden, da die Fettgehalte durch die Kolostrumbildung erhöht sind (EICHER 2004).

#### 4.2.1.3.1.5.2.5. Harnstoffgehalt

Der Harnstoffgehalt im Blut und in der Milch spiegelt das Gleichgewicht zwischen der Versorgung an abbaubaren Proteinen und an fermentierbaren Kohlenhydraten im Pansen wider (KIRCHGESSNER et al. 1986). Er hängt mit der Proteinsynthese sowie dem Proteinabbau des Gesamtorganismus (und speziell der Skelettmuskulatur) zusammen.

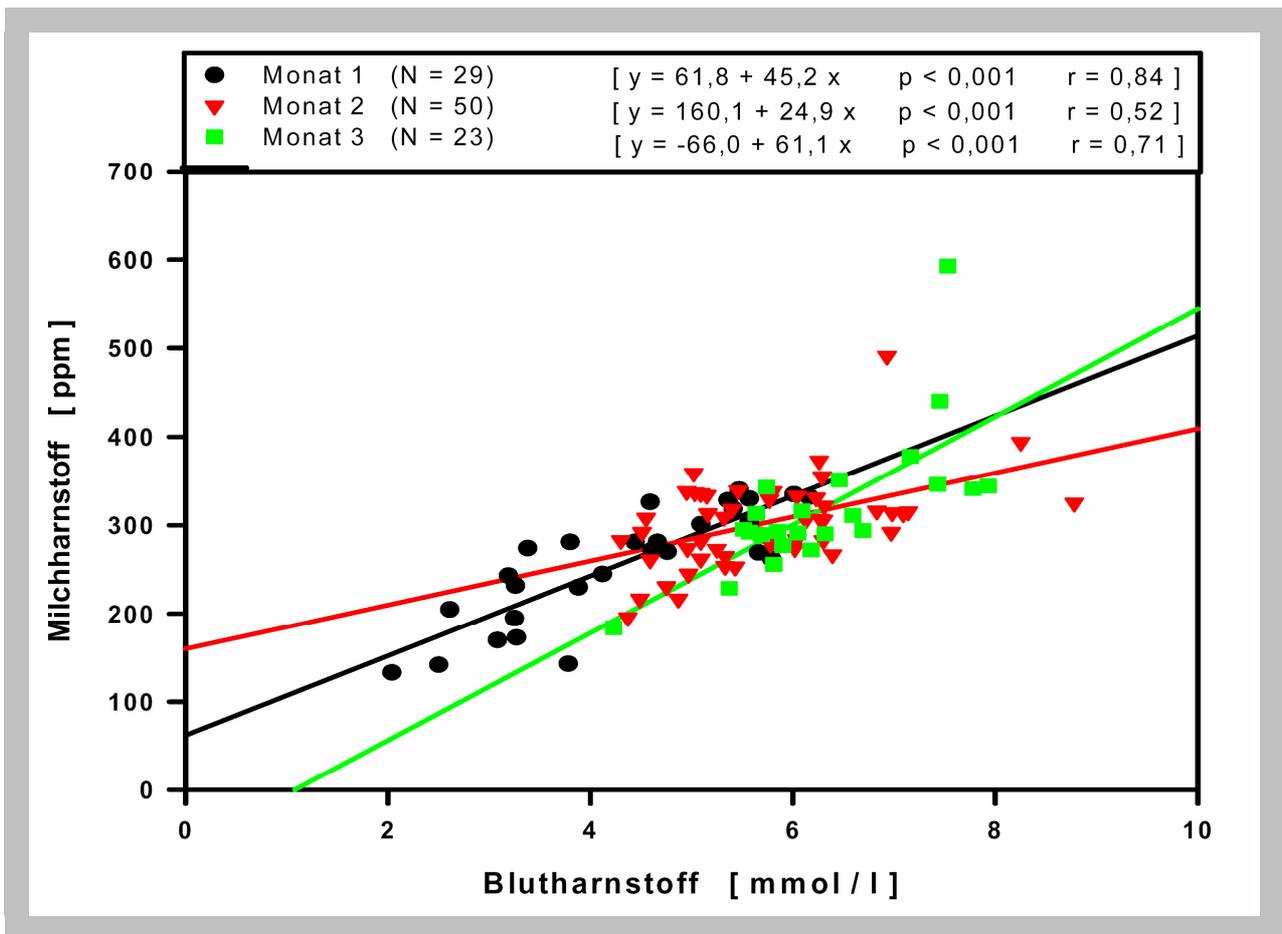
Durchschnittlich 70% des Futterproteins werden zu Ammoniak abgebaut, das wiederum die Grundlage für die Proteinsynthese der Pansenbakterien bildet (KAUFMANN 1982).

Der Nutzungsgrad des Ammoniaks ist abhängig von der im Pansen für das Bakterienwachstum in Form von Kohlenhydraten verfügbaren Energie. Nicht genutzter Ammoniak wird im Pansen absorbiert und gelangt über den rumino-hepatischen Kreislauf in die Leber. Dort wird er zu Harnstoff entgiftet und über die Niere, den Speichel und die Milch ausgeschieden (EICHER et al. 2003).

Da die Alveolarepithelzellen der Milchdrüse für Harnstoff permeabel sind, konnte von mehreren Autoren eine enge Beziehung zwischen Milch- und Blutharnstoffgehalt festgestellt werden. Die Korrelationskoeffizienten werden in einem Bereich von  $r = 0,52$  bis  $0,99$  (Tabelle 66). In der Abb. 11 wird der Zusammenhang zwischen Blut- und Milchwarnstoff noch verdeutlicht (SEGGEWISS 2004).

**Tabelle 66: Korrelationen zwischen dem Harnstoffgehalt in Blut und in der Milch von Rindern.**

<b>Autor (Jahr)</b>	<b>Korrelationskoeffizient</b>
ECKART (1980)	0,967-0,987
PIATKOWSKI (1982)	0,92-0,98
PARTSCHEFELD et al. (1982)	0,73
BEUTLAUSER (1982)	0,69-0,80
KAUFMANN et al. (1982)	0,94
OLTNER et WIKTORSON (1983)	0,91
OLTNER et al. (1985)	0,88
JACOBI et al. (1985)	0,78
LOBER et al. (1986)	0,88 (0,972-0,979)
BEENING (1993)	0,84
SEGGEWISS (2004)	0,52-0,84



**Abb. 11: Regressionsgeraden für die Beziehungen zwischen Blutharnstoff und Milchharnstoff in den Laktationsmonaten 1, 2 und 3 (SEGGEWISS 2004).**

Nach ECKART (1980) sind die Unterschiede zwischen Serum- und Milch-Harnstoffkonzentration vernachlässigbar gering und können in der Praxis einander gleichgesetzt werden.

(Gleichung:  $y = 0,07 + 0,91 x$  bzw.  $y = -2,71 + 1,08 x$ )

Angaben über physiologische Milch-Harnstoffkonzentrationen sind der Tabelle 67 zu entnehmen.

**Tabelle 67: Physiologische Harnstoffgehalte in Blut und Milch bei Rindern.**

<b>Autor</b>	<b>Harnstoff</b>		<b>Erläuterung</b>
	mg/dl	mmol/l	
ERBERSDOBLER et al. (1979)	15-25	2,5-4,2	Bei ausgeglichenem Verhältnis zwischen Protein- und Energieversorgung
ECKART (1980)	18-25	3,0-4,2	Bei ausgeglichener Protein- und Energieversorgung
PARTSCHEFELD et al. (1982)	15-24	2,5-4,0	Bei ausgeglichener Protein- und Energieversorgung
BURGSTALLER et al. (1983)	15-26	2,5-4,3	Bei bedarfsgerechter Protein- und Energieversorgung
OLTNER et WIKTORSSON (1983)	ca.30	5,0	Fütterung gemäß schwedischem Standard
FEDDERSEN (1984)	18-25	3,0-4,2	Bei ausgewogener Eiweiß- und Energieversorgung
KIRCHGESSNER et KREUZER (1985b)	14-25	2,3-4,2	Streuung der Einzelwerte bei Normversorgung
KIRCHGESSNER et KREUZER (1985b)	12-20 16-24 19-27	2,0-3,3 2,7-4,0 3,2-4,5	Veranschlagte Normwerte: - bei 10 kg Milch - bei 20 kg Milch - bei 30 kg Milch
REFSDAHL et al. (1985)	27,6	4,6	Normwert für Sammelmilchprobe einer Herde
SALEWSKI et al. (1991)	15-30	2,5-5,0	Bei ausgeglichener Protein- und Energieversorgung

Für OLTNER et al. (1985) lässt sich mit Sicherheit keine optimale Harnstoffkonzentration definieren, die für alle Laktationsstadien und Fütterungsbedingungen Gültigkeit hat, doch bleiben alle Angaben im Bereich von 15 bis 30 mg/dl.

Eine Untersuchung von 1000 Betrieben ergab vernachlässigbare Unterschiede zwischen den Milchharnstoffmittelwerten verschiedener Rassen (DUDA et SPANN 1991) (Tabelle 68).

**Tabelle 68: Mittelwerte für Milhharnstoff bei verschiedenen Rassen (DUDA et SPANN 1991).**

<i>Rasse</i>	<i>Milhharnstoff mg/dl</i>	<i>Standardabweichung</i>
Fleckvieh	20,8	8,5
Braunvieh	23,3	9,1
Gelbvieh	21,5	6,9
Schwarzbunte	20,4	8,2
Rotbunte	15,4	7,0

Den Einfluss tierindividueller Faktoren, wie Laktationsmonat und Laktationsnummer, zeigt Tabelle 69 (DUDA et SPANN 1991).

**Tabelle 69: Milhharnstoffgehalte von Fleckvieh, Braunvieh und Holstein Frisian in verschiedenen Laktationsmonaten und Laktationsnummern (DUDA et SPANN 1991).**

<b>Laktationsmonat</b>	Fleckvieh	Braunvieh	HF	<b>Laktationsnummer</b>	Fleckvieh	Braunvieh	HF
<b>1.</b>	19,4	21,1	16,2	<b>1.</b>	20,6	23,3	19,4
<b>2.</b>	20,5	22,9	18,9	<b>2.</b>	21,1	23,4	20,1
<b>3.</b>	21,0	23,0	19,9	<b>3.</b>	21,0	23,2	20,3
<b>4.</b>	21,2	23,4	20,1	<b>4.</b>	20,9	23,0	19,8
<b>5.</b>	21,2	23,3	20,3	<b>5.</b>	20,5	22,8	19,3
<b>6.</b>	21,0	23,0	20,9	<b>6.</b>	20,2	22,9	19,3
<b>7.</b>	20,9	23,4	20,3	<b>7.</b>	20,0	22,7	19,5
<b>8.</b>	20,7	23,1	20,4				
<b>9.</b>	20,5	23,3	20,1				
<b>10.</b>	20,3	23,7	19,8				
<b>11.</b>	20,0	23,3	19,6				

Danach beeinflussen Laktationsnummer und –monat die Höhe des Harnstoffgehaltes in der Milch nur wenig. Lediglich zu Beginn der Laktation liegt der Harnstoffgehalt etwa 10 Prozent unter dem Durchschnitt. Die Beeinflussung der tierindividuellen Faktoren auf die Höhe des Harnstoffgehaltes wurde anhand der Wiederholbarkeit untersucht. Diese liegt bei allen Rassen ungefähr bei nur 30 Prozent. Nur der Milhharnstoffgehalt der einzelnen Kuh besitzt Aussagekraft, im Gegensatz zu einer Mischmilchprobe (DUDA et SPANN 1991).

Bei der Bewertung des Milchharnstoffgehaltes muss berücksichtigt werden, dass die Stickstoffausscheidung mit der Milch leistungsabhängig ist (KIRCHGESSNER und KREUZER (1985b)). Jedes Kilogramm Milch (mit 3,4% Eiweiß), das eine Kuh mehr produziert, erlaubt, nach Meinung der Autoren, eine Verschiebung der Normwerte um 0,36 mg/dl nach oben.

Diese Meinung teilen auch STEINWIDDER et GRUBER (1999), OLTNER et al (1985a), CARLSSON et al. (1995) und VERITE et al (1995).

CARLSSON et PEHRSON (1994) gingen von einer Standardkonzentration an Milchharnstoff von 4,66-4,92 mmol/l aus. Sie haben in ihren Untersuchungen herausgefunden, dass bei einer Erhöhung an verdaulichem Rohprotein, zusammen mit einem normalen Energiegehalt, der durchschnittliche Milchharnstoffgehalt in Proportion zu dem Mehr an verdaulichem Rohprotein ansteigt. Im Gegenzug dazu fällt die Milchharnstoffkonzentration, wenn die Kuh mit Energie überversorgt und zur gleichen Zeit mit Protein unterversorgt ist. Ammoniak im Pansensaft ist die einzige Komponente die mit Milchharnstoff korreliert ist ( $r^2= 0,23$ ;  $r= 0,47$ ). Wenn man frühere Ergebnisse mit einbezieht, kann man den Referenzwert für den Milchharnstoffgehalt mit 4,0 bis 5,5 mmol/l angeben, vorausgesetzt die Kühe wurden konventionell gefüttert.

Hohe Proteingehalte im Futter führten in Untersuchungen von KAUFMANN (1982) an 900 Kühen zu hohen Milch–Harnstoffgehalten, die durch Energiemangel noch erhöht, durch Energieüberschuss dagegen gesenkt wurden. Für ihn ist der Proteingehalt der Ration, genauer das Verhältnis des fermentierbaren Proteins zur Energieversorgung, der entscheidende Faktor für die Höhe des Milchharnstoffgehaltes.

Veränderungen des Protein/Energie–Verhältnisses im Futter beeinflussten sofort die Harnstoffkonzentrationen in der Milch, wie OLTNER et al. (1985b) bei ihren Untersuchungen an 49 Tieren feststellten. Die Futteraufnahme und die Relation – Gehalt an verdaulichem Rohprotein zu Bedarf– hatten nur wenig Einfluss.

In einem Fütterungsversuch an 4 Tieren ermittelte ECKART (1980) bei einer ausgeglichenen Protein– und Energieversorgung Milchharnstoffkonzentrationen in einem Bereich von 15mg/100ml. Durch eine Erhöhung der Proteinversorgung, bei

gleich bleibender Energieversorgung, stiegen die Harnstoffgehalte in den Bereich von 60 mg/100ml.

Eine Untersuchung von KIRCHGESSNER et al. (1985) an eineiigen Zwillingen zeigte bei einer restriktiven Energiezufuhr (2/3 des Bedarfs) einen signifikanten Anstieg der Milchharnstoffkonzentration um 39% auf 29 mg/100ml, bei einer Proteinmangelfütterung einen Abfall um die Hälfte auf 9 mg/100ml. Bei bedarfsgerechter Fütterung lag der Wert bei etwa 20 mg/100ml.

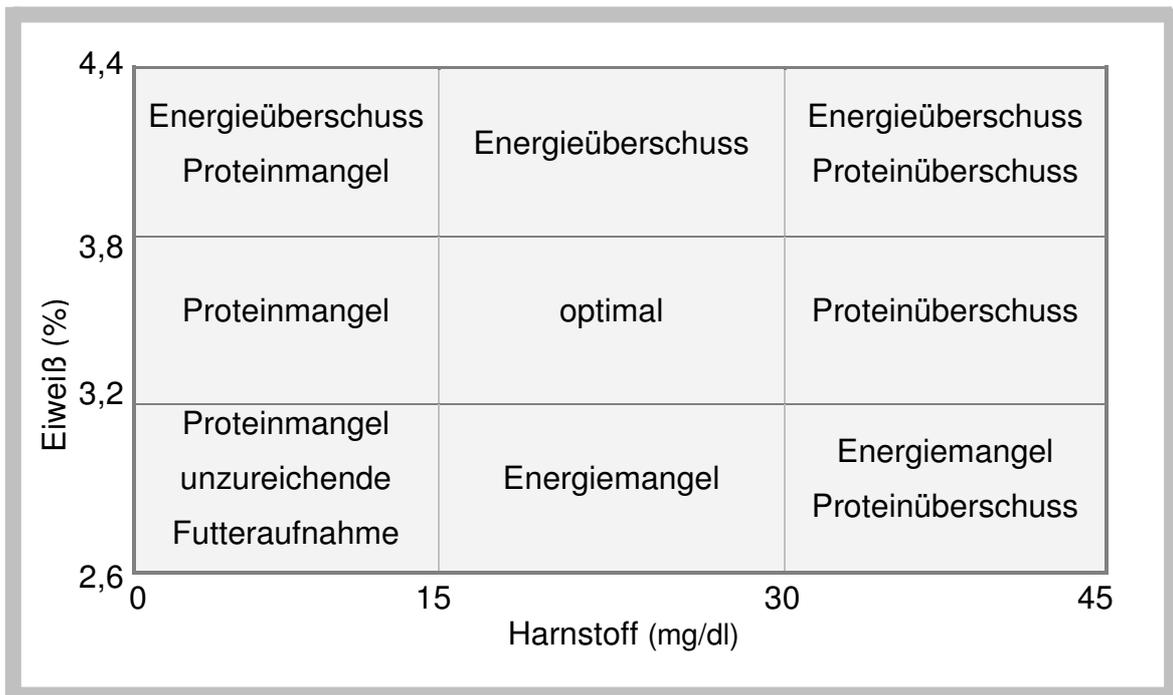
BEUTLHAUSER (1982) konnte in Feldversuchen an 12 Tieren nur zum Teil eine positive Korrelation zwischen „relativem Eiweißüberschuss“ und Milchharnstoffgehalt feststellen. In anderen Fällen fand er keine oder sogar negative Beziehungen. Einschränkend gilt dabei, dass sowohl seine Nährstoff- als auch seine Harnstoffanalysen mit relativ großer Ungenauigkeit behaftet waren.

OLTNER et WIKTORSSON (1983) kamen durch ihre Untersuchungen an 8 Tieren zu dem Ergebnis, dass der Hauptfaktor auf die Milchharnstoffkonzentration nicht die Menge an aufgenommenem Protein in Bezug auf den Bedarf war, sondern das Verhältnis von Protein und Energie in der Ration. So verändert sich bei gleichzeitigem Protein- und Energiemangel in der Ration der Harnstoffgehalt nicht. Seine Ergebnisse stimmen mit denen von ECKART (1980) und KAUFMANN (1982) überein. Die Art der Fehlversorgung lässt sich daher nicht aus dem Harnstoffwert allein ablesen.

Für die differenzierte Betrachtung der Energie- und auch Eiweißversorgung der Milchkuh sollte als zusätzlicher Parameter der Eiweißgehalt der Milch berücksichtigt werden (KAUFMANN 1982; FEDDERSEN 1984; KIRCHGESSNER et al. 1986; MOHRENSTECHEER–STRIE 1988). Der Eiweißgehalt der Milch wird, im Gegensatz zum Harnstoffgehalt, vor allem durch Energiemangel, weniger durch die Proteinversorgung beeinflusst, wie im Kapitel Energieversorgung beschrieben (EBERSDOBLER et al. 1980; KAUFMANN 1982; KIRCHGESSNER et KREUZER 1985a).

Um die in der Milchleistungsprüfung ermittelten Eiweiß- und Harnstoffgehalte der Milch einander gegenüberzustellen wird in der Praxis die Neun–Felder–Tafel zu Hilfe genommen. Diese geht auf eine Initiative des Landeskontrollverbandes Rheinland (1993) zurück.

Die Neun-Felder-Tafel wird in Abb. 12 dargestellt.



**Abb. 12: Neun-Felder-Tafel zur Beurteilung der Fütterungssituation (SPOHR et WIESNER 1991).**

SEGGEWISS (2004) untersuchte die Genauigkeit der Neun-Felder-Tafel in Bezug auf die Energie- und Proteinbilanz.

Besonders im ersten Laktationsmonat werden mit Hilfe der Neun-Felder-Tafel in nur 13,8% der Fälle korrekte Aussagen über die tatsächliche Situation des Tieres getroffen. Dies macht deutlich, dass besonders in der schwierigen Phase der Früh-laktation die Energie- und Proteinversorgung der Tiere mit Hilfe der Neun-Felder-Tafel nicht hinreichend beurteilt werden kann.

Im weiteren Verlauf der Laktation wurden die Ergebnisse bei Anwendung der Neun-Felder-Tafel etwas genauer. Die Beurteilung der energetischen Versorgung der Tiere blieb aber weiterhin problematisch, weniger als die Hälfte der getroffenen Aussagen waren korrekt.

Ab dem dritten Monat p. p. konnte die Energiebilanz nur noch bei den Tieren richtig beurteilt werden, bei denen sie ausgeglichen war.

Die Fehleinschätzungen wurden mit fortschreitender Laktation geringer. Dies kann aber auch mit der sinkenden Zahl an mit Energie unterversorgten Tieren zusammenhängen. Eine energetische Unterversorgung kann mit Hilfe der

Milchinhaltsstoffe nicht zuverlässig nachgewiesen werden. Daher wird die Beurteilung des energetischen Status mit Hilfe der Neun-Felder-Tafel abgelehnt (SEGGEWISS 2004). Durch die Einführung von nXP und RNB als Bewertungsgrößen wird eine Weiterentwicklung dieses Interpretationssystems gefordert und es scheint eine genauere Analyse möglich zu sein (SPIEKERS und POTTHAST 2004).

Der Zeitpunkt der Probenziehung innerhalb einer Melkzeit ist unerheblich. Da der Harnstoffgehalt im Abendgemelk jedoch höher ist, sollte, um einen repräsentativen Wert zu erhalten, jeweils aus dem Morgen- und Abendgemelk eine Milchprobe gezogen werden (FEDDERSEN 1984).

STEINWIDDER et GRUBER (1999) untersuchten an 12 Kühen, wie groß der Einfluss des Fütterungszeitpunktes auf den Milchharnstoffgehalt ist. Ihre Ergebnisse zeigen keine Abhängigkeit der tageszeitlichen Probennahme oder des Fütterungszeitpunktes auf den Milchharnstoffgehalt.

Im Widerspruch dazu stehen die Ergebnisse von GUSTAFSSON et PALMQUIST (1993) und DEHARENG et al. (1996), die eine Veränderung des Harnstoffgehaltes 1–4 Stunden nach der Fütterung beschrieben. Andere Untersuchungen konnten im Tagesverlauf schwankende Milchharnstoffwerte feststellen (CARLSSON et BERGSTRÖM 1994; Rodriguez et al. 1997; BRODERICK et CLAYTON 1997).

Bei Kühen, welche keine Möglichkeit zur kontinuierlichen Futteraufnahme hatten, konnten stärkere Schwankungen der Serum- und Milchharnstoffgehalte gefunden werden (GUSTAFSSON et PALMQUIST 1993).

HOFFMANN und STEINHÖFEL (1990) schließen eine Eignung des Harnstoffgehaltes für eine repräsentative Aussage in den ersten 3 Tagen nach dem Abkalben aus, da es hier zu ungerichtet hohen Variationen der Harnstoffkonzentration in ihren Untersuchungen kam.

#### 4.2.1.3.1.5.2.6. Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ)

Bringt man die Milchparameter Milchprotein und Milchfett in Zusammenhang, so ergibt sich der so genannte Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ). Dieser liegt, wenn er mit der Tagesmilchleistung in Beziehung gesetzt wird, in einem Normbereich zwischen

den Werten 1,0 und 1,5; wobei sich der Optimalbereich zwischen 1,0 und 1,25 befindet (SPOHR et al. 1992). Für die Festsetzung dieses Wertes wurden Leberenzyme, BHB, freie FS, Gesamtbilirubin und Glukosewert im Blut als Kontrollwerte gemessen (SPOHR et al. 1992).

GRIEVE et al. (1986) fanden als eine der Ersten einen engen Zusammenhang zwischen FEQ und Energiebilanz der Kuh und stuften den FEQ als ein sensitives Mittel für die Kontrolle der Energiebilanz ein, da dieser auch Veränderungen nur eines Bestandteiles erkennt.

Der FEQ ist für die Erkennung von ketosegefährdeten Kühen geeignet (MANSFELD et HEUWIESER 2000).

Mit zunehmender Ausprägung der negativen Energiebilanz nimmt der Milchfettgehalt zu und gleichzeitig der Milchproteingehalt ab. Ein FEQ über 1,5 ist mit einer höheren Milchleistung bei gleichzeitiger Zunahme peripartaler Krankheiten und schlechterer reproduktiver Leistungsfähigkeit verbunden (HEUER et al. 1999).

Eine unzureichende Energieaufnahme steigert den FEQ (DIRKSEN 1994).

GRAVERT (1991) fand in Fütterungsversuchen an 240 Kühen, zwischen FEQ und Energiebilanz eine enge und signifikante Beziehung ( $r = -0,53, -0,42, -0,44, -0,34$  im 1.–4. Laktationsmonat), und sah diesen Parameter gegenüber der Milchazetonbestimmung als gleichwertig an. Zumal er, im Gegensatz zu Milchazeton mit dessen Beeinflussung durch Buttersäure, nicht dem Einfluss von Futterkomponenten unterliegt (GRAVERT et al. 1986, SCHNEIDER 1987, DRACKLEY et al. 1992). Allerdings sind die ermittelten Korrelationskoeffizienten nicht ausreichend hoch, um eine eindeutige Diagnose am Einzeltier zu erstellen. Für eine sichere Diagnose sind mindestens 15 Tiere erforderlich, so dass dieser Parameter nur auf Bestandesebene genügend Aussagekraft hat (SPOHR et al. 1992). Daneben bemerken dieselben Autoren, dass der FEQ im Vergleich zu den Ketonkörpern ohne finanziellen Aufwand zu erstellen ist und in regelmäßigen Intervallen zur Verfügung steht.

REIST et al (2002) überprüfte die Korrelation zwischen FEQ und Energiebilanz und kam zu Korrelationen von  $r = -0,3$  bis  $-0,6$ . In der entscheidenden Phase der Früh-laktation waren die Korrelationskoeffizienten am höchsten ( $r = -0,44$  bzw.  $r = -0,59$ ), so dass man zu der Vermutung kommt, dass Energiemangelzustände zu Laktationsbeginn sich in diesem Parameter am deutlichsten niederschlagen.

Dennoch sollte die Aussagekraft unter Vorbehalt gesehen werden, da die Beziehungen zwischen FEQ und Energiebilanz in Untersuchungen von SEGGEWISS (2004) mit einem mittleren Korrelationskoeffizienten von -0,37 im Verlauf der ersten sechs Laktationsmonate eher gering sind und Auswirkungen der Energiebilanz durch die weite Streuung der Parameter überdeckt werden können. Sie bestätigt die Aussage von REIST et al. (2002), dass durch die schwachen Korrelationen von Milchfettgehalt und FEQ eine Abschätzung der Energieversorgung des Einzeltieres nicht möglich ist. Erst eine ausreichend große Probenzahl ermöglicht eine sichere Auswertung der Milchproben in dieser Hinsicht. Eine Herdengröße von mindestens 100 Tieren (saisonale Abkalbung) bzw. mindestens 400 Tieren (asaisonale Abkalbung) ist die Voraussetzung für eine sichere Abschätzung der Energieversorgung auf Herdenbasis für die einzelnen Wochen in der Früh-laktation (REIST et al. 2002).

STEINWIDDER et GRUBER (1999) fanden in ihren Untersuchungen keinen Einfluss der Energieversorgung auf den FEQ. Sie untersuchten allerdings den Zeitraum des Laktationsbeginnes nicht. Nach GRIEVE et al. (1986) stellt der FEQ zu Laktationsbeginn ein besseres Maß für die Beurteilung der Energieversorgung dar. Der FEQ zeigt laut HAGERT (1992) zu etwa 70% die Energieversorgung von Milchkühen richtig an, wobei ein FEQ von  $< 1,4$  als Zeichen ausreichender, ein solcher  $>1,4$  als Zeichen unzureichender Energieversorgung angenommen wird. Hohe Fett- und niedrige Eiweißgehalte (also ein FEQ über 1,5) deuten besonders zu Beginn der Laktation bis etwa zum 4. Laktationsmonat auf eine unzureichende Energieversorgung hin (SCHOLZ 1990; GRAVERT et al. 1991). Daher eigne sich der FEQ als Kontrolle der Energieversorgung (GRAVERT et al. 1991; HAGERT 1992). Weitere Autoren machten Angaben, welcher FEQ als Hinweis auf Energiemangel bzw. eine Ketose dient (Tabelle 70).

**Tabelle 70: Grenzwerte für den Fett–Eiweiß–Quotient als Hinweis auf Energiemangel bzw. Ketose.**

<i>Quelle</i>	<i>Fett–Eiweiß–Quotient</i>
<b>WOLTER et al. (1999) VAGTS (1999)</b>	<b>&gt; 1,3</b>
<b>HAGERT (1992)</b>	<b>&gt; 1,4</b>
<b>HAGMÜLLER (2002) HEUER et al. (1999)</b>	<b>&gt; 1,5</b>
<b>MARTIN et al. (2007)</b>	<b>&gt; 1,5</b>

#### 4.2.1.3.1.5.2.7. Ketonkörper

Die quantitativ ins Gewicht fallenden Ketonkörper sind Azetazetat (AA),  $\beta$ -Hydroxybutyrat (BHB) und Azeton. Azetazetat entsteht bei der Kondensation von aus der  $\beta$ -Oxidation entstammenden Azetyl–CoA–Molekülen in den Mitochondrien der Hepatozyten. Im Zytosol kann Azetazetat enzymatisch zu  $\beta$ -Hydroxybutyrat umgewandelt werden, oder es entsteht daraus durch spontane Decarboxylierung Azeton (HERDT 1988a).

In der Milch beträgt das Verhältnis von BHB zu AA unabhängig von der Gesamt–Ketonkörperkonzentration der Milch 2:1 bis 3:1 (HORBER et al. 1980). Der AA–anteil macht nur etwa 10 bis 20% der Azeton–Azetazetat–Fraktion aus (ANDERSSON 1984; DIEKMANN 1986a) (Tabelle 71).

**Tabelle 71: Physiologische Ketonkörperkonzentrationen in der Milch (in mmol/l) nach Angaben im Schrifttum (DIEKMANN 1986; HAGERT 1992;)  $\beta$ -Hydroxybutyrat (BHB); Azetazetat (AA), Azeton.**

<i>Medium</i>	<i>BHB</i>	<i>AA</i>	<i>Azeton</i>	<i>Autor</i>
Milch	0,05	0,02	0,03-0,14 0,03-0,05	STEGER et al. (1972) PIATKOWSKI (1975) MÄDER (1980)
	0,01-0,73	0,07-0,75	0,05 <0,40 <0,25	UNGLAUB (1983) ANDERSSON (1984) DARGEL (1987) GRAVERT et al. (1991)

In vielen Untersuchungen wurden Blut- und Milchketonkörpergehalt bestimmt und deren Korrelation zueinander ermittelt.

SCHULTZ et MYERS (1959) fanden einen Korrelationskoeffizienten von  $r=0,87$  zwischen Azeton und AA und für Azeton und BHB einen Korrelationskoeffizienten von  $r=0,36$ .

ANDERSSON (1984) schaltete rechnerisch die Faktoren Laktationsnummer, Kuh und Laktationswoche für BHB aus und konnte dann keine Beziehung zwischen Blut- und Milchkonzentration ermitteln.

In weiteren Untersuchungen wurden Korrelationen zwischen Azetongehalten in Blut und Milch ermittelt (Tabelle 72).

**Tabelle 72: Beziehungen zwischen den Azetonkonzentrationen in Blut und Milch.**

<i>Autor/Jahr</i>	<i>Korrelationskoeffizient</i>
STEGER et al. (1972)	0,85 (Gesamt-Blutketonkörpergehalt zu Milch-Azetonkonzentration)
UNGLAUB (1983)	0,40
ANDERSSON (1984)	0,96 (partielle Korrelation nach Ausschaltung der Effekte Laktationsnummer, Kuh und Laktationswoche)
DIEKMANN (1986)	0,98

Nach SCHULTZ und MYERS (1959) belief sich die Milch–Ketonkörperkonzentration gesunder Kühe auf 47% und die kranker Tiere auf 37% des jeweiligen Ketonkörpergehaltes im Blut. HORBER et al. (1980) bestimmten lediglich die BHB und AA–konzentration und kamen zu dem Ergebnis, dass in der Milch gesunder Kühe der AA– und BHB –Anteil etwa 10 bis 20% der Blutwerte entspricht.

In seinen Untersuchungen ermittelte DIEKMANN (1986), dass die Azetonkonzentration des Blutes um ca. ein Drittel höher war als der der Milch. Einen sprunghaften Anstieg der Azetonkonzentration bei einer Gesamt–Ketonkörperkonzentration im Blut über 5 mg/dl beobachteten STEGER et al. (1972) und bestätigten damit auch Ergebnisse von ANDERSSON (1984). Betrug bei einer Blut–Gesamt–Ketonkörperkonzentration  $\leq 5$  mg/dl die Milch–Azetonkonzentration nur ein Zwölftel bis Vierundzwanzigstel davon, so belief sich die Milch–Azetonkonzentration auf ein Fünftel der Gesamt–Ketonkörperkonzentration im Blut, wenn diese einen Wert von 10 bis 20 mg/dl erreichte. Die Verhältnisse der Milchazetonkonzentration sind von der Höhe der Gesamt–Ketonkörperkonzentration im Blut abhängig.

Viele Autoren versuchten anhand der Konzentrationen der Ketonkörper in Blut oder Milch Grenzwerte für die Übergangszonen von normalen Werten zu einer subklinischen, und zu einer klinischen Ketose zu definieren.

Um diese Werte zu erhalten, müsste man die niedrigste Konzentration ermitteln, bei der nachweisbar negative Auswirkungen auf Milchleistung, Fruchtbarkeit und Gesundheit entstehen, was schwer durchzuführen ist (ANDERSSON 1988). Eine Unterscheidung zwischen physiologischer Hyperketonämie und einer subklinischen Ketose ist schwierig (HORBER et al. 1980). Aufgrund ihrer Untersuchungsergebnisse an 3078 Kühen in 126 Herden schlugen ANDERSSON et EMANUELSON (1985) folgende Einteilung für die Beurteilung der Milch–Azeton–Konzentrationen vor (Tabelle 73):

**Tabelle 73: Einteilung für die Beurteilung der Milchazetonkonzentrationen (ANDERSSON et EMANUELSON 1985).**

<i>Milchazeton in mmol/l</i>	<i>Einstufung und Bewertung</i>
<p style="text-align: center;">&lt; 0,4 0,41–1,00 1,01–2,00 &gt; 2,01</p>	<p style="text-align: center;"><b>Normalbereich</b> <b>Leicht bis mäßige Hyperketonämie</b> <b>Risikobereich für klinische Symptome</b> <b>Fast immer klinische Erscheinungen</b></p>

Als höchste Konzentration bei einer symptomfreien Kuh wurden 2,20 mmol/l und als niedrigsten Milch–Azetongehalt bei einem Tier mit klinischen Erscheinungen wurden 1,03 mmol/l gefunden.

GIRSCHEWSKI et al. (1977) sahen Milchazetonkonzentrationen über 0,17 mmol/l als erhöht und Werte von 0,34 mmol/l als sicheres Anzeichen einer subklinischen Ketose an. Erst bei Werten über 0,43 mmol/l beobachteten sie klinische Erscheinungen.

In der postprandialen endokrinen Umstellungsphase ist ein Milchazetongehalt über 0,12 mmol/l nicht anzustreben. Eine „physiologische Azetonämie“ solle innerhalb von acht bis zehn Wochen p. p. abgeklungen sein (UNGLAUB 1983).

Bei diesen Berechnungen darf allerdings nicht außer Acht gelassen werden, dass sich mit steigender Gesamt–Ketonkörperkonzentration der relative Anteil der einzelnen Ketonkörper an der Gesamt–Ketonkörperkonzentration ändert (STEGER et al. 1972).

Inwieweit Ketonkörper in der Milch als Indikatoren für eine Stoffwechselkontrolle herangezogen werden, wird in der Literatur unterschiedlich bewertet. Für DIRKSEN et BREITNER (1993) eignet sich die Bestimmung von BHB in der Milch für eine Kontrolle des Energiestoffwechsels auf Herdenbasis. Er stimmt darin mit BERGER (1995) überein.

Für STEGER et al. (1972), PIATKOWSKI et al. (1974), UNGLAUB (1983), GRAVERT et al (1986), HAGERT (1992) und MIETTINEN (1993) ist der Milchazetongehalt als Indikator für die Energiedefizite verwendbar, während JENSEN (1990) dies nur im Zusammenhang mit Betriebseffekten bestätigen kann. Für ihn bietet der Azetonwert der Tankmilch einen guten Indikator für die Silagequalität. Für STEEN et al. (1996) bietet die Tankmilch einen guten Indikator für das Ketoserisiko der Herden.

DIEKMANN (1986) und WENNINGER (1992) halten den Milchazetonwert nur in Verbindung mit anderen Milchleistungsdaten für einen ausreichend genauen Parameter der Energiebilanz.

SCHOLZ (1990) bewertet Ketonkörper in der Milch als nicht sensibel genug.

Für ANDERSSON (1984) ist die routinemäßige Kontrolle des Milchazetongehaltes wertvoll für die Prävention von subklinischer und klinischer Ketose.

#### 4.2.1.3.1.5.3. Harnuntersuchung

Die Ketonkörperbestimmung im Harn stellt eine Möglichkeit dar, den Energiestatus zu beurteilen, und bietet sich gerade für orientierende Zwecke an (KRAFT et DÜRR 1999). Angaben zu physiologischen Ketonkörperkonzentrationen im Harn gibt es nur wenige (Tabelle 74).

**Tabelle 74: Physiologische Ketonkörperkonzentrationen im Harn (in mmol/l) nach Angaben im Schrifttum (DIEKMANN 1986)  $\beta$ -Hydroxybutyrat (BHB); Azetazetat (AA).**

<b>Autor</b>	<b>BHB</b>	<b>AA</b>	<b>Gesamtketonkörperkonzentration</b>	<b>Bewertung</b>
MÄDER (1980)	0,39	1,49		
KRAFT et DÜRR (1999)			< 2,6	physiologisch
			2,6-12,0	subklinische Ketose
			> 12,0 (> 25)	klinisch manifeste Ketose

Die Bestimmung der Ketonkörperkonzentration im Harn gibt eine gute Aussage über eine klinische Ketose. Subklinische Zustände sind darüber nicht oder nur bedingt zu klären (HAGERT 1992).

Gerade für die Bestandsbetreuung bieten sich Harnteststreifen als eine schnelle und billige Untersuchungsmöglichkeit an (JEPPESEN et al. 2006).

Um die Aussagekraft von Harnteststreifen zu prüfen, wurden Ketonkörperkonzentrationen im Harn mit BHB-Konzentrationen im Blut verglichen (HAGMÜLLER 2002). Die Ergebnisse dieser Untersuchung waren:

- Die Sensitivität der Testmethode ist gering. Nur 43% der durch die Blutanalyse als gefährdet bezeichneten Tiere wurden vom Schnelltest als solche erkannt.
- Die Spezifität der Methode ist sehr hoch. 99% der Tiere mit BHB-Werten  $\leq 1$  mmol/l wurden vom Schnelltest als ungefährdet erkannt.
- Der Korrelationskoeffizient zwischen Blut- und Harnwerten lag bei 0,83.

JEPPESEN et al. (2006) kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Die Wahrscheinlichkeit ein positives Ergebnis als solches zu erkennen liegt bei 83%, ein negatives zu erkennen bei 93%. Die Genauigkeit der Teststreifen ist gering.

4.2.1.3.1.5.4. Kotuntersuchung: siehe 4.2.1.3.2. Strukturversorgung

4.2.1.3.1.5.5. Leberbiopsie

Die Leberbiopsie kann auf der rechten Seite, unterhalb einer horizontalen gedachten Linie durch das Tuber coxae (GRÖHN et al. 1982), im 10. Intercostalraum (HERDT et al. 1983) oder im 11. Intercostalraum (LOOSMORE et ALLCROFT 1951; SMART et NORTHCOTE 1985) durchgeführt werden.

Metabolische Erkrankungen betreffen das ganze Organ und führen zu diffusen Veränderungen. Daher kann eine blind genommene Leberprobe auf den Zustand des ganzen Organs schließen lassen (KARSAI et SCHÄFER 1984).

Leberbiopsien können schnell und ohne Folgeerscheinungen für das Tier entnommen werden (LOOSMORE et ALLCROFT 1951; HERDT et al. 1983; SMART et NORTHCOTE 1985; STAUFENBIEL et al. 1991b). Auch wurde kein Einfluss auf die Milchleistung (SMART et NORTHCOTE 1985) oder die Futtertrockenmasseaufnahme (VAZQUEZ-ANON et al. 1994) festgestellt.

Die Bestimmung des Leberfettgehaltes mit Hilfe der Leberbiopsie stellt für viele Autoren die genaueste Methode, das Ausmaß einer Leberverfettung zu ermitteln, dar. Im Gegensatz zu Blutuntersuchungsgrößen ist der Leberfettgehalt eine stabile Messgröße (GRÖHN et al. 1983; KARSAI et SCHÄFER 1984; RAYSSIGUIER et al. 1988; JOHANNSEN et al. 1990; FRERKING et al. 1991; STAUFENBIEL et al. 1993b; MOORE 1997; STAUFENBIEL 1999).

Für CEBRA et al. (1997) ist die Beurteilung schwierig, da nicht erkannt werden kann, ob eine verfettete Leber Folge des Fettlebersyndroms, der Ketose oder von beidem ist.

Ein schneller quantitativer Test den Leberfettgehalt zu bestimmen ist der Kupfersulfattest nach HERDT (HERDT et al. 1983). Das Verfahren beruht auf dem Auftrieb des Lebergewebes in Kupfersulfatlösungen unterschiedlicher Dichte. Jede spezifische Dichte entspricht einem spezifischen Leberfettgehalt in Prozent. Die Leberstücke werden der Reihe nach in die Lösungen (höchste Dichte zuerst) gegeben. Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis das Leberstück zu Boden sinkt. Der spezifische Leberfettgehalt wird anhand der spezifischen Gravidität des Lebergewebes ermittelt.

SCHÄFER et FÜRLL (1990) beurteilen diesen Test als „brauchbar“ für die klinische Praxis. Er ermöglicht eine rasche diagnostische und prognostische Entscheidung.

Im Kupfersulfattest beträgt der normale Leberfettgehalt bei unbelasteten Tieren nicht mehr als 6% und steigt bei stabilem Stoffwechsel nach der Geburt bis auf maximal 12%. Bei starkem Fettabbau können auch Gehalte von 30% und mehr gemessen werden (FÜRLL 1997). Physiologische Leberfettgehalte zwei Wochen p. p. betragen 15% (GERLOFF et HERDT 1984; STAUFENBIEL et LÜGNER 1987).

Eine Bewertung der Leberfettgehalte im Kupfersulfattest ist in Tabelle 75 dargestellt.

**Tabelle 75: Bewertung des prozentualen Leberfettgehaltes (HERDT et al. 1983)**

<b>Fettanteil in %</b>	<b>Bewertung</b>
>34%	schwere Fettleber; Tiere leiden wahrscheinlich an einer klinisch manifesten Leberinsuffizienz
25–34%	moderate Fettleber; Tiere können an Leberinsuffizienz leiden
13–25%	milde Fettleber
<13%	keine klinischen Auswirkungen

Viele Autoren bestätigen einen engen Zusammenhang zwischen der Fettleber und Ketose; beides Folgen eines Energiedefizits (KAUPPINEN 1984; MARKUSFELD et al. 1988; DRACKLEY et al. 1991).

Bei 30% der Kühe mit einer Fettleber wurde eine Ketose diagnostiziert. Bei Kühen ohne Fettleber waren es nur 10% (GRÖHN et al. 1987).

In den Untersuchungen von GRUMMER (1993) war das Risiko eine Ketose zu entwickeln für Kühe mit erhöhtem Leberfettgehalt größer. Andersherum beobachteten SEVINC et al. (1998) einen erhöhten Leberfettgehalt bei ketotischen Kühen.

#### 4.2.1.3.2. Strukturversorgung

##### 4.2.1.3.2.1. Wiederkauaktivität

Eine maßgebende Aussage über die Strukturwirksamkeit liefert die Fress- und Wiederkauzeit, da diese den Speichelfluss beeinflusst (BAILEY 1961; HAGEMEISTER et KAUFMANN 1970; LENK et al. 1985; CASSIDA et STOKES 1986; CARTER et GROVUM 1988; ERDMAN 1988; BEAUCHEMIN 1991; ALLEN 1997). Über den Speichel erfolgt weitgehend die Steuerung des pH-Wertes des Vormagens (SPIEKERS et al. 2002).

Die beträchtlichen Speichelmengen bei Wiederkäuern (Rinder je nach Strukturanteil des Futters 90–350 l/d) sorgen mit ihrer hohen Phosphat- und Bikarbonatpufferkonzentration für die Erhaltung eines für die vorwiegend anaeroben Pansenbakterien

optimalen pH-Wertes um die 6,5 trotz fluktuierender Anflutung kurzkettiger FS (BAILEY et BALCH 1961a; 1961b; SUDWEEKS et al. 1981; CASSIDA et STOKES 1986; HOFMANN 1995; PITT et al. 1996).

Ein länger andauerndes Absinken des pH-Wertes im Pansen unter 5,8 kann den Beginn einer subklinischen Azidose signalisieren, und das Wohlbefinden und letztlich auch die Leistung der Milchkuh negativ beeinflussen (MAEKAWA et al. 2002).

Sowohl Kauen als auch Wiederkauen erhöhen die Speichelproduktion über die Basissekretion hinaus (CASSIDA et STOKES 1986). Kauaktivität und Speichelsekretion sind positiv korreliert (BAILEY 1961; LENK et al. 1985; CASSIDA et STOKES 1986; CARTER et GROVUM 1988; ERDMAN 1988; BEAUCHEMIN 1991; ALLEN 1997).

Kauzeitstudien an Kühen ergaben mittlere Werte für Fressen von Frischgras von  $34 \pm 4$  Minuten, für Wiederkauen von  $37 \pm 4$  Minuten pro kg Trockenmasse (Tabelle 76) (De BRABANDER et al. 1999).

**Tabelle 76: Mittlere Fress- und Wiederkauzeiten von Milchkühen bei verschiedenen Rationstypen (mod. nach De BRABANDER et al. 1999).**

<b>Rationstyp</b>	<b>Frischgras</b>	<b>Grassilage/Heu</b>	<b>Maissilage</b>
Anzahl Futter	13	30	23
Rohfasergehalt g/kg T	230	261	202
Grundfuttermittelverzehr kg/Trockenmasse/Tag	11,0	11,8	14,1
<b>Kauzeit, Minuten je kg Trockenmasse</b>			
Fressen	$34 \pm 4$	$26 \pm 5$	$20 \pm 2$
Wiederkauen	$37 \pm 4$	$47 \pm 6$	$39 \pm 4$
gesamt	$71 \pm 8$	$74 \pm 10$	$59 \pm 6$

Die Werte von HOFFMANN (2005) liegen in ähnlichen Bereichen (Tabelle 77).

**Tabelle 77: Mittlere Fress- und Wiederkauzeiten (HOFFMAN (2005)).**

Fressdauer	
je Tag	4,5–6,0 h
je kg Trockenmasse	25–40 min
je kg Rohfaser	135 min
Wiederkauen	
je Tag	6,5–8 h
je kg Trockenmasse	35–55 min
je kg Rohfaser	180 min (unabhängig von der Futteraufnahme)

Zu beachten ist jedoch, dass mit zunehmender Leistung und entsprechend höherer Futteraufnahme die Kauzeit pro kg TM abnimmt. Außerdem können erhebliche Unterschiede von Kuh zu Kuh bestehen (SPIEKERS et al. 2002).

Die Kauzeit garantiert alleine nicht eine wiederkäuergerechte Fütterung mit genügender Strukturwirksamkeit. Die kritische Kauzeit (minimale Kauzeit zur Gewährleistung der Vormagenfunktion) ist abhängig von der Art des Grobfutters und der Charakteristik des Kraftfutters. Für maissilagebetonte Rationen beträgt die kritische Kauzeit 27 und für Grassilagerationen 24 Minuten je kg TM. Weiterhin wurde festgestellt, dass die Kauzeit bei Nasssilage aufgrund der längeren Fresszeit höher liegt als bei angewelkter Grassilage, obwohl kein Unterschied im Strukturwert besteht. Bei Kraftfutter wird über die Kauzeit hinaus die unterschiedliche Wirkung der enthaltenen Kohlenhydrate auf das Ausmaß und die Schnelligkeit der Pansensäuerung nicht berücksichtigt. Dies betrifft z. B. die unterschiedliche Wirkung von Gerste und Körnermais aufgrund der unterschiedlichen Beständigkeit ihrer Stärke im Vormagen (De BRABANDER et al. 1999).

Weiter ist für die Kauaktivität bei der Verabreichung einer bestimmten Ration die Gesamtzahl der pro Tag ausgeführten Kaubewegungen bei der Futteraufnahme und beim Wiederkauen ein aussagekräftiger Parameter (KOLB 1989). Sie schwankt beim Verzehr von Rationen mit ausreichendem Gehalt an pansenmotorisch wirksamer Rohfaser zwischen 10.000 und 20.000, zu denen noch im Mittel 25.000 bzw. 40.000

Kieferschläge beim Wiederkauen kommen. Insgesamt ergibt sich dann eine Gesamtzahl von 35.000–60.000 Kaubewegungen/Tag beim Rind.

Mit steigender täglicher Trockenmasseaufnahme wird die Trockenmasse weniger intensiv gekaut, da die tägliche Gesamtkaudauer bei etwa 1000 min/d limitiert zu sein scheint (MERTENS 1997). Die Fressgeschwindigkeit und Wiederkauzeit variiert beim Verzehr unterschiedlicher Futterstoffe (Tabelle 78).

**Tabelle 78: Fressgeschwindigkeit und Wiederkauzeit von Kühen beim Verzehr einzelner Futterstoffe (mod. nach BALCH 1952).**

<b>Verzehrtes Futtermittel</b>	<b>Dauer (min/kg TM)</b>		<b>Gesamt</b>
	<b>Fresszeit</b>	<b>Wiederkauzeit</b>	
Heu (gute Qualität)	<b>27–31</b>	<b>55–74</b>	87–105
Grassilage	<b>31–58</b>	<b>60–83</b>	99–120
Pelletiertes Kraftfutter	<b>4–10</b>	<b>(0–25)*</b>	<b>(4–29)*</b>
* obere Werte betreffen irreguläres Kauen (Pseudowiederkauen) bei feingemahlene Futtermitteln. TM=Trockenmasse			

Zur Charakterisierung des Wiederkauverhaltens werden folgende Parameter herangezogen (KOLB 1989).

Wiederkauperiode:	Zeitraum, der ohne Pause (über 3 Minuten) zum Wiederkauen verwendet wird (Anzahl/Tag, min/Wiederkauperiode)
Wiederkauzyklus:	Zeitraum für Rejektion, Einspeichelung, Wiederkauen und Abschlucken des rejizierten Bissens (Anzahl / Wiederkauperiode, Anzahl / Tag, Anzahl / kg Trockenmasse, Anzahl / kg Rohfaser)
Dauer der Pause:	Zeitraum zwischen den Kaubewegungen zweier Wiederkauzyklen innerhalb einer Wiederkauperiode (Sec)
Wiederkauzeit gesamt („Brutto“):	Summe der Zeiträume aller Wiederkauperioden innerhalb von 24 h (min)
Wiederkauzeit reine („Netto“):	Wiederkauzeit insgesamt minus Bissenpausenzeit innerhalb von 24 h (min)
Wiederkauintensität:	Anzahl der Wiederkaubewegungen (Kieferschläge) / min reine Wiederkauzeit, Anzahl der Wiederkaubewegungen / Tag, Anzahl der Wiederkaubewegungen / Wiederkauperiode, Anzahl der Wiederkaubewegungen / Bissen

In Tabelle 79 sind Schwankungsbereiche der verschiedenen, zur Charakterisierung des Wiederkauverhaltens benutzten Parameter für das Rind dargestellt. Beim Rind ist mit 10–20 Wiederkauperioden (BEAUCHEMIN 1991) im Verlaufe eines Tages zu rechnen, die sich bei Stallhaltung über die Tages- bzw. Nachtstunden verteilen. Sie können in ihrer Länge von einigen Minuten bis zu Stunden variieren (BEAUCHEMIN 1991) und dauern im Mittel 40–50 min. Die Wiederkauaktivität wird durch zahlreiche Faktoren des Futters, der Art und Weise der Futterdarbietung, des Tieres und solche der Umwelt bestimmt.

**Tabelle 79: Übersicht zum Verhalten vom Rind beim Wiederkauen (KOLB 1989).**

<b>Wiederkauperioden (24)</b>	<b>10–20</b>
<b>Wiederkauzeit (h/Tag)</b>	<b>4–9</b>
<b>Dauer der Wiederkauperioden (min)</b>	<b>40–50</b>
<b>Anzahl der Kieferschläge / min</b>	<b>42–62</b>
<b>Anzahl der Kieferschläge / „Bissen“</b>	<b>40–60</b>
<b>Anzahl der Wiederkauportionen / Tag</b>	<b>360–790</b>
<b>Dauer der Kauzeit / „Bissen“ (sek)</b>	<b>45–50</b>

Für die Messung der Wiederkauaktivität werden meist die Wiederkaudauer (BALCH 1952; WELCH et SMITH 1969; RUCKEBUSCH 1970), seltener die Anzahl der Kieferschläge bzw. der rejizierten Boli (NAGEL et al.1975; RUTTER et al. 1997) herangezogen.

Für die Registrierung wurden unterschiedliche Techniken entwickelt.

In älteren Untersuchungen wurden meist die Kieferschläge während des Wiederkauens registriert. Bei BALCH (1958) und FREER et CAMPLING (1965) wurden die Kieferschläge pneumatisch auf einen Schreiber übertragen.

NAGEL et al. (1975) entwickelten ein digitales Gerät. Den so genannten „Rinder–Maul–Bewegungs–Zähler“ (RMBZ). Mit Hilfe dieses Gerätes konnten sowohl die Kaubewegungen für das Fressen und Wiederkauen, als auch die Anzahl der abgeschluckten Boli erfasst werden. Parallel wurden die Daten mittels eines Schreibers aufgezeichnet.

LENK et al. (1985) untersuchten die Wiederkauaktivität unter Nutzung von Tellertastern, die im Halfter integriert waren. Jede Unterkieferbewegung führt zu einer Änderung eines elektrischen Stromkreises. Pro Bewegung entsteht so ein Signal, bzw. ein typisches Impulsgruppenbild für Fressen oder Wiederkauen.

KASKE et al. (2002) befestigten einen mit Schaumgummi gefüllten Gummischlauch am Halfter unterhalb des Kiefers. Dieser wurde mit einem Druckwandler verbunden, um die während des Fressens und Wiederkauens typischen Druckveränderungen auf

einem Mehrkanalschreiber bei einem Papiervorschub von 10 mm/ min zu registrieren. Für die Erfassung der Kieferschläge während des Wiederkauens wurde der Papiervorschub auf 100 mm/ min erhöht.

Alternativ können auch Dehnungsmessstreifen am Tier befestigt werden, die über einen Transducer mit einem elektronischen Datenerfassungssystem verbunden sind (BEAUCHEMIN 1991).

Eine leicht modifizierte Technik setzten TAJAJ et al. (1999) ein. Sie befestigten an einem Lederhalfter einen Gummiball, den sie über einen Schlauch mit einem ca. 10 cm langen Glasrohr verbanden. In diesem Glasrohr befand sich ein PVC-Kolben, der durch die bei den Kaubewegungen entstandenen Luftstöße hin und her bewegt wurde. Die Kolbenbewegungen wurden mit einer Lichtschranke erfasst. Die entstehenden Impulse wurden zeitabhängig in einem Computer gespeichert und mit einem speziellen Computerprogramm ausgewertet. Die Wiederkauperioden konnten durch Darstellung aller Impulse auf dem Bildschirm eindeutig erkannt und vom Fresskauen differenziert werden. Zur Charakterisierung des Kauverhaltens wurden so die Gesamtzahl der Kieferschläge, Kauzeit, Wiederkauzeit, die Anzahl der rejizierten Bissen während der Wiederkauperioden und die Kauschläge pro Bolus bestimmt.

In vielen Untersuchungen zeigte sich eine positive Korrelation zwischen dem Gehalt an Zellwandbestandteilen (Rohfasergehalt) im Futter und der Wiederkaudauer (FREER et al. 1962; VAN SOEST 1965; WELCH 1982).

PIATKOWSKI et NAGEL (1975) untersuchten den Einfluss der physikalischen Struktur auf die Wiederkauaktivität, die neben dem Rohfasergehalt die zweite große Einflussgröße für die Strukturversorgung über das Futter darstellt. Durch das Pelletieren von Stroh kam es zu einer Verminderung der Wiederkaudauer um etwa 70%, bei einem Aufschluss mit Natronlauge um 50%. Junges, hochwertiges Trockengrünfutter (Luzerne) führte zu einer geringeren Wiederkautätigkeit, nach dem es pelletiert wurde.

Tabelle 80 zeigt die verschiedenen Wiederkauverhalten bei unterschiedlich bearbeitetem Grasheu (PIATKOWSKI et al. 1977).

**Tabelle 80: Kau- und Wiederkauaktivität von 3 nichtlaktierenden Kühen bei Fütterung von Grasheu verschiedener physikalischer Form (PIATKOWSKI et al. 1977)**

	<i>Langheu</i>	<i>Häckselheu</i>	<i>Pellets aus Häckselheu</i>	<i>Pellets aus Heumehl</i>
<b>Zahl der Messtage</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>8</b>
<b>Kieferschläge in 24 Stunden</b>				
<b>Für Futteraufnahme Für Wiederkauen</b>	13942±4742 20132±3088	6909±750 21349±2272	1631±1450 7870±928	2695±917 6968±2254
<b>Wiederkaubissen / 24 Stunden (Anzahl)</b>	487±58	476±28	142±36	119±43
<b>Wiederkaubewegungen</b>				
<b>Je kg Rohfaser (Anzahl)</b>	11445	12241	4562	4032
<b>Je kg TS (Anzahl)</b>	3355	3803	1319	1175
<b>Wiederkaudauer (h/d)</b>	6,1±0,9	6,3±0,6	2,3±0,8	2,0±0,6

Sämtliche Parameter zur Beschreibung der Wiederkauaktivität unterschieden sich nicht signifikant zwischen Lang- und Häckselheu. Bei pelletiertem Heu lagen die Werte demgegenüber um ca. 65 % niedriger. Das Mahlen des Heus vor der Pelletierung hatte keinen nachweisbaren Einfluss auf die Wiederkauaktivität. Besonders auffällig war andererseits die deutliche Beeinflussung der Geschwindigkeit der Futteraufnahme durch das Häckseln des Heus; hier wurde eine Halbierung der Anzahl der Kieferschläge nachgewiesen.

Als eine sehr einfache und kostengünstige Variante der Wiederkaumessung kann die Anzahl der wiederkäuenden Tiere 1–2 Stunden nach der Futteraufnahme geschätzt werden (SPIEKERS et POTTHAST 2004). Es sollten mindestens 50–60% der Tiere liegen und wiederkauen. Eine wiederholte Unterschreitung dieser Rate ist ein Hinweis auf eine Unterversorgung mit physikalischer Struktur. Auch nach BRANDES (1999) ist eine Schätzung der wiederkäuenden Tiere ausreichend für eine grobe Beurteilung: Um die Strukturversorgung als ausreichend zu bewerten sollten 50 besser 70% der ruhenden Tiere wiederkauen.

4.2.1.3.2.2. Kotbeschaffenheit

SPIEKERS et POTTHAST(2004) empfehlen eine regelmäßige Kotkontrolle. Um den Kot und dessen Konsistenz richtig beurteilen zu können muss der Rationstyp bekannt sein. Rationen mit einem Anteil an Frischgras oder jung geschnittener Grassilage führen zu flüssigerem Kot als Rationen, die Maissilage beinhalten. Auch ist die „ideale“ Konsistenz abhängig vom Laktationsstadium.

Maßgebend für eine gute Beurteilung sind Änderungen in der Kotkonsistenz und starke Unterschiede innerhalb der Herde.

Eine relativ einfache Methode zur Beurteilung der Kotkonsistenz bietet das an der Michigan State University entwickelte und von SKIDMORE (1990) beschriebene „manure scoring system“, das frisch gefallenem Kot mit Hilfe einer Bewertungsskala einstuft (Tabelle 81).

**Tabelle 81: Schema zur Beurteilung der Kotkonsistenz (nach SKIDMORE 1990, modifiziert in der DLG-Information 2001).**

<b>Note</b>	<b>Charakterisierung</b>	<b>Mögliche Ernährungsfehler</b>
1	Sehr flüssig „Erbsensuppen - Konsistenz“ keine Ringe oder Grübchen Kotpfützen	Überschüssiges Rohprotein Überschüssige Stärke Niedriges Faserniveau Überschüssige Mineralstoffe (z. B. Kalium)
2	Macht keine Haufen, verläuft weniger als 2,5 cm hoch; macht Ringe	Wie Note 1 Junges Weidegras
3	„Haferbreikonsistenz“ steht bei etwa 4 cm Höhe 3-6 konzentrische Ringe/Grübchen	Ausbalancierte Fütterung
4	Kot ist dick Klebt nicht an den Klauen Bildet keine Ringe/Grübchen	Negative RNB Überschuss an Faser, wenig Stärke z. B. Trockensteher/Färsenkot
5	Feste Kotballen Stapel von 5-10 cm Höhe	Wie Note 4 Austrocknungserscheinungen der Kuh (Ketose)

Das Ergebnis wird zusammen mit einer Einschätzung der Faserigkeit und des Körneranteils protokolliert. Neben ausreichender Wasser- und Mineralstoffaufnahme

sowie Versorgung mit Protein kann bei diesem System anhand des Kotes auch die Versorgung mit der im Pansen verfügbaren Energie, d.h. mit Stärke und Zucker, sowie mit physikalischer Struktur, beurteilt werden. 4 und 5 zeigen faserreiche Rationen; verbunden mit längerer Verweildauer und langsamerer Passage. Das kann an zu wenig abbaubarem Protein oder löslichem Protein in der Ration liegen, wodurch die Faser zu schlecht verdaut wird. Alle laktierenden und trockenstehenden Kühe sowie Färsen sollten Kot der Bewertungsstufe 3 haben. Oft haben Trockensteher und Färsen etwa die 4, da sie mit schlechterem Futter gefüttert werden, wobei ihr Nährstoffbedarf nach den gegenwärtigen Empfehlungen wahrscheinlich nicht gedeckt wird. Kühe in der Früh-laktation sollten Kot der Bewertungsstufe 3 (Tendenz zur 2) haben, um den Nährstoffbedarf für die Peakleistung zu sichern. Trockensteher und Färsen sollten eine 3 haben, um den Nährstoffbedarf ohne Proteinübersversorgung zu gewährleisten.

Neben der Beurteilung nach diesem 5–Punkte–Schema sollten zusätzlich Kotmenge, -farbe, -geruch und auch die Partikelgröße beurteilt werden (SKIDMORE 1990, SPIEKERS et POTTHAST 2004).

Die Ingestapassage durch den Verdauungstrakt dauert bei einem erwachsenen, gesunden Rind 1,5-4 Tage. Etwa alle  $\frac{1}{2}$  bis 2 Stunden wird Kot abgesetzt. Die Gesamtmenge liegt bei 30-50 kg/Tag in 10 bis 24 Portionen (SKIDMORE 1990).

Die Kotfarbe ist abhängig vom Futter, der Konzentration an Galle und der Passagerate. Der Kot erwachsener Rinder ist bei frischem Grünfutter dunkel-olivgrün und bei Heu mehr braun–oliv. Große Getreidemengen liefern grau–oliv Kot. Eine langsame Passage bedingt eine dunklere Farbe und der Kot wird ballförmig, dunkelbraun und bekommt eine glänzende Oberfläche. Blutungen im Verdauungstrakt führen zu einem schokoladenbraunen bis schwärzlich–teerigen Kot. Blutungen im Labmagen und Dünndarm verursachen dunklen, teerartigen Kot. Blutungen im Rektum (Enddarm) bewirken i. a. eine auf verschiedene Stellen verteilte oder streifig verlaufende rotbraune Verfärbung des Kotes (SKIDMORE 1990).

Frischer Rinderkot riecht normalerweise nicht unangenehm. Bei Fäulnisprozessen oder übermäßiger Stärkefermentation im Dickdarm entsteht ein unangenehmer Geruch (SKIDMORE 1990).

Zusätzliche Informationen liefert die Bewertung des Rückstandes von, im Kotsieb ausgewaschenen, frischen Kot, insbesondere aus Risikogruppen (z. B. Frischmelker). Es wird die Menge des Auswaschrestes, der Anteil unverdauter Körner, der Anteil langer Futterpartikel (>1cm) und unverdaute, normalerweise aber verdauliche Pflanzenreste bewertet (SPIEKERS et POTTHAST 2004). Große Partikel im Kot weisen auf wenig Wiederkauaktivität und/oder beschleunigte Passage der Ingesta durch die Vormägen hin. Getreidekörner im Kot hängen mit der Gabe großer Mengen an Getreide, geringer Wiederkauaktivität und/oder schneller Ingestapassage durch die Vormägen zusammen. Menge und Qualität der Körner sind zu überprüfen. Bei Mais sind die Schalen von den ganzen Körnern und Bruchstücken zu trennen. Bei Maissilage ist ebenfalls zu unterscheiden zwischen Körnern aus Silage und Körnermais um die Ursache des Problems zu finden. Größe und Härte der Maispartikel helfen bei der Differenzierung. Körner aus Maissilage sind gewöhnlich ganze Körner, die sich zwischen Daumen und Zeigefinger zerdrücken lassen. Geschrotete Körner werden im Kot leicht übersehen und erfordern eine intensivere Untersuchung. Grobfutterpartikel im Kot sollten <7mm lang sein. Ein ungewöhnlich hoher Anteil großer Grobfutterpartikel im Kot deutet auf zu feines Häckseln und daraus resultierend auf eine erhöhte Ingestapassage hin. Sie kann fütterungsbedingt auch auf eine unvollständige Verdauung oder unzureichende Aufnahme an abbaubarem Protein, und eine ungenügende Versorgung mit Energie (leicht fermentierbare Kohlenhydrate) zurückzuführen sein (Voraussetzung für die Faserverdauenden Pansenmikroben). Bei Körnern im Kot ist immer deren Bearbeitung, Teilchengröße und Feuchtegehalt zu betrachten. Sind sie ohne besonderen Befund, kann auch ein gestörtes Fütterungsverhalten und/oder eine Störung der Struktur des Panseninhalts („Mattenbildung“) die Ursache sein (SKIDMORE 1990).

#### 4.2.1.3.2.3. Milchuntersuchung

##### 4.2.1.3.2.3.1. Fettgehalt

Wie in dem Kapitel Energieversorgung beschrieben, gibt es verschiedene Faktoren, die auf den Milchfettgehalt einwirken. Während der Energiehaushalt der Kuh den endogenen Hauptfaktor darstellt, ist die Zusammensetzung der Ration der

vorherrschende exogene Faktor auf die Milchfettsynthese (KIRCHGESSNER et al. 1965). Einen der wichtigsten Parameter stellt hier der Anteil an strukturwirksamer Rohfaser bzw. der Anteil leicht verdaulicher Kohlenhydrate dar (Mc GUIRE et BAUMANN 2003).

Ein hoher Anteil hochverdaulicher Kohlenhydrate bzw. eine Unterversorgung an Strukturfasern und die damit verbundene ruminale Verfügbarkeit einer großen Menge ungesättigter FS, führen zu einer deutlichen Absenkung des Milchfettgehalts (JORGENSEN et al. 1965; GRIINARI et BAUMAN 2001; De BRABANDER et al. 2002). Dieses Phänomen wird als „low-fat milk syndrom“ oder auch „milk fat depression (MFD)“ bezeichnet. Die im Rahmen der MFD auftretenden Effekte sind spezifisch für das Milchfett, dessen Gehalt in der Milch um 50 % oder mehr absinken kann. Gleichzeitig bleiben Laktose- und Proteingehalt der Milch ohne nennenswerte Veränderungen. Zusätzlich ändert sich das FS-muster der Milch erheblich (Mc GUIRE u. BAUMAN 2003). Es kommt zu einem Rückgang der in der Milchdrüse synthetisierten kurzkettigen FS. Gleichzeitig steigt der Anteil der langkettigen FS, besonders der trans C 18:1 FS (CLAPPERTON et al. 1980; GRIINARI et al. 2000; Mc GUIRE et BAUMAN 2003). Ein Grund hierfür sind die für MFD typischen Veränderungen der mikrobiellen Syntheseprozesse im Pansen (STORRY et al. 1974). Ein hoher Anteil leicht verdaulicher Kohlenhydrate im Futter führt zu einem Absinken des pH-Wertes im Pansen, was wiederum zu einer Verschiebung im Verhältnis der mikrobiell synthetisierten kurzkettigen FS zugunsten des Propionats führt (BAUMAN et al. 1971). Durch diese Verschiebung steht der Milchdrüse weniger BHB und Acetat für eine Synthese der kurz- und mittelkettigen FS zur Verfügung (PENNINGTON 2000; GRIINARI et BAUMAN 2001).

STORRY et al. (1974) zeigt in einem Versuch die Auswirkungen einer strukturarmen Fütterung auf den Milchfettgehalt der Tiere (Tabelle 82).

Hier wird deutlich, dass es zu einem Abfall des Milchfettgehaltes kommt.

**Tabelle 82: Auswirkungen der Raufuttermenge auf Milchzusammensetzung und-menge der verschiedenen Fettsäuren (FS) bei 4 HF-Kühen im fünften Laktationsmonat (STORRY et al. 1974).**

		<b>Raufutterreiche Ration <sup>1)</sup></b>	<b>Raufutterarme Ration <sup>2)</sup></b>
<b>Milchmenge [kg/dl]</b>		<b>19,0</b>	<b>19,1</b>
<b>Milchfettgehalt gesamt in [%]</b>		<b>4,06</b>	<b>1,99</b>
<b>Anteil der folgenden FS an der Milchfettmenge [g/dl]</b>	<b>C 6:0 bis C14:0</b>	<b>178</b>	<b>76</b>
	<b>C16:0</b>	<b>262</b>	<b>96</b>
<b>Anteil am Milchfett [%]</b>	<b>C18:0</b>	<b>61</b>	<b>22</b>
	<b>C18:1</b>	<b>126</b>	<b>108</b>
	<b>C18:2</b>	<b>14</b>	<b>18</b>
	<b>C 6:0 bis C14:0</b>	<b>24</b>	<b>20</b>
	<b>C16:0</b>	<b>34</b>	<b>25</b>
	<b>C18:0</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
	<b>C18:1</b>	<b>17</b>	<b>29</b>
	<b>C18:2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
1) 8 kg Heu und 9 kg Kraftfutter / Kuh und Tag			
2) 1 kg Heu und 11-16 kg Kraftfutter / Kuh und Tag			
HF= Holstein Frisian			

Diesem Problem kann man zum einen durch Fütterung von Puffersubstanzen, z. B. 1,0–1,5% Natrium-Bikarbonat bzw. 0,4–0,9% Magnesiumoxid in der Kraftfuttermenge, entgegenwirken (PENNINGTON 2000). Bei einem ausreichenden Anteil strukturwirksamer Rohfaser in der Ration kommt es ebenfalls weder zu den beschriebenen Veränderungen der mikrobiellen Prozesse im Pansen noch zu einem Absinken des Milchfettgehalts (De BRABANDER et al. 2002).

#### 4.2.1.3.2.3.2. Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ)

Der FEQ kann auch Aussagen über die Strukturversorgung machen. Liegt der FEQ unter 1,1 (RICHARDT 2003) oder unter 1,0 (MANSFELD et HEUWIESER 2000) so liegt der Verdacht einer azidotischen Belastung vor. Wichtig für die Beurteilung ist allerdings, dass der Wert für jedes einzelne Tier bestimmt wird, da aus einem gemittelten FEQ keine Beurteilung erfolgen kann (RICHARDT 2003).

#### 4.2.1.3.2.4. Pansensaft

Eine weitere Möglichkeit der Feststellung einer fütterungsbedingten Übersäuerung und damit einer Pansenazidose bietet die Untersuchung des Pansen pH-Werts. Zur Pansensaftentnahme stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Die einfachste Möglichkeit stellt die Entnahme per os dar. Bei Verdacht auf ein Herdenproblem schlagen NORDLUND et al. (1995) die Ruminozentese zur Pansensaftentnahme vor. Die Ruminozentese liefert genauere Ergebnisse, im Vergleich zu der per os-Entnahme (DUFFIELD et al. 2004). Es wird eine dreimalige Entnahme, 2–4 Stunden nach der Fütterung, bei insgesamt 12 Tieren empfohlen, bei TMR-Fütterung erst nach 4–8 Stunden. Weisen mehr als 25% der Proben einen pH-Wert von unter 5,5 auf besteht der Verdacht auf eine subakute Pansenazidose.

#### 4.2.1.3.2.5. Harnuntersuchung

Eine weitere, indirekte Möglichkeit die Pansenfunktion zu prüfen, besteht in der Untersuchung des Harns auf verschiedene Parameter. Die Parameter Harn-pH-Wert und NSBA sind erheblich durch die Fütterung beeinflussbar (KRAFT et DÜRR 1999).

##### 4.2.1.3.2.5.1. Harn-pH-Wert

Der Harn-pH-Wert ist mit einem so genannten pH-Meter einfach und in Sekundenschnelle zu bestimmen (FISCHER et ANDERT 2004). Er bietet die Möglichkeit Störungen des Pansenstoffwechsels bereits in einem frühen Stadium zu erkennen.

Über den physiologischen Harn-pH-Wert gibt es sehr unterschiedliche Angaben (Tabelle 83). KRAFT et DÜRR (1999) geben eine sehr große Spanne von 7,0 bis 8,4 an. Gegen Ende der Trächtigkeit sinkt er ab und schwankt bei Wiederkäuern zwischen 6,0 und 7,0.

FISCHER et ANDERT (2004) bezeichnen eine Kuh als optimal versorgt und in einer stabilen Stoffwechsellage, wenn der Harn-pH-Wert zwischen 7,8 und 8,5 liegt.

**Tabelle 83: Physiologische Referenzwerte für den Harn-pH-Wert.**

<i>Autor</i>	<i>Harn – pH</i>
<b>GRÜNDER (1979)</b>	<b>7,0–8,0</b>
<b>ROSSOW et al. (1987)</b>	<b>7,8–8,4</b>
<b>FÜRLI (1993)</b>	<b>7,0–8,4</b>
<b>KRAFT et DÜRR (1999)</b>	<b>7,0–8,4</b>
<b>FISCHER et ANDERT (2004)</b>	<b>7,8–8,5</b>

Es ist zu beachten, dass der Harn-pH-Wert neben der Fütterung stark von der Laktationsphase abhängig ist (KRAFT et DÜRR 1999).

ROSENBERGER (1994) interpretiert einen pH-Wert unter 7,0 als Hungerzustand bedingt durch Futtermangel oder krankheitsbedingter Einschränkung der Nahrungsaufnahme. Bei einer metabolischen Azidose finden sich pH-Werte unter 6,0. Er gibt jedoch zu bedenken, dass ein saurer Harn-pH-Wert nicht immer auf eine azidotische Stoffwechsellaage zurückzuführen ist.

#### 4.2.1.3.2.5.2. Netto-Säure-Basen-Ausscheidung (NSBA)

Die NSBA ist die Summe aller mit dem Urin ausgeschiedenen Basen und Säuren und ist somit Maß für die Reaktion des Organismus auf Belastungen des Säure-Basen-Haushaltes (SBH) (GELFERT et STAUFENBIEL 2002), und eignet sich zur Beurteilung einer Pansenazidose. Sie ist wie der Urin pH-Wert fütterungsabhängig (KRAFT et DÜRR 1999), stellt aber einen empfindlicheren Parameter als der pH-Wert dar, da sie gleichermaßen das Ergebnis der Kompensation des Tieres auf die Störung des SBH wiedergibt (GELFERT et STAUFENBIEL 2002).

Die NSBA wird mittels Titration ermittelt, indem durch Zugabe von HCL bzw. NaOH der Anteil der Säuren und Basen im Harn bestimmt wird. Hierbei wird zwischen einfacher und fraktionierter NSBA unterschieden. Bei der ersteren wird mittels Indikator titriert. Das Verfahren ist schneller, liefert aber nur den Wert für die NSBA. Bei der zweiten Methode wird unter strenger pH-Kontrolle titriert. Damit erhält man neben der NSBA auch einen genauen Wert der Einzelkomponenten (Basen, Säuren, NH<sub>4+</sub>) und kann ein Absinken oder Ansteigen der NSBA genauer bewerten

(GELFERT et STAUFENBIEL 2002). Durch die Bestimmung der fraktionierten NSBA wird die Abhängigkeit von Diureseschwankungen völlig ausgeschlossen (FÜRLI 1993). Den Wert für die NSBA erhält man, indem man die titrierte Menge an Säuren von der Menge an Basen subtrahiert (BENDER et GELFERT 2001; GELFERT et STAUFENBIEL 2002).

Physiologische Werte für die NSBA schwanken zwischen 103 und 197 mmol/l (GELFERT et STAUFENBIEL 2002). Werte unter 100 zeigen eine in der Regel kompensierte azidotische Belastung an. Liegt die NSBA im negativen Bereich, so kann das als eine nicht mehr kompensierte Azidose interpretiert werden. Mit einer azidotischen Belastung des SBH verändern sich auch die Basen- und Säuregehalte im Urin. Bei leichten, kompensierten Störungen sinkt der Basengehalt deutlich unter 150 mmol/l ab, der Säure- und  $\text{NH}_4^+$ -Gehalt verändert sich kaum. Anders ist es bei akuten Azidosen oder einer chronischen Überbelastung des Puffersystems. Hierbei kommt es zu einem Anstieg der  $\text{NH}_4^+$ -Konzentration ( $> 10$  mmol/l) und zu einer vermehrten Säureausscheidung über 100 mmol/l; der Basengehalt ist gleichzeitig vermindert (Tabelle 84). Von einem erniedrigten Wert für die NSBA kann zwar direkt auf eine Azidose geschlossen werden, die eigentliche Ursache lässt sich jedoch nicht erschließen. So kann, neben Pansenazidose, ein übermäßiger Körpersubstanzverlust ebenfalls zu einer sauren Reaktion im Harn führen. Durch die so entstandenen Abbauprodukte kann es zu einer Azidose kommen. Werden in der Vorbereitungsphase saure Salze gefüttert, können sich hierbei die verschiedenen Prozesse überlagern und verstärken (GELFERT et STAUFENBIEL 2002).

**Tabelle 84: Bewertung verschiedener Harnparameter (KRAFT et DÜRR 1999; GELFERT et STAUFENBIEL 2002).**

<b>Basengehalt in mmol/l</b>	<b>Säuregehalt in mmol/l</b>	<b>NH<sub>4+</sub> - Konzentration in mmol/l</b>	<b>NSBA – Wert in mmol/l</b>	<b>Bewertung</b>
150–250	50–100	< 10	103 bis 197	Physiologischer Wert
deutlich < 150	kaum Veränderung	kaum Veränderung	< 100	Kompensierte Azidotische Belastung
< 150	> 100	> 10	NSBA im negativen Bereich	Nicht mehr kompensierte Azidose; akute Azidose oder chronische Überbelastung
<b>NSBA=Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung</b>				

GELFERT et STAUFENBIEL (2002) empfehlen für die Bestandsbetreuung Harnuntersuchungen um gesicherte Aussagen über den Säuren–Basen–Status der Herden machen zu können. Hierfür werden für die Probenentnahme gesunde Tiere verschiedener Laktationsstadien zufällig ausgesucht, um die einzelnen Stadien unabhängig voneinander beurteilen zu können. Pro zu untersuchender Gruppe sollten 10 Tiere ausgewählt werden. Trockensteher und Trockensteher in der Anfütterung sollten aber immer getrennt untersucht werden (GELFERT et STAUFENBIEL 2002, BENDER et GELFERT 2001).

Um die Kosten auf ein akzeptables Maß zu reduzieren können die gewonnenen Proben gepoolt und die Parameter nur in den Poolproben gemessen werden. Da es auf den Herdendurchschnitt und weniger auf das Einzeltier ankommt ist eine Bestimmung des Mittelwertes möglich (BENDER et GELFERT 2001; GELFERT et STAUFENBIEL 2002).

BENDER et STAUFENBIEL (2003) verglichen die Aussagekraft der einfachen im Gegensatz zur fraktionierten NSBA. Sie ermitteln Korrelationskoeffizienten von  $r = 0,922$ . Sie bestätigen aber auch die geringere Aussagekraft in Bezug auf Diureseschwankungen. Eine Einschätzung, ob die Auslenkung der NSBA durch eine Verschiebung der Basen- oder Säurenkonzentration zustande gekommen ist, ist

nicht möglich. So soll ihrer Meinung nach die Entscheidung –einfache oder fraktionierte NSBA- in Abhängigkeit vom Untersuchungsziel getroffen werden. Wichtig ist eine korrekte Entnahmetechnik.

#### 4.2.1.3.3. Mineralstoffversorgung

Bei der Überprüfung der Mineralstoffversorgung ist das Tier als Testobjekt gegenüber dem Futter aussagekräftiger. So können Wechselwirkungen zwischen den Elementen, die unterschiedliche Absorption und das regulative Vermögen des Tieres als wichtigster Faktor am besten erfasst werden (HENNIG 1970).

##### 4.2.1.3.3.1. Blutkalziumkonzentration

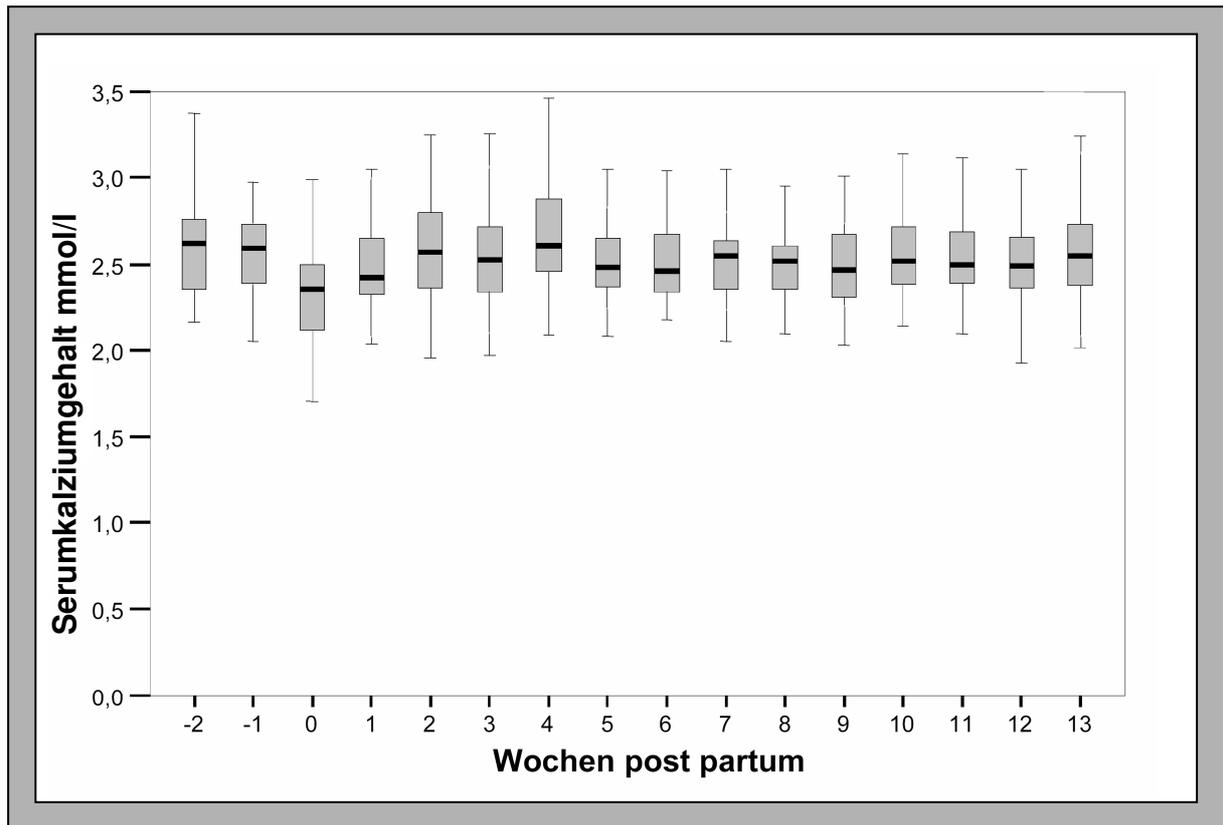
Das Gesamtkalzium setzt sich zu 55% aus ionisiertem, zu 40% aus proteingebundenem und zu 5% aus komplexgebundenem Kalzium zusammen (KRAFT et DÜRR 1999).

Die Regulation des Kalziumhaushaltes geschieht durch die Hormone Calcitonin, Parathormon und 1,25 Dihydrocholecalciferol. Das Stellglied ist der ionisierte Anteil des Kalziums. Dieser Anteil wird vom pH-Wert des Blutes beeinflusst und steigt bei sinkendem pH-Wert. So vermindert sich bei Azidosen auch die Gesamtkalziumkonzentration im Blut (KRAFT et DÜRR 1999). In der Literatur werden die verschiedenen physiologischen Blutkalziumwerte meist als obere Grenzwerte angegeben (Tabelle 85).

**Tabelle 85: Grenzwerte für Blutserumkalzium.**

<b>Autor</b>	<b>Grenzwert für Serumkalzium [mmol/l]</b>	<b>Zusatzbemerkung</b>
BAUMGARTNER (1977)	2,28–3,07	
BAUMGARTNER (1979)	2,23–3,07	
KRONFELD et al. (1982)	2,34–3,47	
GATTINGER et KRUTZIK (1983)	2,3–3,1	
MEERMAN et AKSOY (1983)	2,3–3,0	
ROSSOW et al. (1987)	2,12–2,45 2,45–2,72	ein bis zwei Tage p. p. ein bis zwölf Wochen p.p
GRÜNDER (1991)	>2,0	
KANEKO et al. (1997)	2,43–3,10	
KRAFT et DÜRR (1999)	2,3–2,8	zwischen 1 Tag a. p. bis 2 Tage p. p. Absenkung des Gesamtkalziums bis gegen 2 mmol/l (Physiologische Hypokalzämie)

Zum Zeitpunkt der Geburt ( $p < 0,05$ ) kommt es zu einem signifikanten Absinken des Serumkalziumgehaltes (LÜGNER et LÜGNER 1989; FÜRLL et al. 1994; MARTENS 1995; GOFF et HORST 1997b; GEISHAUSER 1998; HAGMÜLLER 2002). Der Verlauf der Kalziumkonzentration während der Laktation wird in Abb. 13 dargestellt.



**Abb. 13: Kalziumkonzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation (HAGMÜLLER 2002).**

Die Serumkalziumkonzentration ist nicht geeignet um eine Über- oder Unterversorgung zu beurteilen. Änderungen sind nur bei akuten Störungen des Kalziumstoffwechsels zu erwarten (LEHWENICH 1999).

So sind Blutuntersuchungen Grenzen gesetzt. Die Konzentrationen der Mengenelemente werden im Blut über weite Bereiche einer Über- oder Unterversorgung im physiologischen Bereich gehalten und geben damit das falsche Bild einer ausreichenden Versorgung wieder (GELFERT et STAUFENBIEL 2002). So ist eine Diagnostik von Belastungen des Mineralstoffhaushaltes erst dann möglich, wenn es bereits zu klinischen Erscheinungen gekommen ist. Für subklinische Erkrankungen ist sie (HARTMANN et BANDT 1996; GELFERT et STAUFENBIEL 2002) ungeeignet.

Fütterungsbedingte Mangelzustände sind nur über Rationsanalysen oder evtl. eine Kotwasseruntersuchung nachzuweisen (BOEHNKE et al. 1987; GRÜNDER 1991).

## 4.2.1.3.3.2. Harnuntersuchung

## 4.2.1.3.3.2.1. Harnkalziumkonzentration

Physiologisch wird Kalzium nur in sehr geringen Mengen, etwa 2% über den Harn ausgeschieden (BRAITHWAITE 1976; BUHMANN et GRÜNDER 1985). Die Ausscheidung über dem Harn unterliegt einem Rhythmus mit einem Maximum um die Tagesmitte und einem Minimum in der Nacht (SPIEKER 1989). Referenzwerte für die Harnkalziumkonzentration werden von den Autoren sehr unterschiedlich angegeben (Tabelle 86). Meist wird eine Obergrenze genannt.

**Tabelle 86: Referenzwert für Kalziumkonzentrationen im Harn.**

<b>Referenzbereich (mmol/l)</b>		<b>Autoren</b>
<b>Einzeltier</b>	<b>Herde</b>	
0,2	-	FÜRLI et al. (1981)
1,25–5,0	-	GRÜNDER (1981)
< 1,5	-	JACOBI (1988)
>1,3	-	ROSENBERGER (1990)
>1,25	-	HOFMANN (1992)
-	≤ 1,5	STAUFENBIEL (1999)
<1,5	-	ROSSOW et al (1987)
<1,5	-	GELFERT et STAUFENBIEL (2002)

Auch gibt es keinen direkten Zusammenhang zwischen den Harnkalziumwerten und den Serumkalziumgehalten (MARTENS 1995). Wenn es zu einer erhöhten Ausscheidung über den Harn kommt, ist der Grund nur selten im Kalziumgehalt des Futters zu finden. Kalzium unterliegt strengen hormonellen Regelungen und so führt ein Überangebot in der Ration zu einer Reduzierung der Resorption im Darm und nicht zu einer erhöhten Ausscheidung über den Harn (MARTENS 1995; GELFERT et STAUFENBIEL 2002). Daher besteht keine gesicherte Beziehung zwischen Aufnahme und Ausscheidung.

Einige Untersuchungen schließen Harn- und Blutproben in Bezug auf ihren Kalziumgehalt bei Milchkühen als praktisch unbrauchbaren Indikator für den

Versorgungsstatus der Tiere mit Kalzium aus. Fütterungsbedingte Mängel sind in Harn und Blut nicht nachweisbar (BUHMANN et GRÜNDER 1985; MARTENS 1995; HARTMANN et BANDT 2000).

JONAS (1971) sieht in der Harnuntersuchung eine gute Möglichkeit für die Überprüfung der Versorgungslage.

Eine deutliche Beziehung besteht zwischen dem Kalziumgehalt im Harn und dem SBH. Bei alkalischen Stoffwechsellagen entsteht ein ähnlicher Effekt, wie bei einem Überangebot von Kalzium durch das Futter. Zusätzlich kommt es zu einer Einlagerung von Kalzium in den Knochen, so dass keine nennenswerten Mengen über die Nieren ausgeschieden werden (GELFERT et STAUFENBIEL 2002).

Bei azidotischen Stoffwechsellagen und somit abnehmendem pH-Wert werden dagegen Kalziumfreisetzung aus dem Knochen und Resorption aus dem Knochen gefördert. Es kommt zu einem erhöhten Gehalt im Urin (BUHMANN et GRÜNDER 1985; FÜRLL et al. 1994; KAMPUES 1996). Bei laktierenden Tieren kann das zu einem leichten Anstieg der Kalziumkonzentration im Harn führen. Die Werte liegen dann im Grenzbereich. Durch den erhöhten Kalziumbedarf in der Laktation steigt die Ausscheidung nicht weiter an.

Anders verhält es sich bei trockenstehenden Tieren. Durch die fehlende Verwendung für die Milchproduktion kommt es zu einem deutlichen Anstieg der Kalziumausscheidung über den Urin. Hier können Konzentrationen von 4–5 mmol/l und darüber gemessen werden (GELFERT et STAUFENBIEL 2002).

Auf dieser Tatsache basiert das seit einigen Jahren erfolgreich eingesetzte DCAB-Konzept (dietary cation anion balance) (GOFF et HORST 1997b). Die Bestimmung der Kalziumkonzentration im Harn kombiniert mit der Beurteilung des SBH scheint eine begrenzte Beurteilung der Kalziumversorgung zu erlauben. Erhöht sich die Kalziumausscheidung bei Veränderung des SBH in Richtung Azidose nicht adäquat, besteht der Verdacht einer unzureichenden Kalziumaufnahme (LEHWENICH 1999).

Mit einer leichten metabolischen Azidose in der Trockenstehphase geht eine effizientere und schnellere Reaktion auf den erhöhten Bedarf post partum einher (KAMPUES 1996).

Über die Bestimmung der Kalziumausscheidung im Harn ist eine gewisse Einschätzung der Gebärpareseprophylaxe und auch Kalziumaufnahme möglich. Es bleibt zu beachten, dass der Referenzwert im Harn eine obere Grenze darstellt.

Hinweise für den Einsatz der Kalziumbestimmung im Harn in der Bestandsbetreuung stehen in der Tabelle 87 (LEHWENICH 1999).

**Tabelle 87: Hinweise für die Kalziumbestimmung im Harn in der Stoffwechselüberwachung (LEHWENICH 1999).**

<b>16% - 84% - Perzentil</b>	<b>Gruppe 1</b>	<b>Gruppe 2</b>	<b>Gruppe 3</b>	<b>Gruppe 4</b>	<b>Gesamt</b>
<b>mmol/l</b>	0,6–3,7	0,2–3,0	0,3–2,5	0,3–2,2	0,4–2,9
<b>Referenzwert: (&lt; 1,5)<sup>b</sup></b>					
<b>Aussagen</b>	↓ <b>indirekter Hinweis auf defizitäre Kalziumversorgung</b> ↑ <b>azidotische Stoffwechsellaage</b>				
<b>Beachtung anderer Parameter</b>	<b>NSBA, Phosphor</b>				
<sup>b</sup> nach ROSSOW et al. (1987) Gruppe 1: Kühe 3 bis 1 Woche ante partum Gruppe 2: Kühe 0 bis 1 Woche post partum Gruppe 3: Kühe 3 bis 5 Wochen post partum Gruppe 4: Kühe 15 bis 18 Wochen post partum NSBA=Netto-Säure-Basen-Ausscheidung					

#### 4.2.1.3.3.2.2. Harn pH-Wert

Bei alkalischen Stoffwechsellaagen und einem Anstieg des Harn-pH auf über 8,5 bzw. über 8,4 ist die Gefahr des Festliegens gegeben (ROSSOW 2002b; FISCHER et ANDERT 2004). Dies hängt mit hormonellen Funktionen zusammen. So ist in diesem Fall das Parathormon in seiner Funktion gehemmt, was wiederum bedeutet, dass dadurch die Kalzium-Freisetzung aus dem Knochen und die Rückresorption aus den Nieren nicht funktioniert (FISCHER et ANDERT 2004).

#### 4.2.1.3.3.2.3. Netto-Säure-Base-Ausscheidung (NSBA)

Um das Risiko einer pathologischen Hypokalzämie einschätzen zu können eignet sich die Bestimmung der Netto-Säure-Base-Ausscheidung (NSBA) im Harn von Trockenstehern (ROSSOW 2002b). Dies lässt sich durch den Zusammenhang des Kalziumhaushaltes mit dem Säure-Basen-Haushalt (SBH) erklären. Gerade eine

kombinierte Betrachtung der NSBA, der Harnkalziumbestimmung und des Harnkaliumgehaltes lassen eine Abschätzung des Gebärpareserisikos zu. Die NSBA im Harn sollte  $>250$  mmol/l und die Kalziumkonzentration  $>300$  mmol/l sein. Andernfalls besteht erhöhtes Risiko für eine Gebärparese (ROSSOW 2003b). Die DCAD mit einem Wert  $>200$  mmol/l TM, der Harn-pH  $> 8,4$  und eine Erhöhung der Harnkalziumausscheidung bieten die Möglichkeit der Überprüfung der Wirkung der sauren Salze und damit der Fütterung in der Trockenstehzeit, in der die Grundlage für die Gebärpareseprophylaxe gelegt wird (ROSSOW 2003b).

#### 4.2.1.3.3.3. Kotwasseruntersuchung

BOEHNCKE et al. (1987) untersuchten die Aussagekraft der Kalziumkonzentration im Kotwasser für die Kalziumversorgungslage. Er untersuchte 20 Milchviehbestände mit insgesamt 506 laktierenden Kühen. Zwischen der Kalziumbedarfsdeckung und der Kalziumkonzentration im Kotwasser konnte eine hochsignifikante Korrelation ( $r = 0,722$ ) festgestellt werden. Nach den bisherigen Ergebnissen können zwar Rückschlüsse auf eine Kalziumversorgung von Milchviehbeständen gezogen werden, jedoch können keine Aussagen für das Einzeltier abgeleitet werden. Inwieweit Alter, Milchleistung und Rationstyp die Anwendbarkeit dieser Methode beeinflussen sollte weiter untersucht werden (BOEHNCKE et al. 1987).

#### 4.2.1.3.3.4. Leberbiopsie

In verschiedenen Studien wird ein erhöhtes Vorkommen der Gebärparese mit steigenden Leberfettwerten beobachtet (HIGGINS et ANDERSEN 1983; REID 1983; HERDT 1988b; ANDREWS et al. 1991; SEVINC et ASLAN 1998).

FÜRLI (1997) sieht die Ursache in einer Erkrankung der Nieren. Diese können neben der Leber beim Fettlebersyndrom ebenfalls stark verfetten. Das für den Kalziumhaushalt wichtige Vitamin D<sub>3</sub> kann so weder in der Niere noch in der Leber im notwendigen Umfang aktiviert werden. Weiter kommt es durch die vermehrt auftretenden freien FS zu einer Hypomagnesämie, die die Fähigkeit der Kuh,

Kalzium in der Früh lactation zu mobilisieren senkt. So erklärt sich eine Beziehung zwischen Fettleber und Gebärparese (REID et ROBERTS 1983).

#### *4.2.1.4. Diskussion und Implementierung in das VHC-System*

##### *4.2.1.4.1. Rationsgestaltung*

Um den Nährstoffgehalt einer Ration beurteilen zu können, müssen die Inhaltsstoffe der einzelnen Futtermittel bekannt sein. Bei den Grundfuttermitteln sollte daher bei jedem neuen Schnitt eine Futtermittelanalyse durchgeführt werden, um den Nährstoffgehalt des Futtermittels abschätzen zu können. Bei Zukauffuttermitteln sind die Konzentrationen der einzelnen Inhaltsstoffe angegeben (BUSCH et al. 2004).

Die Empfehlungen der GfE (2001) bilden die Grundlage für eine Bedarfsorientierung an Energie und nutzbaren Protein. Diese werden regelmäßig den neuesten Bedürfnissen angepasst und sind den Tabellen 12 und 13 zu entnehmen.

Zusätzlich zur Proteinversorgung muss die RNB immer beachtet werden und darf eine Mindestmenge von  $-0,3\text{g/MJ ME}$  nicht unterschreiten, da es sonst zu Einbußen von Milchleistung, Milcheiweiß und Milchwahnharnstoff kommt (MEYER 2004b).

Für die Versorgung mit Kohlenhydraten bieten sich sowohl Variante I (Rohfaser, Stärke, Zucker und beständige Stärke) als auch Variante II (NDF, ADF und NFC) an, und sollten in der Rationsberechnung berücksichtigt werden. Variante II mit NDF, ADF und NFC spielt vor allem in der Strukturbewertung eine Rolle.

Hier bieten die Empfehlungen der DLG (2001) eine gute Rationsberechnungsgrundlage. Es werden Angaben zu den Kenngrößen Stärke, Zucker und unbeständige Stärke gegeben. Diese teilen sich in trockenstehende und laktierende Kühe auf. Bei laktierenden Tieren spielen das Leistungsniveau und der Laktationsstand eine wichtige Rolle und müssen mitberücksichtigt werden (Tabellen 16 und 17).

Auch für NDF, ADF und NFC werden exakte Werte genannt die für eine Rationsberechnung geeignet sind (Tabelle 18).

Für eine leichtere Berechnung der Ration eignen sich Computerprogramme. Diese berücksichtigen sämtliche Kohlenhydratvarianten und arbeiten meist mit den Vorgaben der DLG (DLG 2001).

Um einer Gebärparese vorzubeugen ist der Kalziumbedarf zu beachten. Dies spielt vor allem in der Trockenstehzeit eine wichtige Rolle (STAUFENBIEL 1999). Es wurden zwei Hauptempfehlungen betrachtet. Die Kalziumrestriktive Fütterung ist eine gebräuchliche Methode. Allerdings sollte beachtet werden, dass Grundfuttermittel einen hohen Kalziumgehalt haben. Die empfohlenen Kalziumgehalte sind daher schwer bis gar nicht einzuhalten. Das schließt diese Methode für einige Autoren als ungenügend aus (STAUFENBIEL 2002; THILSING-HANSEN et al. 2002).

Die einfache Umsetzung der Kalziumrestriktiven Fütterung macht sie empfehlenswert, wenn es zu keinen gehäuften Gebärparesefällen im Bestand kommt. In älterer Literatur wird empfohlen 50g/d nicht zu überschreiten (LOTTHAMMER 1979; HORST 1986; WILKE 1996).

Eine präzisere Möglichkeit das Gebärpareserisiko zu minimieren stellt das DCAB-Konzept dar. In vielen Studien wurde belegt, dass eine Senkung der DCAB unter 0 mEq/kg die Inzidenz für Gebärparese erheblich verringerte (siehe Tabelle 21). Sind die Werte im Futtermittel nicht optimal, kann mit so genannten sauren Salzen ein optimaler DCAB-Wert erreicht werden. Dies kann allerdings die Schmackhaftigkeit des Futters beeinflussen. Es sollten nur Werte bis 250 mEq/kg TM mit sauren Salzen ausgeglichen werden. Sonst könnte die Futteraufnahme gefährdet werden (HORST et al. 1997).

Die DCAB-Werte in der Trockenstehphase sollten zwischen -100 und -150 mEq/kg TM liegen (Siehe Tabelle 22).

Die Anwendung eines DCAB-Konzeptes ist vor allem in Herden mit einer Milchfieberinzidenz über 10% dringend zu empfehlen (OETZEL 1993).

Bei einer gleichzeitigen Anwendung des DCAB-Konzeptes kann der Kalziumgehalt zwischen 120 und 180 g/d betragen (FÜRLI et al. 1996).

Die physikalischen Eigenschaften des Futters stellen für die Strukturversorgung einen der wichtigsten Punkte der Rationsplanung dar (HOFFMANN 2003; STEINWIDDER et ZEILER 2003).

Hierfür gibt es die beiden Bewertungssysteme „strukturierte Rohfaser“ nach HOFFMANN und PIATKOWSKI (1990) und den „Strukturwert“ nach De BRABANDER (1999). Gegenwärtig wird in Deutschland überwiegend das System der strukturierten Rohfaser zur Bewertung der Strukturwirksamkeit der Ration bei der Rationsgestaltung verwendet. Die neuen Ansätze des Strukturwertes werden in den aktuellen Versorgungsempfehlungen der GfE (2001) aber ebenso berücksichtigt. Bei den laktierenden Tieren sind Leistungsniveau und Leistungsstand miteinzubeziehen (Tabellen 26 und 27).

Der Vorteil des Systems von De BRABANDER (1999) liegt in der einfacheren mathematischen Handhabung. Mit der Zahl des SW lässt sich leichter arbeiten. Allerdings wurde in einer Untersuchung festgestellt, dass bestimmte SW-Angaben für einzelne Futtermittel zu hoch eingeschätzt wurden. So fanden MEYER et al. (2002) heraus, dass die Werte für Grassilage zu hoch angegeben waren. In dieser Untersuchung steigt der Milchfettgehalt der Tiere um 0,3%; was hier als Strukturmangel gedeutet wird, obwohl die Versorgung mit Strukturfutter mit 121% deutlich über der empfohlenen Mindestmenge lag.

Bei dem System der „strukturierten Rohfaser“ wird der Größe der Partikel der Ration zusätzlich Rechnung getragen. Die optimale Menge an strukturwirksamer Rohfaser liegt bei 400g/100 kg Körpergewicht. Der Prozentsatz der strukturwirksamen Rohfaser staffelt sich nach TM-Aufnahme und Körpermasse (KM) (Tabellen 30 und 31). Beide Systeme basieren auf einer großen Anzahl von Untersuchungen und Daten, so dass keines besonders hervorgehoben werden kann. Der Nachteil beider Systeme liegt sicher darin, dass sie die Kotkonsistenz als einfaches Beurteilungsschema der Strukturversorgung nicht in ihre Untersuchungen eingearbeitet haben. In den meisten Rationsbearbeitungsprogrammen wird mit beiden Systemen gearbeitet, was den Vorteil bietet, dass so auch beide Beschreibungsvarianten von Kohlenhydraten berücksichtigt werden.

Die Partikelgröße gehört zu den physikalischen Eigenschaften. Sie hat einen entscheidenden Einfluss auf die Strukturwirksamkeit der Ration. Erst „*ein trockener und in Wasser weitgehend beständiger Futterpartikel*“ von mindestens 8mm Länge kann als strukturwirksam bezeichnet werden (HOFFMANN 2003).

Die Siebfraktionierung ermöglicht eine kostengünstige und schnelle Beurteilung der Ration in Bezug auf die Partikellänge. Bei einer exakten Handhabung laut Gebrauchsanweisung ist die Aussagekraft ausreichend (KONONOFF et al. 2003).

Allerdings gibt es verschiedenen Untersuchungen, die die Genauigkeit anzweifeln (DERNEDDE et HONIG 1977; SCHURIG et al 1996). Für exakte Untersuchungen der Häcksellängenbeurteilung und der Beurteilung der genauen Arbeitsweise von Häckselmaschinen weist diese Methode Schwächen auf. Für die schnelle Beurteilung der Ration im Stall gibt sie gute Informationen über die Qualität der Strukturversorgung. Eine Untersuchung sollte in regelmäßigen Intervallen erfolgen und sich nicht nur auf Problemsituationen beschränken wie von SPIEKERS et POTTHAST (2004) empfohlen.

Die Bildanalytische Methode mittels Computer ist noch ausbaubedürftig (GUTH et al. 1993). Der hohe Kosten und Zeitaufwand macht sie für eine Integration in das VHC-Konzept nicht verwendbar.

Die Wasseraufnahme wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, und kann dementsprechend berechnet werden. Um einer Unterversorgung vorzubeugen sollte Wasser guter Qualität immer zur freien Verfügung stehen (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

## **Übersicht 2: Kontrollpunkt Rationsgestaltung**

### **Kontrollpunkt Rationsgestaltung**

<b>Indikator</b>	<b>Intensität</b>	<b>Referenzwerte</b>
<b>Energiegehalt</b>		Tabelle 12
<b>Protein</b>		Tabelle 13
<b>Kohlenhydrate</b>		Tabellen 16/17/18
<b>Kalzium</b>		Tabellen 19/20/22
<b>Strukturbewertung</b>		Tabellen 26/27/30/31
<b>Partikelgröße</b>		Tabelle 32

#### 4.2.1.4.2. Futteraufnahme

Die Menge der Futteraufnahme bildet eine Grundlage für die Nährstoffversorgung. Nur durch deren Kenntnis kann eine gute Rationsberechnung erfolgen (GRUBER et al. 2004).

Es wurden verschiedenen Formeln zur Futteraufnahmeschätzung vorgestellt. Die Untersuchungen von SCHWARZ et GRUBER (1999) zeigen, dass amerikanische Studien schlechter anwendbar sind, als deutsche. Dies kann durch ein unterschiedliches Fütterungsregime erklärt werden. So besteht in vielen Datensätzen eine Beziehung zwischen Milchleistung und Kraftfutterniveau. Deutsche Schätzformeln sind meist schon älteren Datums.

Die neueste Schätzformel, die von einer Kooperation von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz entwickelt wurde, basiert auf einer großen Datenfülle. Es wurde sämtliche Futteraufnahmefaktoren berücksichtigt. Auch wird den unterschiedlichen Kraftfuttermengen, wie von SCHWARZ et GRUBER (1999) empfohlen, Rechnung getragen. Eine mathematische Methode, wie diese ermöglicht eine rasche Bearbeitung. In der Rationsplanung ist eine Orientierung an den ermittelten Werten möglich (GRUBER et al. 2004).

Generell können Futteraufnahme-Schätzformeln nur Näherungswerte der Futteraufnahme von Kühen liefern (SCHWARZ et GRUBER 1999).

So ist es sinnvoll, die in Faktor Management empfohlene Praxis der Überprüfung mittels Futterresten zusätzlich anzuwenden. So sollen 5–10% Futter auf dem Futtertisch verbleiben (LOSAND 1999; LUTZ 2000; MARTIN et al. 2007).

### Übersicht 3: Kontrollpunkt Futteraufnahme

#### Kontrollpunkt Futteraufnahme

Indikator	Intensität	Referenzwerte
Schätzwert		Schätzformel Tabelle 43
		5–10% Futterrest auf dem Futtertisch

#### 4.2.1.4.3. Nährstoffversorgung der Tiere

##### 4.2.1.4.3.1. Energieversorgung

###### 4.2.1.4.3.1.1. Körperkonditionsbeurteilung

Die Beurteilung der Körperkondition stellt einen wichtigen Punkt in der Beurteilung der Energiebilanz dar (HEUER et al. 1999), da Veränderungen der Fettdepots einen direkten Hinweis auf eine unausgeglichene Energiebilanz ergeben (CROXTON et STOLLARD 1976; BOISCLAIR et al. 1986; BOISCLAIR et al. 1987; JONES et GARNSWORTHY 1989; HOLTER et al. 1990; HEUWIESER et BERGMANN 1996).

Die mathematische Methode von DEVIR et al. (1995) bietet den Vorteil die Körperkondition mit Hilfe schon vorhandener Daten zu ermitteln, und damit einen geringen Zeitaufwand bedeutet. Der Nachteil dieser Methode ist, dass einzelne Parameter in der Rechnung sehr exakt auf israelische Kühe und deren Lebensbedingungen beruhen. Gerade die Fütterungsverhältnisse sind nicht auf Deutschland übertragbar. Eine Anwendung dieser Methode ist in Deutschland nicht sicher zu bewerten, und wird als Indikator für die Energieversorgung ausgeschlossen.

Die Bestimmung der Lebendmasse über eine Wägung festzustellen hat zum einen den praktischen Nachteil, dass diese Methode in der Durchführung sehr umständlich und zeitaufwändig ist. Studien zeigten, dass sich zum einen die relativen Anteile von Protein, Fett und Wasser und damit auch der Energiegehalt pro kg Lebendmasse, auch beim adulten Tier noch verändern können und dass die Relation Rahmengröße zu Lebendmassewert, Größe und Gewicht der Frucht und Inhalt des Verdauungstraktes das Gewicht beeinflussen können (MOE et TYRELL 1972; BOISCLAIR et al. 1986; RUEGG 1991; STAUFENBIEL et al. 1993).

So sollte die Bestimmung des Körperfettgehaltes als Maßstab herangezogen werden (CROXTON et STOLLARD 1976; STAUFENBIEL et ROSSOW 1979; BOISCLAIR et al. 1986; BOISCLAIR et al. 1987; JONES et GARNSWORTHY 1989; HOLTER et al. 1990; SALTMANN 1990; HEUWIESER et BERGMANN 1996).

Die zwei wichtigen palpatorischen–visuellen Methoden der Körperkonditionsbeurteilung sind das BCS und die Messung der Rückenfettdicke mit Ultraschall (STAUFENBIEL 1997a). Diese beiden Methoden wurden untersucht und auf ihre Genauigkeit für die Abschätzung der Energiebilanz überprüft.

Die Körperkondition wird durch die Milchleistung und das jeweilige Laktationsstadium beeinflusst (RUTTER et RANDEL 1984).

Der Vorteil der Rückenfettdickenmessung (RFD) mit Hilfe der Ultraschallmethode liegt sicher in der hohen Genauigkeit dieser Methode (STAUFENBIEL 1997a); sie ist allerdings mit einem höheren materiellen und zeitlichen Aufwand verbunden, als die BCS–Methode.

Die Untersuchungen der Genauigkeit der BCS–Methode im Vergleich mit der RFD–Methode ergaben hohe Korrelationen (GARNSWORTHY et JONES 1987; GRESHAM et al. 1991). BCS kann als gleichwertige Methode eingestuft werden (DOMECQ et al. 1995). Einige Autoren sehen die optimale Lösung in Verbindung beider Methoden (STAUFENBIEL et al. 1993). Die Kombination regelmäßiger Ultraschallmessungen im Rahmen der tierärztlichen Herdenbetreuung mit Training des BCS und anschließender fortlaufender visueller Beurteilung durch das Betriebsmanagement verbindet die Vorzüge des geringen Arbeitsaufwandes beim BCS mit der objektiven Aussagekraft der RFD–Messung.

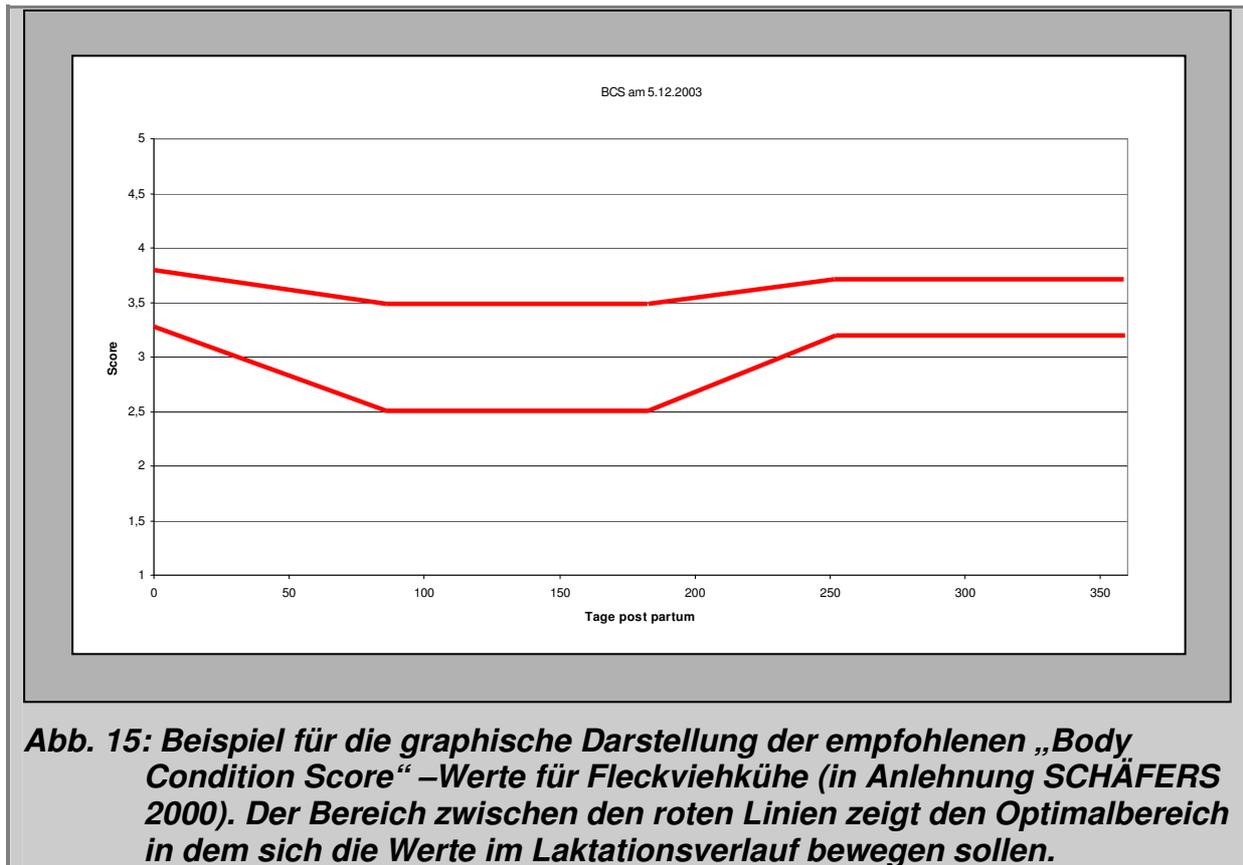
Für eine regelmäßige Kontrolle des Betriebes ist das BCS ausreichend. Besonders unter Laufstallbedingungen liegt der Vorteil des BCS in der einfachen Methodik und hohen Praktikabilität. Somit stellt das Verfahren ein geeignetes Werkzeug dar, um im Rahmen des Herdenmanagements den Versorgungsstatus der Kühe einer Herde zu bestimmen (HADY et al. 1994). Im Rahmen der Bestandsbetreuung werden Untersuchungszeiträume von 30–tägigen Intervallen vorgeschlagen (HADY et al. 1994). Allerdings sollte die Untersuchungshäufigkeit auf den Betrieb abgestimmt werden. Wichtig ist vor allem die Einteilung der Tiere in verschiedene Laktationsgruppen um die Körperkondition richtig beurteilen zu können. Außerdem sollten Tiere aus allen Laktationsgruppen genommen werden um ein vollständiges Bild zu erhalten (HADY et al. 1994). Als Vorgaben können die Werte von METZNER et al. (1993) herangezogen werden (Tabelle 88)

**Tabelle 88: Anzustrebende Noten des „Body Condition Score“ von Milchkühen (METZNER et al. 1993).**

<b>Leistungsgruppe</b>	<b>Tage p. p.</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Bereich</b>
<b>Kühe:</b>			
<b>peripartal</b>	-10–10	3,50	3,25–3,75
<b>frühe Laktation</b>	30–50	3,25	2,75–3,50
<b>frühe Laktation</b>	51–90	3,00	2,50–3,25
<b>mittlere Laktation</b>	91–180	3,50	3,00–3,50
<b>Späte Laktation</b>	>180	3,50	3,00–3,75
<b>Trockenstellen</b>	-	3,50	3,25–3,75
<b>Färsen:</b>			
<b>beim Belegen</b>	-	3,00	2,75–3,25
<b>beim Abkalben</b>	-	3,50	3,25–3,75

Für eine schnelle und übersichtliche Erfassung empfiehlt sich ein Erhebungsbogen (Abb. 14) (MARTIN et al. 2007).





#### 4.2.1.4.3.1.2. Biochemische und hämatologische Analysen

##### 4.2.1.4.3.1.2.1. Blutuntersuchungen

Die Blutparameter Glukose, Bilirubin, BHB und NEFA wurden als Indikatoren genauer untersucht.

Eine Unterschreitung der Serumglukosewerte wird von vielen Autoren als Hinweis auf eine Ketosegefährdung und demzufolge als ein Energiemangelzustand bewertet (SCHULTZ 1968; KRAFT et DÜRR 1999). Auch Schwankungen geben einen Hinweis auf eine gestörte Glukosehomöostase, wie im Verlauf einer Ketose oder des Fettlebersyndroms (PAYNE et PAYNE 1987). Um ein aussagekräftiges Ergebnis zubekommen, sollten jedoch nicht einzelne Tiere untersucht werden, sondern eine große Anzahl einer Herde (SCHOLZ 1987). Die Werte aus Tabelle 46 können als Richtwerte herangezogen werden. Die Werte in den einzelnen Phasen werden genau und differenziert dargestellt (LOTTHAMMER 1981).

Bilirubin eignet sich durch seine enge Beziehung zum Energiestoffwechsel als Indikator für akute Leberbelastungen infolge Energiemangels.

Es bestehen, vor allem in der Puerperalzeit, enge Beziehungen zwischen Serumbilirubin und der Gefahr klinischer und subklinischer Ketosen (LOTTHAMMER 1991). Aufgrund seiner Untersuchungen bestätigte er seine maximalen Serumbilirubinwerte aus einer anderen Untersuchung, die nicht überschritten werden sollten (Tabelle 48).

Die NEFA korrelieren sehr stark mit dem Grad der Fettmobilisation und eignen sich dadurch als Indikatoren des Energiestoffwechsels. Gerade um den Zeitpunkt der Geburt kommt es zu einem Anstieg der NEFA, die danach allmählich absinken (HAGMÜLLER 2002). Ein Anstieg des BHB zeigt eine vermehrte Fettabbaurate an. So kommt es in der Phase nach der Geburt zu einem Anstieg im Serum bis zu 1,0 mmol/l. Eine Überschreitung dieses Wertes deutet auf das Vorhandensein einer subklinischen Ketose hin (REHAGE et al. 1996).

Die Blutparameter Glukose, Bilirubin, BHB und NEFA haben alle eine gute Aussagekraft über den Energiestatus der Kuh und eignen sich als Indikatoren.

Um Blutprofile in der Bestandskontrolle einsetzen zu können sollte ein Schwellenwert von 20% eingesetzt werden. Das bedeutet 20% oder mehr der untersuchten Tiere müssen bezogen auf einen spezifischen Parameter außerhalb des Normbereiches liegen. Auf der Ebene einer Bestandsuntersuchung liefert der Test Informationen, die in 20% der Fälle durch andere Maßnahmen nicht entdeckt worden wären (STANGASSINGER 2003). Angaben, wie viele Tiere für eine Bestandsuntersuchung nötig sind werden in der Untersuchung nicht gemacht. Andere Autoren empfehlen 7, bzw. 2-6 Tiere je Leistungsgruppe (INGRAHAM et KAPPEL 1988, LOTTHAMMER et WITTKOWSKI 1994). Einzeltieruntersuchungen hingegen ergeben für die Bestandsuntersuchung keine Bedeutung (STANGASSINGER 2003). Blutsammelproben bieten keine Informationen über die Populationsvariabilität und sind daher nicht zu empfehlen (TORNQUIST et VAN SAUN 1999). Insgesamt werden durch herdennahe Beobachtungen der Fütterungspraxis und der Betriebsführung, Rationsbeurteilungen, die Registrierung von auffälligen Einzeltierschicksalen und spezifische Diagnosen oft ausreichend Anhaltspunkte

geliefert, um für Herdenprobleme ursächliche Störfaktoren zu ermitteln, ohne dass Blutprofile zusätzlich notwendig wäre (STANGASSINGER 2003). Ein umfangreiches Stoffwechselmonitoring ist teuer und das Ergebnis rechtfertigt den finanziellen Aufwand nicht (ROSSOW et al. 1991). Ein derartig aufwendiger aber relativ unselektiver Test bei problemanfälligen Herden erscheint nur dann sinnvoll, wenn die Erfassung aller o. g. Einflussfaktoren als vorgelagerte Maßnahmen kein konkretes Ergebnis liefert (STANGASSINGER 2003). Sie sind daher eher weiter unten in der Intensitätspyramide anzusetzen. So ist die Empfehlung vieler Autoren, die kostengünstiger und schneller zu gewinnenden Milchproben für Untersuchungen heranzuziehen, gerechtfertigt (FARRIES 1983a; ANDERSSON et LUNDSTRÖM 1984; ROSSOW et al. 1991).

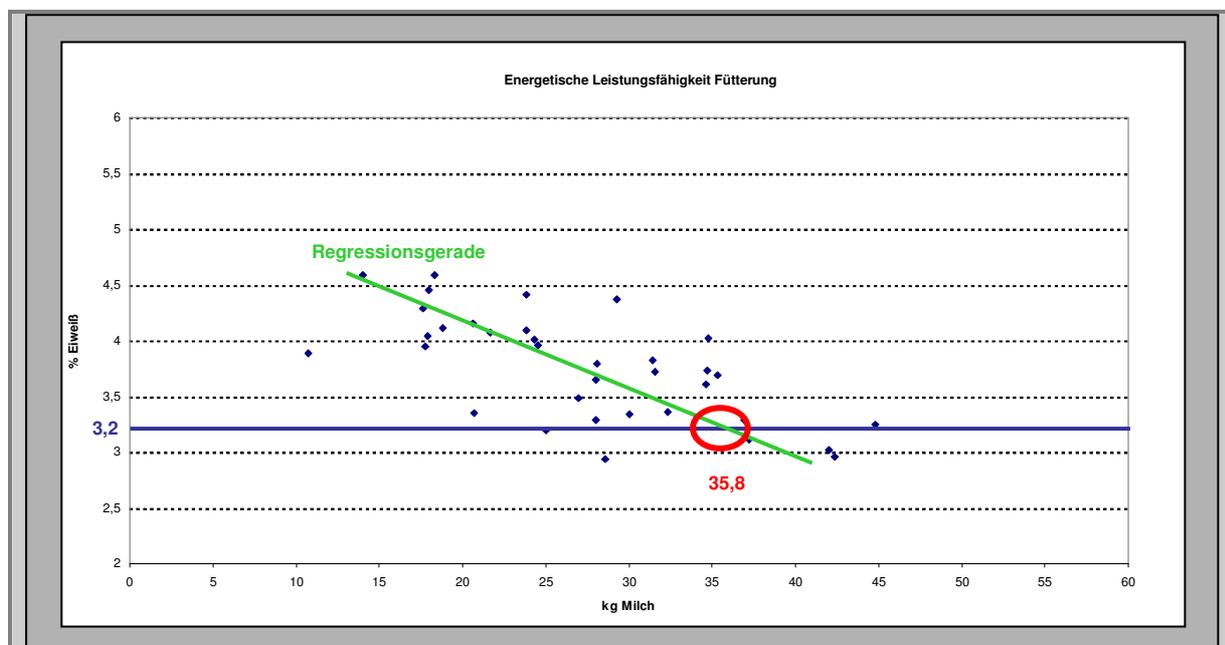
#### 4.2.1.4.3.1.2.2. Milchuntersuchung

Die Milchleistung und die damit verbundene Laktationskurve eignen sich durch ihre großen Tag-zu-Tag-Variationen gut für die Bewertung der Energieversorgung (SVENNERSTEN-SJAUNJA et al. 1997). Wie durch verschiedene Studien bestätigt wurde, zeigen Tiere mit Ketose einen deutlichen Leistungsabfall (LUCEY 1986; GRÖHN et al. 1989; DELUYKER 1991; GUSTAFFSON et al. 1993a; DETILLEUX et al. 1994).

Für eine bestandsmäßige Beurteilung der Milchleistung eignet sich vor allem eine Herdenmilchleistungskurve (MANSFELD et HEUWIESER 2000). So deutet eine große Streuung der Einzelwerte oder ein Absinken der Herdenmilchleistungskurve auf Probleme hin, denen eine Gruppenauswertung folgen sollte. Ein flacher Peak und eine daraufhin hoch erscheinende Persistenz deuten auf ein Ketoseproblem in der Herde (GUSTAFSON et al. 1993a).

Der Milcheiweißgehalt eignet sich durch seine Energieabhängigkeit als Indikator der Energieversorgung (MANSFELD et HEUWIESER 2000). Der durchschnittliche Milcheiweißgehalt liegt bei 3,51% (LKV-BAYERN 2001/2002/2003), und unterliegt geringen, aber vernachlässigbaren Rasseschwankungen (siehe Tabelle 59).

Um den Milcheiweißwert als Indikator nutzen zu können, müssen einige Faktoren, die auf ihn einwirken berücksichtigt werden. So unterliegt er innerhalb der Laktation Schwankungen. Generell ist der Eiweißgehalt zu Laktationsbeginn und in der Spätlaktation am höchsten. Während der höchsten Milchleistung ist der Eiweißgehalt am niedrigsten (STAUFENBIEL et al. 1990a). Die laktationsbedingten Schwankungen liegen zwischen 3,0 und 3,8% Eiweißgehalt und sollten 0,6% Variation innerhalb einer Laktation nicht übersteigen (ROSSOW 2003c). In die Beurteilung darf allerdings erst Milch nach dem 8. Laktationstag bewertet werden, da hier die Kolostralphase nicht mehr die Werte beeinflusst (EICHER 2004). Für die Nutzung in der Bestandsbetreuung sollte der Eiweißgehalt nicht alleine betrachtet werden. Eine Beurteilung in Zusammenhang mit der Gemelksmenge dient als Grobeinschätzung der Leistungsfähigkeit von Herde und Fütterung. Trägt man die Eiweißgehalte der Tiere mit der jeweiligen Milchmenge in ein Diagramm und bildet eine Regressionsgerade, so kann man mit Hilfe einer gedachten Linie bei 3,2 % Eiweiß einen Schnittpunkt bekommen, der eine Auskunft darüber gibt, bis zu welcher Gemelksleistung eine Milcheiweißkonzentration von durchschnittlich mindestens 3,2% erfüllt werden kann. (DEHNING 1989, SPOHR et WIESNER 1991). Für eine gesichert Aussage genügen 10–20 Tiere (Abb. 16).



**Abb. 16: Gegenüberstellung von Tagesmilchmenge und Milcheiweißgehalt in einer Punktegaphik zur Beurteilung der energetischen Leistungsfähigkeit der Fütterung (erstellt nach Angaben von DEHNING 1989, SPOHR et WIESNER 1991, MARTIN et al. 2007).**

Der Milchfettgehalt bietet einen weiteren Indikator für die Energieversorgung. Der durchschnittliche Wert für den Fettgehalt liegt bei 4,16% (LKV-BAYERN 2001/2002/2003), der nur gering durch Rasseunterschiede beeinflusst wird (Ausnahme Jersey mit 6%)(Tabelle 63). Bei einem Energiemangel erhöht sich der Milchfettgehalt, da es zu einem vermehrten Abbau von Körperfett kommt (EMERY 1988). Gerade in den ersten Wochen der Laktation besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem erhöhten Fettgehalt und dem Vorhandensein von subklinischen und klinischen Ketosen. In den ersten drei Wochen p. p. traten gehäuft subklinische Ketosen im Zusammenhang mit einem erhöhten Fettgehalt von 5% auf. Dieser Zusammenhang ließ sich bis zur 6. Woche weiter beobachten und wurde dann geringer (LOTTHAMMER 1991). Werte zwischen 3,5 und 5% während der Früh- und Hochlaktation sind Grenzen, die nicht über- oder unterschritten werden sollten (siehe Abb. 17 bei Strukturversorgung) (MANSFELD et HEUWIESER 2000). Eine Analyse der einzelnen FS bietet eine Übersicht über die „Herkunft“. Kommen die FS aus den körpereigenen Reserven, sind sie langkettig und ungesättigt (PEDRON et al. 1993). Aufgrund des hohen Untersuchungsaufwandes ist eine Nutzung in der Bestandsbetreuung nicht zu vertreten. Der Milchfettgehalt stellt einen guten Indikator da, sollte aber vor allem im Zusammenhang mit dem Milcheiweißgehalt beurteilt werden.

Eine gemeinsame Betrachtung von Eiweiß und Fettgehalt ergibt den Fett - Eiweiß - Quotient. Der optimale FEQ liegt zwischen 1,0 und 1,25 (SPOHR et al. 1992). In vielen Untersuchungen wurden Kühe mit einem Wert über 1,4 bzw. 1,5 als ketosegefährdet bezeichnet (DIRKSEN 1994; HEUER et al. 1999; MANSFELD et HEUWIESER 2000). Dieser Parameter besitzt vor allem zu Laktationsbeginn eine hohe Aussagekraft (bis ca. 4. Laktationsmonat). Im Laufe der Laktation stellt er keinen sensiblen Indikator mehr dar (SCHOLZ 1990; GRAVERT et al. 1991). Ebenso sollten mindestens 15 Tieren untersucht werden, um eine aussagefähige Beurteilung erzielen zu können (SPOHR et al. 1992). Für die Bestandsbetreuung kann eine graphische Auswertung durchgeführt werden (siehe Abb. 18 bei Strukturversorgung).

Der Milchwahnhstoffwert alleine betrachtet bietet keine gesicherten Angaben über die Energieversorgung, und eignet sich hierfür nur bedingt als Indikator. Normale Harnstoffwerte werden in der Literatur mit 15 bis 30 mg/dl angegeben (siehe Tabelle

67). Viele Autoren schlagen daher die gemeinsame Betrachtung von Harnstoff- und Eiweißgehalt vor (KAUFMANN 1982; FEDDERSEN 1984; KIRCHGESSNER et al. 1986; MOHRENSTECHER–STRIE 1988). Für die Beurteilung beider Daten wird momentan vor allem die Neun–Felder–Tafel verwendet. Diese Methode wird allerdings immer mehr mit Vorbehalt beurteilt. Auch die Arbeit von SEGGEWISS (2004) zeigt, dass dieses Beurteilungsschema eine ungenügend genaue Aussagekraft besitzt und wird nicht in das VHC–Konzept eingebaut.

Eine gemeinsame Betrachtung von Milchmenge und Harnstoffgehalt kann Fütterungsfehler in einzelnen Leistungsgruppen aufdecken. So können starke Schwankungen des Harnstoffgehaltes in den einzelnen Gruppen auf eine ungenügende Trockenmasseaufnahme hinweisen (MARTIN et al. 2007).

Für eine Beurteilung der Ketonkörper in der Milch eignet sich der Azetongehalt am besten (GRAVERT et al. 1986). Der geringere diagnostische Aufwand macht die Milchazetonbestimmung zu einem geeigneteren Indikator als die Azetonbestimmung im Serum (STANGASSINGER 2003). Eine Einteilung von Azetonwerten in physiologisch und subklinisch ist schwierig. Die Einteilung der Milchazetonwerte nach Tabelle 73 kann als Beurteilung herangezogen werden. Um die Aussagekraft zu erhöhen sollten immer mehrere Tiere herangezogen werden (ANDERSSON et EMANUELSON 1985). Um den Milchazetonwert als Indikator für die Energiebilanz verwenden zu können ist zu beachten, dass dieser auch fütterungsabhängig sein kann. In Milch von schlechten Silagen mit Buttersäuregehalten von über 1 g/kg Silage steigen die Milchazetongehalte um das 3 bis 4 fache. Der Azetongehalt der Milch ist also nur dann ein guter Indikator für die Energiebilanz, wenn die Einflüsse der Futterqualität angemessen berücksichtigt werden, z. B. durch Ausschaltung der Betriebs- oder Stalleffekte (GRAVERT 1991). Ein Problem für die routinemäßige Untersuchung des Milchazetongehaltes liegt darin, dass dieser nicht in der Milchleistungsprüfung erfasst wird, was aufgrund seiner guten Aussagefähigkeit überlegenswert und sinnvoll wäre (REIST 2003).

#### 4.2.1.4.3.1.2.3. Harn

Die Untersuchung der Ketonkörper mittels Teststreifen ist eine kostengünstige und schnelle Methode. Allerdings werden vor allem Kühe, die an klinischer Ketose erkrankt sind, erkannt. Für die Bestandsbetreuung sind andere Indikatoren geeigneter.

#### 4.2.1.4.3.1.2.4. Kotuntersuchung -> siehe Strukturbewertung

#### 4.2.1.4.3.1.2.5. Leberbiopsien

Wie die Untersuchungen bestätigen können Leberbiopsien schnell und ohne Folgeerscheinungen für das Tier, für deren Milchleistung oder Futteraufnahme, entnommen werden (LOOSMORE et ALLCROFT 1951; HERDT et al. 1983; SMART et NORTHCOTE 1985; STAUFENBIEL et al. 1991b; VAZQUEZ-ANON et al. 1994). Auch wird die Genauigkeit der Methode immer wieder herausgestellt (GRÖHN et al. 1983; KARSAI et SCHÄFER 1984; RAYSSIGUIER et al. 1988; JOHANNSEN et al. 1990; FRERKING et al. 1991; STAUFENBIEL et al. 1993b; MOORE 1997; STAUFENBIEL 1999). Dies macht sie zu einem guten Indikator für den Energiestatus der Kuh. Die Einteilung der Ergebnisse soll nach Tabelle 75 erfolgen. Die Akzeptanz bei den Bauern wird allerdings kritisch bewertet. Da sich Milchleistungsdaten einfacher gewinnen lassen, wird die Leberbiopsie erst weiter unten in der Pyramide eingesetzt, auch wenn die Autoren sie als genauere Methode einstufen.

### Übersicht 4 : Kontrollpunkt Energieversorgung

#### Kontrollpunkt Energieversorgung

Indikator	Intensität	Referenzwerte
BCS		Tabelle 88
Blutprofile		Glukose: Tabelle 46 Bilirubin: Tabelle 48 BHB: > 1 mmol/l NEFA: Tabelle 51
Milchuntersuchung		Milchleistung: Kurvenbewertung Milcheiweiß: Ø 3,51% Variationsbreite bis 0,6% Milchfett: Ø 4,16%; nicht > 5% Fett-Eiweiß-Quotient: nicht > 1,5 Milchazeton: Tabelle 73
Leberbiopsie		Tabelle 75
Kotbewertung		Tabelle 81

#### 4.2.1.4.3.2. Strukturversorgung

##### 4.2.1.4.3.2.1. Wiederkauaktivität

Der Wiederkauzeit kommt bei der Aussage über die Strukturwirksamkeit eines Futtermittels eine erhebliche Bedeutung zu, da durch das Kauen und Wiederkauen der Pansen-pH reguliert wird (MAEKAWA et al. 2002). Die verschiedenen Methoden zur Messung der Kau- und Wiederkauaktivität stellen eine gute Möglichkeit der Abschätzung dar. Allerdings sind dies sehr aufwendige Methoden, die für eine routinemäßige Untersuchung nicht in Frage kommen. In Betrieben, in denen gehäuft Azidosen -klinisch oder subklinisch- auftreten, können stichprobenartige Untersuchungen sinnvoll sein. Für eine Überwachung bildet die von SPIEKER et POTTHAST (2004) empfohlene, kostengünstige und schnelle Alternative das Mittel der Wahl. Hier werden die Tiere 1–2 Stunden nach der Futtergabe beobachtet. Liegen mindestens 50–60% der Tiere und kauen wieder so spricht das für eine gute Strukturversorgung durch das Futter. Eine mehrmalige Unterschreitung dieser Rate spricht für einen Strukturmangel. Allerdings sollte das nur eine zusätzliche

Information sein, da auch stallbauliche Gegebenheiten ein Hinlegen und damit ein Wiederkäuen verhindern können.

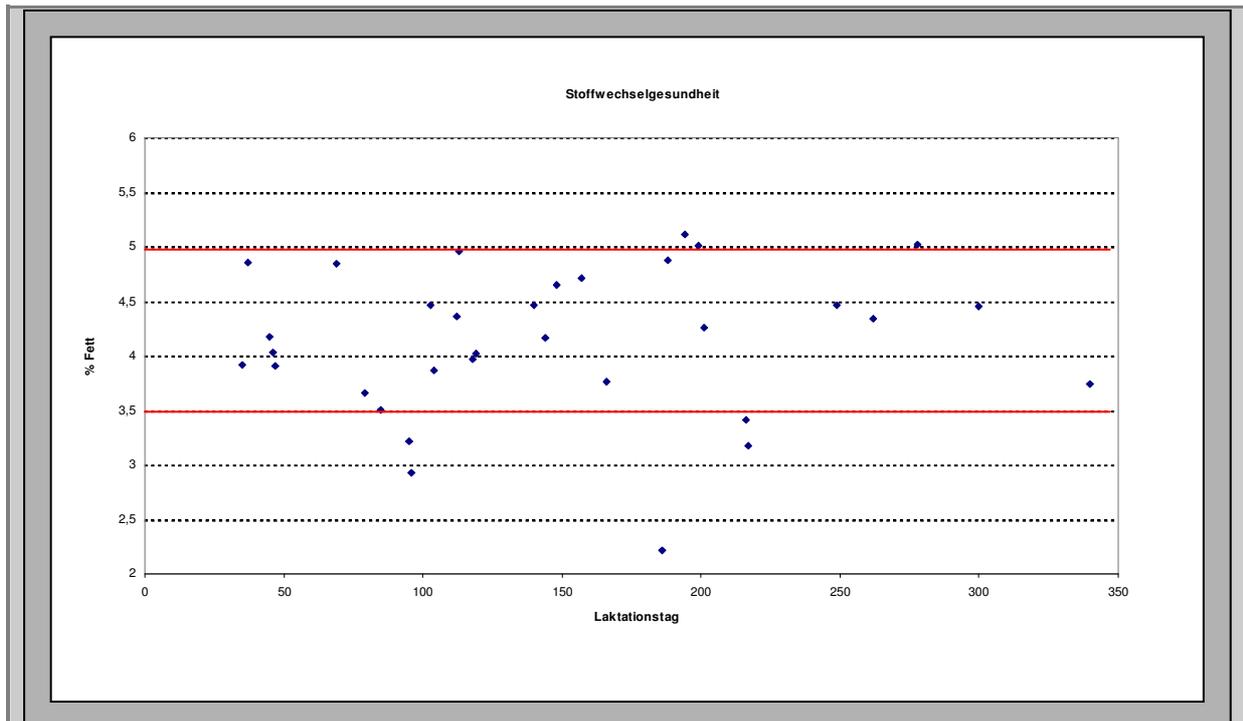
#### 4.2.1.4.3.2.2. Kotbeschaffenheit

Mit Hilfe der von SKIDMORE (1990) entwickelten Beurteilung der Kotbeschaffenheit lassen sich die Strukturversorgung, aber auch die Energie- und Proteinversorgung gut und schnell prüfen. Wichtig ist jedoch für eine Bewertung, den Rationstyp und das Laktationsstadium des Tieres zu kennen (SPIEKERS et POTTHAST 2004). Das Beurteilungsschema ist leicht zu erlernen und umzusetzen (Tabelle 81). In der Literatur gibt es keine Empfehlungen wie häufig eine gezielte Untersuchung stattfinden soll. SPIEKERS et POTTHAST (2004) schlagen vor, den Kot bei einer Bestandsbegehung zu beachten, und bei Auffälligkeiten, wie Änderungen in der Kotkonsistenz oder bei Auffälligkeiten bei einem Tier, weiter zu untersuchen. Eine Auswaschung des Kotes erscheint nur sinnvoll, wenn vorher schon Probleme in der Herde aufgetreten, oder andere Verdachtsmomente vorhanden sind.

#### 4.2.1.4.3.2.3. Milchuntersuchung

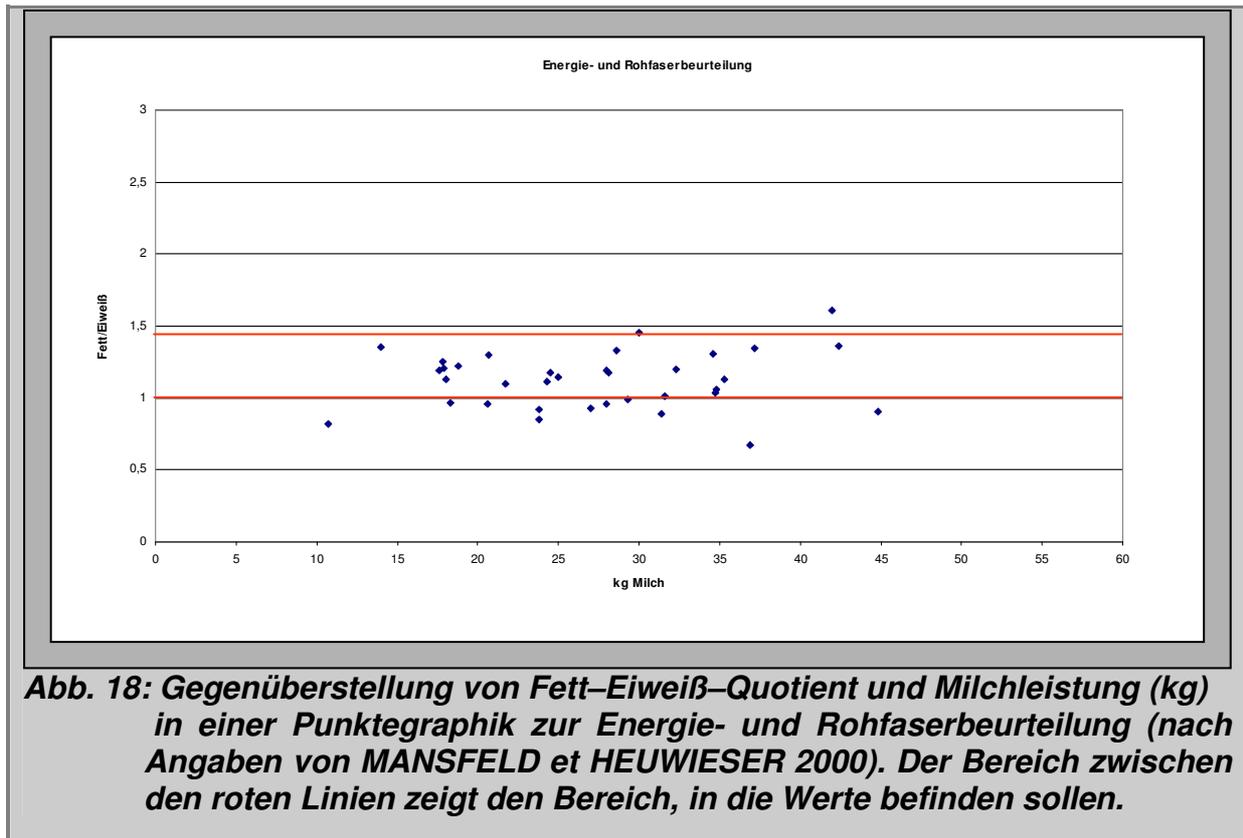
Für die Strukturversorgung stellt der Milchfettgehalt einen aussagekräftigen Indikator dar. Der Energiehaushalt bildet den wichtigsten endogenen Faktor für die Milchfettsynthese; die Ration mit dem Anteil an strukturwirksamer Rohfaser den wichtigsten exogenen Faktor (Mc GUIRE et BAUMANN 2003).

MANSFELD et HEUWIESER (2000) geben für das Milchfett den Richtwert von 3,5%. Werte darunter sind Hinweise auf Azidosen. Für eine übersichtliche Bearbeitung ist eine graphische Darstellung zu empfehlen. Eine Verbindung mit der Energieversorgung lässt sich leicht darstellen. So können die MLP-Daten graphisch einfach aufbereitet ein Bild geben, ob die Herde und einzelne Tiere energie- (über 5%; Ketosegefahr) oder strukturunterversorgt (unter 3,5%; Azidosegefahr) (Abb. 17).



**Abb. 17: Gegenüberstellung von Laktationstag und Milchfettgehalt (%) in einer Punktegraphik zur Beurteilung der Stoffwechselgesundheit (nach Angaben von MANSFELD et HEUWIESER 2000). Der Bereich zwischen den roten Linien zeigt den Bereich, in dem sich die Werte befinden sollen.**

Der FEQ kann ebenfalls als Indikator für die Strukturversorgung in der Bestandsbetreuung eingesetzt werden. Zusammen mit der Beurteilung der Energieversorgung können hier in graphischer Weise Auswertungen erfolgen (Abb. 18).



**Abb. 18: Gegenüberstellung von Fett–Eiweiß–Quotient und Milchleistung (kg) in einer Punktegraphik zur Energie- und Rohfaserbeurteilung (nach Angaben von MANSFELD et HEUWIESER 2000). Der Bereich zwischen den roten Linien zeigt den Bereich, in die Werte befinden sollen.**

Allerdings ist zu beachten, dass die Aussagekraft vor allem in den ersten Laktationswochen (bis 4. Laktationsmonat) am höchsten ist (SEGGEWISS 2004). Werte über 1,5 sprechen für eine Ketosegefährdung, Werte unter 1,0 für die Gefahr von Pansenazidosen (MARTIN et al. 2007).

#### 4.2.1.4.3.2.4. Pansensaft

Die Pansensaftentnahme ist durch den relativ großen Aufwand nicht als Indikator der ersten Stufe einzuordnen. Er besitzt eine gute Aussagekraft über den Säuerungszustand des Pansens. Bei Verdacht auf ein Herdenazidoseproblem sollten Proben entnommen werden. Liegen mehr als 25 % der Proben unter pH 5,5, so liegen subklinische Azidosen vor, die einer Überprüfung bedürfen (NORDLUND et al. 1995).

#### 4.2.1.4.3.2.5. Harnuntersuchung

Die Beurteilung der Strukturversorgung über den Harn-pH-Wert ist nur bedingt möglich. In einigen Untersuchungen wird auf einen Zusammenhang zwischen Azidose und Harn-pH-Wert hingewiesen (FISCHER et ANDERT 2004). Generell ist der Harn-pH-Wert in Zusammenhang mit der SBH zu nennen und kann daher für eine erste Einschätzung herangezogen werden. Es sollten aber immer zusätzliche Parameter hinzugezogen werden.

Die NSBA stellt, im Vergleich zur pH-Wert-Bestimmung, eine aussagekräftigere Methode zur Erkennung azidotischer Belastungen und damit subklinischer Pansenazidosen dar (BENDER et GELFERT 2001a). Die Ursachenfindung bleibt allerdings schwierig. (GLEFERT et STAUFENBIEL 2002). Die Empfehlung Mittelwertbestimmungen aus Poolproben zu beurteilen, ist eine kostengünstige und ebenso aussagekräftige Möglichkeit. Dabei sollten die NSBA-Werte nicht in den negativen Bereich absinken. Nach BENDER et STAUFENBIEL (2003) führten Untersuchungen der einfachen und der fraktionierten NSBA zu gleich aussagekräftigen Ergebnissen. Da die einfache NSBA kostengünstiger ist, ist sie für die Bestandsbetreuung empfehlenswert. Referenzwerte sind der Tabelle 84 zu entnehmen.

### Übersicht 5: Kontrollpunkt Strukturversorgung

#### Kontrollpunkt Strukturversorgung

Indikator	Intensität	Referenzwerte
Wiederkauaktivität		>50% 1–2 Stunde nach Futteraufnahme
Kotbeschaffenheit		Tabelle 81
Milchuntersuchung		Milchfett: < 3,5% = Azidosegefahr (Abb. 17) Fett-Eiweiß-Quotient: < 1,0 = Azidosegefahr (Abb. 18)
Pansensaft		>25% unter pH 5,5 = Azidosegefahr
Harn pH-Wert		Tabelle 84
NSBA		Tabelle 84

#### 4.2.1.4.3.3. Mineralstoffversorgung

##### 4.2.1.4.3.3.1. Blutkalziumkonzentration

Eine Veränderung des Blutkalziumspiegels tritt erst zu einem Zeitpunkt auf, da schon akute Störungen im Kalziumhaushalt vorliegen (LEHWENICH 1999; GELFERT et STAUFENBIEL 2002). Der Serumkalziumgehalt ist daher für die Erkennung subklinischer Störungen ungeeignet (HARTMANN et BANDT 1991; GELFERT et STAUFENBIEL 2002).

##### 4.2.1.4.3.3.2. Harnuntersuchung

Eine Harnuntersuchung ist sinnvoll, da die Nieren die Hauptaufgabe in der Regulierung der Mengenelementkonzentration und des SBH übernehmen und der Harn das Ergebnis dieses Prozesses widerspiegelt (GELFERT et STAUFENBIEL 2002). Eine Beurteilung der Harnkalziumkonzentration ist nur bedingt aussagkräftig. Die Aussagekraft des Harn-pH-Wert wird in der Literatur unterschiedlich gesehen. Der Harn-pH-Wert bietet eine gute Tendenz zu einer weiteren Beurteilung. Alleine gibt er keine sicheren Aussagen und sollte nur ergänzend zu anderen Parametern genommen werden. Ein pH-Wert über 8,5 bietet die Gefahr des Festliegens. Die NSBA sollte auch nie alleine herangezogen werden. Werte über 250 mmol/l zeigen ein erhöhtes Risiko für eine Hypokalzämie (ROSSOW 2002b). Der hohe Kostenaufwand führt zu einer Einstufung weiter unten in der Pyramide. Wenn bei vorausgegangenen Untersuchungen unklare Ergebnisse zustande gekommen sind, eignen sie sich für weitere Differenzierungen.

Für die Überprüfung zum Einsatz saurer Salze beim DCAD-Konzept bietet sich die Kombination von NSBA und Harnkalziumbestimmung an (FRÖMER 2004). So führen saure Salze bei sinkender NSBA zu einem Anstieg der Kalziumausscheidung mit dem Harn. NSBA-Werten sollen um 50 mmol/l und Harnkalziumkonzentrationen zwischen 5–10 mmol/l liegen (BENDER et al. 2001b), bzw. 8–15 mmol/l (FRÖMER 2004).

#### 4.2.1.4.3.3.3. Kotwasseruntersuchung

Die Kotwasseruntersuchung bietet eine gute und schnelle Möglichkeit der Untersuchung des Kalziumstatus. Allerdings wurden die Einflüsse von Alter, Milchleistung und Rationstyp in den Untersuchungen von BOEHNCKE et al. (1987) zu wenig berücksichtigt. Hier gibt es noch Forschungsbedarf. Die Methode ist daher nicht aussagekräftiger als die Harnuntersuchung und wird nicht als Indikator genommen.

### **Übersicht 6: Kontrollpunkt Mineralstoffversorgung**

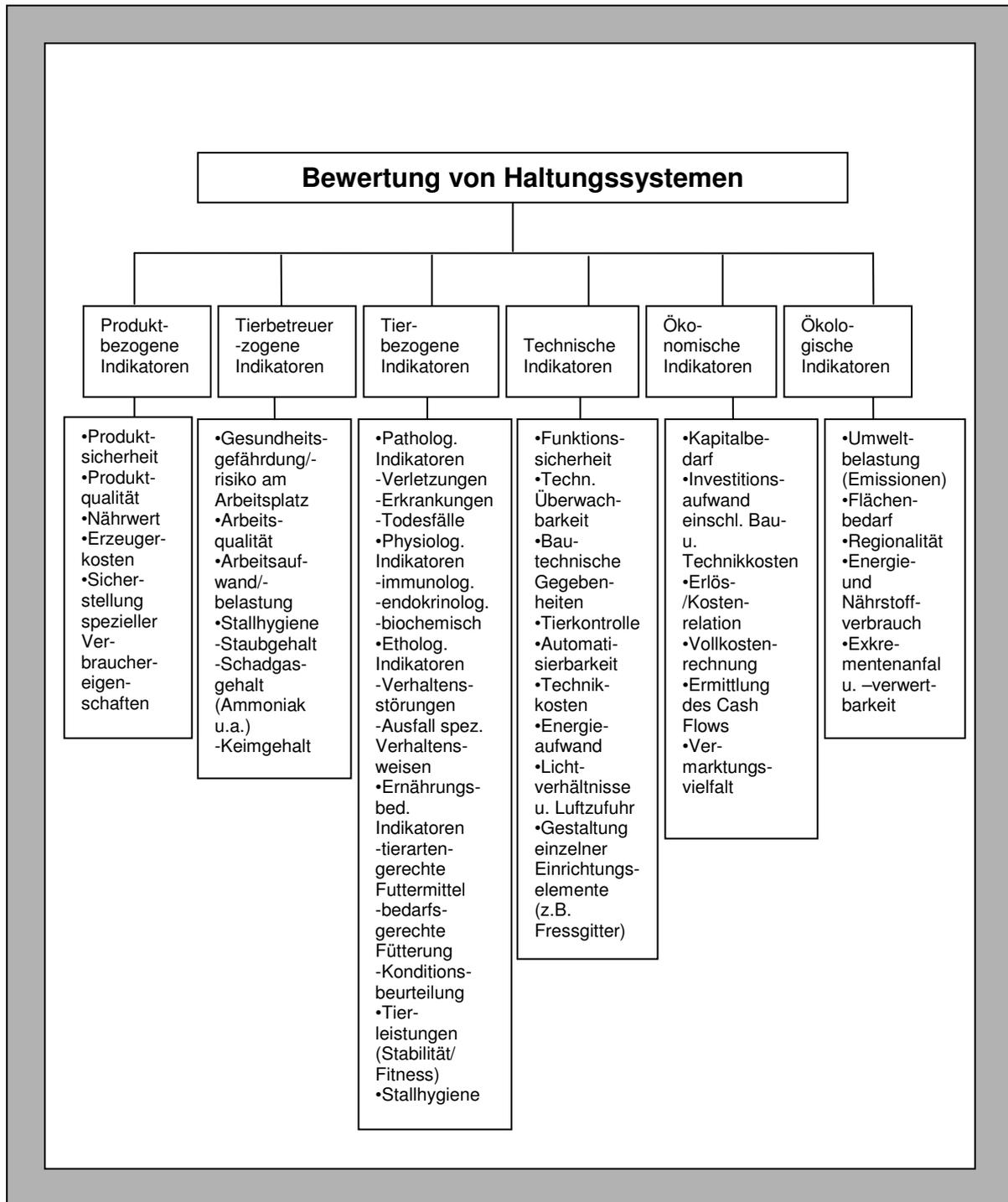
#### **Kontrollpunkt Mineralstoffversorgung**

<b>Indikator</b>	<b>Intensität</b>	<b>Referenzwerte</b>
<b>Harn pH</b>		<b>&gt;8,5 = Gefahr Festliegen</b>
<b>Harnkalzium</b>		<b>Tabelle 84</b>
<b>NSBA</b>		<b>&gt;250 mmol/l = Hypokalzämierisiko</b>
<b>NSBA + Harnkalzium</b>		<b>NSBA = 50 mmol/l Harnkalzium zwischen 5-10 mmol/l</b>

### **4.2.2. Faktor Haltung**

Die Bewertung von Haltungssystemen ist ein komplexer Bereich. Grundvoraussetzung ist die Einhaltung sämtlicher juristischer Forderungen (Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Mai 1998; Gesetz zu dem Europäischen Übereinkommen vom 10. Mai 1976 zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen vom 25. Januar 1978 mit Empfehlungen für das Halten von Hühnern, Schweinen, Rindern, Pelztieren, Schafen und Ziegen).

BRADE (2001) gibt ein umfassendes Konzept der Bewertung von Haltungssystemen, das einen Überblick über mögliche Indikatoren in der gesamten Haltungsbeurteilung bietet (Abb. 19). Aufgrund der Thematik der Dissertation werden in diesem Kapitel die Punkte, die sich speziell auf die Fütterung beziehen, besprochen. Schwerpunkt wird hier auf den Fressplatz und die räumliche Trennung der einzelnen Leistungsgruppen gelegt. Prinzipiell sollte immer das Tier als Ganzes gesehen und die anderen Punkte bei der Beurteilung eines Haltungssystems mitbeachtet werden.



**Abb. 19: Indikatoren zur Bewertung von Haltungssystemen (BRADE 2001).**

#### 4.2.2.1. *Fressbereich*

##### 4.2.2.1.1. Futtertischhygiene

Wichtig für eine gute Futteraufnahme ist die Futtertischoberfläche. Da die Kuh mehrere hundert Mal am Tag mit der empfindlichen Unterseite der Zunge darüber streicht, sollte der Futtertisch glatt beschichtet und ohne Fugen, in denen sich Rückstände ablagern können, gestaltet sein. Der Futtertisch soll sauber und frei von Schmierschichten sein (BRANDES 1999; RÖTHLINSHÖFER 2006; MARTIN et al. 2007).

##### 4.2.2.1.2. Futterplatzgestaltung

Verschiedene Studien untersuchten das Fressverhalten von Milchkühen über den Tag verteilt. Den Angaben nach variieren die Zeiten, zu denen die Tiere am Fressplatz Futter aufnehmen zwischen  $114,23 \pm 34,27$  min/d (De VRIES et al. 2003b), 225,1 min/d (TOOLKAMP et al. 2000) im Laufstall und 253 min/d (VASILATOS et WANGSNESS 1980) und 294 min/d (DADO et ALLEN 1995) in Anbindehaltung. LAISTER (2003) gibt die Fressdauer mit 6,5–9 Stunden täglich an. Dies zeigt die Bedeutung der Fressplatzgestaltung (BRANDES 1999).

Generell ist eine Unterscheidung zwischen Anbindehaltung und Laufstall zu machen. In der Anbindehaltung müssen alle Verhaltensweisen an einem Stand- und Liegeplatz ausgeführt werden (BORELL 2002). Der Vorteil liegt in einer ungestörten Futteraufnahme und der Möglichkeit den Standplatz optimal an das Tier anzupassen (BORELL 2002). Allerdings wird das Bewegungs-, Sozial- und Komfortverhalten der Tiere stark eingeschränkt.

In der Laufstallhaltung können die Tiere die verschiedenen Funktionsbereiche Fressen, Liegen, Melken, Laufen und Entmisten aufsuchen. Sie ist eine den Haltungsansprüchen besser angepasste Haltungsform. Allerdings können sich soziale Auseinandersetzungen nachteilig auswirken. Gerade beengte Raumverhältnisse, fehlende Ausweichmöglichkeiten und eingeschränkter Zugang zu Futter- und Wasserplätzen können Probleme verursachen (BORELL 2002).

#### 4.2.2.1.2.1. Fressplatzhöhe

Die Tiere sollten eine Fressposition wie auf der Weide einnehmen; das heißt mit gesenktem Kopf fressen, um eine höhere Futteraufnahme zu erzielen (LUTZ 2000). Die Speichelbildung wird so um 17% erhöht (BRANDES 1999), was die Pansenfunktion optimiert.

Um den fehlenden Weideschritt auszugleichen (UDE et GEORG 2002; BORELL 2002) werden Krippensohlenhöhen von 10 bis 12 cm in Anbindehaltung (BORELL 2002) und 15 cm (BRANDES 1999), 15 bis 20 cm (UDE et GEORG 2002; BRADE et FLACHOWSKY 2005), 20 cm (GÖT 2003) oder 20 bis 25 cm (BORELL 2002) im Laufstall empfohlen. Um aber gleichzeitig nicht am Fressen gehindert zu werden sollte die Krippenkante max. 50 cm (GÖT 2003), max. 52 cm (BRANDES 1999) bzw. max. 55 cm (BORELL 2002) im Laufstall und max. 36 cm in der Anbindehaltung (RÖTHLINGSHÖFER 2006) betragen. Die Krippenbegrenzung sollte laut BORELL (2002) aus Hartgummi bestehen. Der Nackenriegel erlaubt ab einer Höhe von 115 cm bis 125 cm gute (BRANDES 1999), ab 145 cm optimale (GÖT 2003) Fressbedingungen; laut BRADE (2001) soll er > 130 cm sein.

#### 4.2.2.1.2.2. Fressgittergestaltung/Nackenriegel

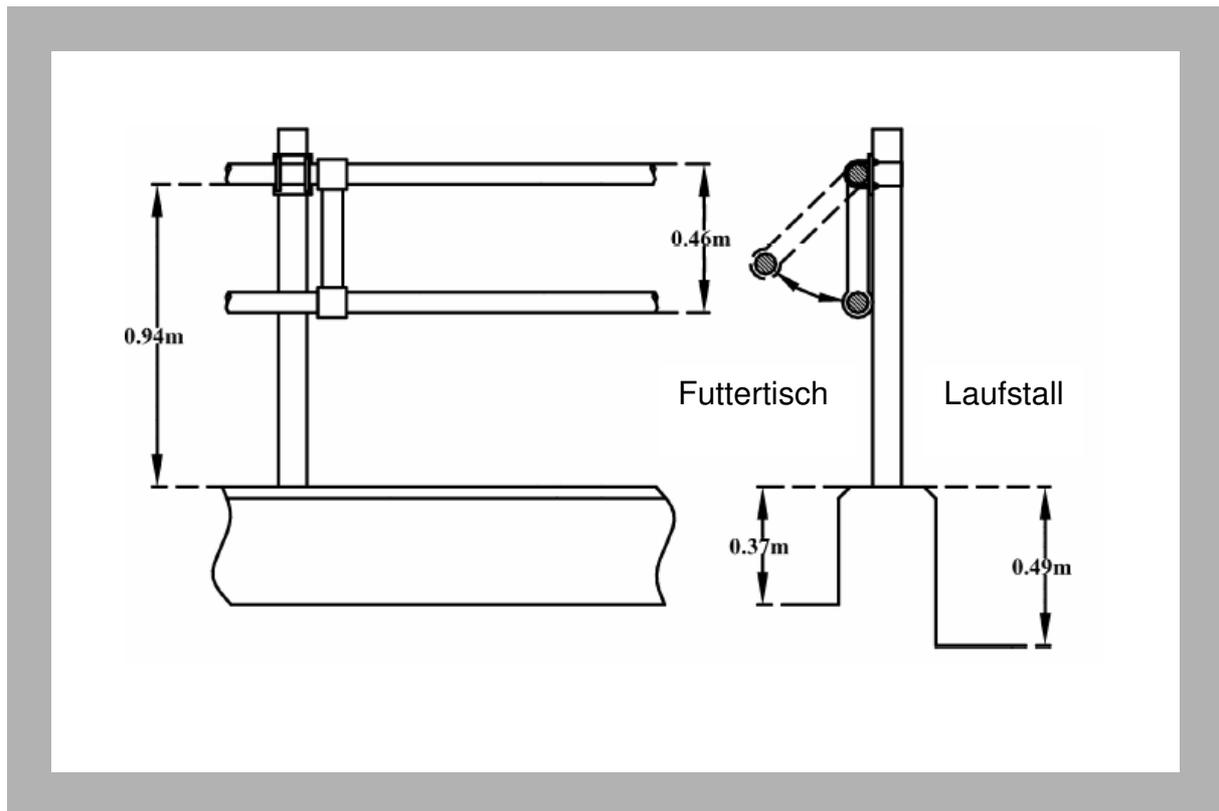
In Laufställen gibt es zum einen die Möglichkeit Fressgitter einzubauen, oder die Fressplätze nur mit Nackenriegeln zu gestalten (Abb. 20).



**Abb. 20:**  
**oberes Bild: Laufstall mit Fressgitter (headlock barrier)**  
**unteres Bild: Laufstall mit Nackenriegel (post and rail) (FARMWEST 2007).**

ENDRES et al. (2005) untersuchten, ob Futterplätze mit Fressgitter im Vergleich zu Futterplätzen, die nur mit einem Nackenriegel ausgestattet waren, zu ansteigenden Futterzeiten und zu einer Reduzierung aggressiven Verhaltens am Futtertisch führen. Die Ergebnisse zeigen, dass es zu 21% weniger Verdrängungen am Fressgitter als am Nackenriegel kam. Die durchschnittliche TM-Aufnahme und die durchschnittliche Fresszeit blieben gleich. Allerdings kam es zu einer geringeren Fressdauer am Fressgitter während der Hauptfresszeit (90 min nach frischer Futtergabe). Sie betrug 47,9 min am Fressgitter und 52,0 min am Nackenriegel. Am Fressgitter erhöhten sich die Fresszeiten der rangniederen Tiere und das aggressive Verhalten verringerte sich.

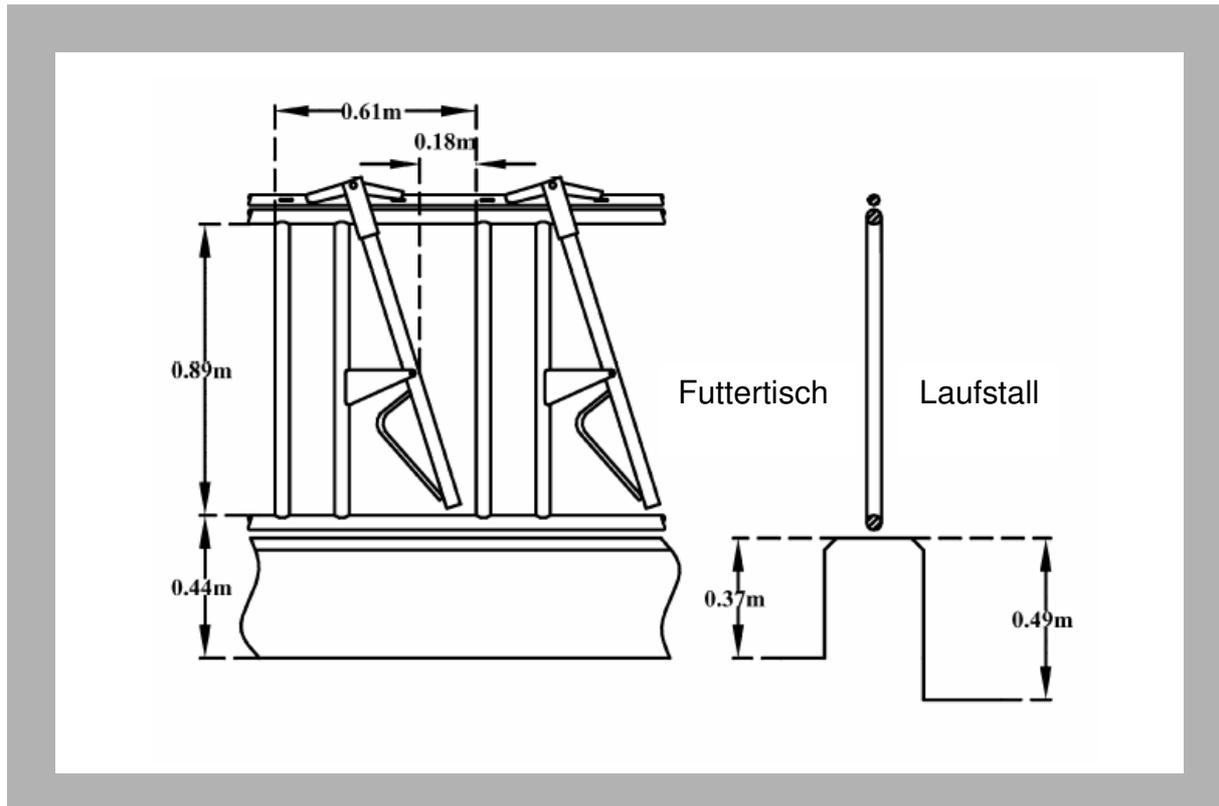
HUZZEY et al. (2006) überprüften ebenfalls, ob sich die Fresszeiten verkürzen, wenn anstelle eines Nackenriegels ein Fressgitter verwendet wird. Abb. 21/22 zeigen das Nackenriegel- und das Fressgittermodell, die in der Untersuchung eingesetzt wurden.



**Abb. 21: Modell eines Fressplatzes mit Nackenriegel für Rinder (HUZZEY et al. 2006).**

Die Ergebnisse zeigen, dass es am Fressgitter im Vergleich zum Nackenriegel, sowohl zu verkürzten Fresszeiten zur Hauptfresszeit kommt, als auch, dass die Phasen, in der die Tiere inaktiv am Futtertisch stehen, sich verlängern.

Gehäufte Verdrängungen rangniederer Tiere am Nackenriegel werden hier bestätigt.



**Abb. 22: Modell eines Fressplatzes für Rinder mit Fressgitter (HUZZEY et al. 2006).**

Eine Fressgitterneigung verringert eine Kräfteinwirkung am Tier und vermindert so die Verletzungsgefahr. Empfohlen wird eine Neigung von 10 bis 20° (UDE et GEORG 2002; GÖT 2003). Zurzeit sind senkrecht eingebaute Fressgitter in Deutschland am häufigsten anzutreffen (UDE et GEORG 2002).

Fressgitter finden sich in fast allen Laufställen, da mit ihrer Hilfe Bestandsmaßnahmen leichter durchgeführt werden können (BRANDES 1999).

In der Anbindehaltung sind Liege und Fressplatz kombiniert. RÖTLINGSHÖFER (2006) empfiehlt eine Höhe des Nackenrohrs von 80 cm, um beiden Bereichen gerecht zu werden.

#### 4.2.2.1.2.3. Krippenprofil

Eine geringe Krippenweite von 60 cm ermöglicht die Futteraufnahme innerhalb des bevorzugten Fressbereiches. Größere Weiten führen zu vermehrter Belastung von Vordergliedmaßen und am Buggelenk (UDE et GEORG 2002). Eine erhebliche

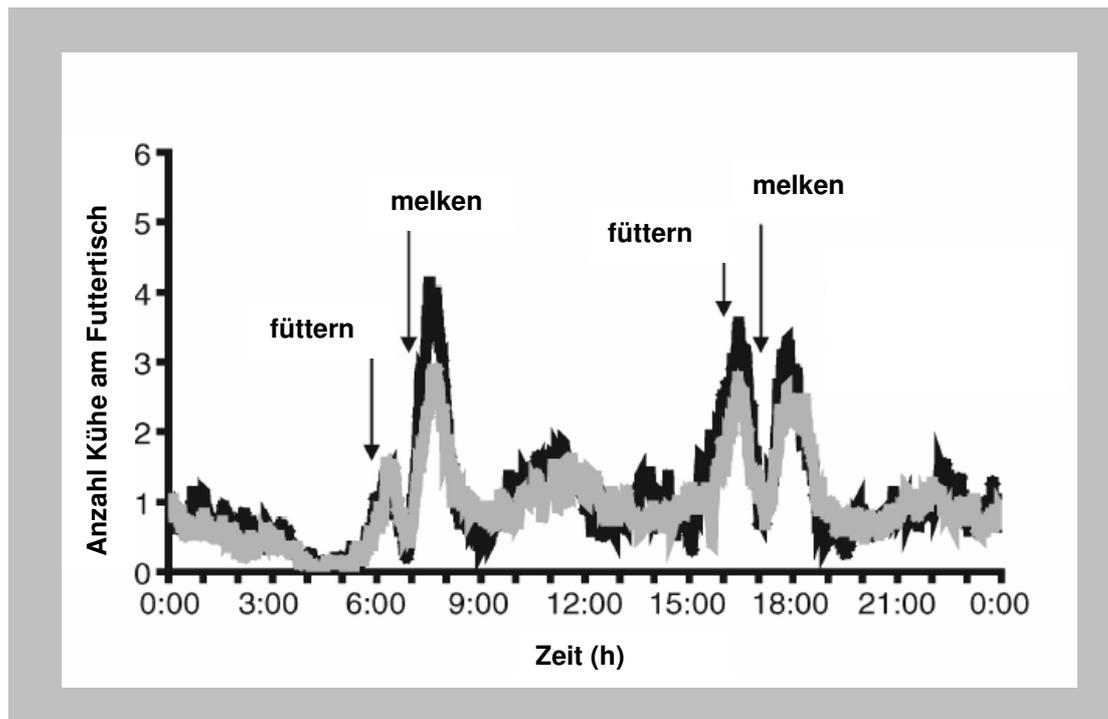
Verringerung der Belastung kann durch eine Krippenvorderwand erreicht werden (UDE et GEORG 2002).

#### 4.2.2.1.2.4. Fressplatzbreite

Die empfohlene Fressplatzbreite beträgt mind. 70 cm (BORELL 2002; BRADE 2001). BRANDES (1999) fordert einen effektiven Fressplatz von 75 cm Breite für Frischlaktierende bis zum 150. Laktationstag und von 50 cm Breite für Kühe ab dem 150. Laktationstag. In der Schweiz gibt es gesetzliche Vorgaben für eine Fressplatzbreite von 65 cm bei ca. 550 kg LM, 72 cm bei ca. 650 kg LM und 78 cm bei ca. 750 kg LM (AGROSCOPE 2005). BRADE et FLACHOWSKY (2005) machen keine Differenzierung, sondern fordern  $\geq 75 \text{ cm} / \text{Tier} = 1,3 \times \text{Schulterbreite}$ .

Kühe, deren Fressplatzbreite von 0,5 m auf 1,0 m erhöht wurde, zeigten eine um 24% erhöhte Fressaktivität zur Hauptfresszeit (90 min nach Frischfuttergabe) (De VRIES et al. 2004). Die durchschnittliche Fressdauer erhöhte sich um 10%. Dies wurde vor allem bei rangniederen Tieren deutlich. Die TM-Aufnahme veränderte sich nicht.

Die Verdrängung der Tiere vom Fressplatz untereinander verringerte sich bei einer Breite von 1,0 m auf 43% gegenüber einer Breite von 0,5 m (De VRIES et al. 2004) (Abb. 23). Diese Zahlen werden in den Studien von OLOFSSON (1999) und HUZZEY et al (2006) bestätigt.

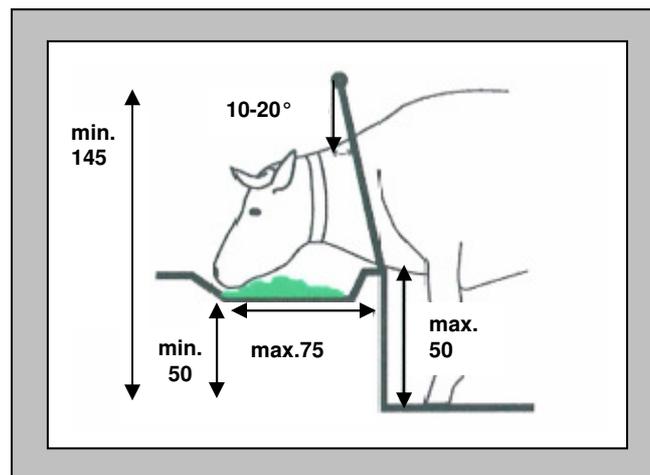


**Abb. 23: Anzahl der Kühe pro Gruppe (4 Gruppen mit jeweils 6 Kühe) am Futtertisch über einen Zeitraum von 24 Stunden bei 1,0 m — Fressplatzbreite und 0,5 m — Fressplatzbreite (De VRIES et al. 2004).**

Eine weitere Studie von De VRIES et VON KEYSERLINGK (2006) untersucht die Auswirkungen unterschiedlicher Fressplatzbreiten auf das Fress- und Rangordnungsverhalten am Futtertrog noch differenzierter. Sie beobachteten 24 Kühe jeweils 10 Tage unter unterschiedlichen Bedingungen. Die Breite der Fressplätze betrug entweder 64 cm, 87 cm oder 92 cm mit zusätzlichem Trennbügel. Die Gesamtzeit der Futteraufnahme stieg um 4,6% bei einer Erhöhung der Breite von 64 cm auf 92 cm. Zusätzlich nahm die Zeit, die die Tiere im Bereich des Fressplatzes ohne zu fressen verbrachten, um 23 min. pro Tag ab. Auch verringerte sich mit zunehmender Breite das aggressive Verhalten. Ein Verdrängungsverhalten gegenüber anderen Kühen blieb bei einer alleinigen Verbreiterung bestehen, verringerte sich aber deutlich. Ganz aus blieb aggressives Verhalten mit Trennbügeln. Diese wirkten sich auch positiv auf die Dauer der Futteraufnahme aus. Ein positiver Einfluss auf die Milchleistung konnte bei dieser Studienanordnung nicht bestätigt werden.

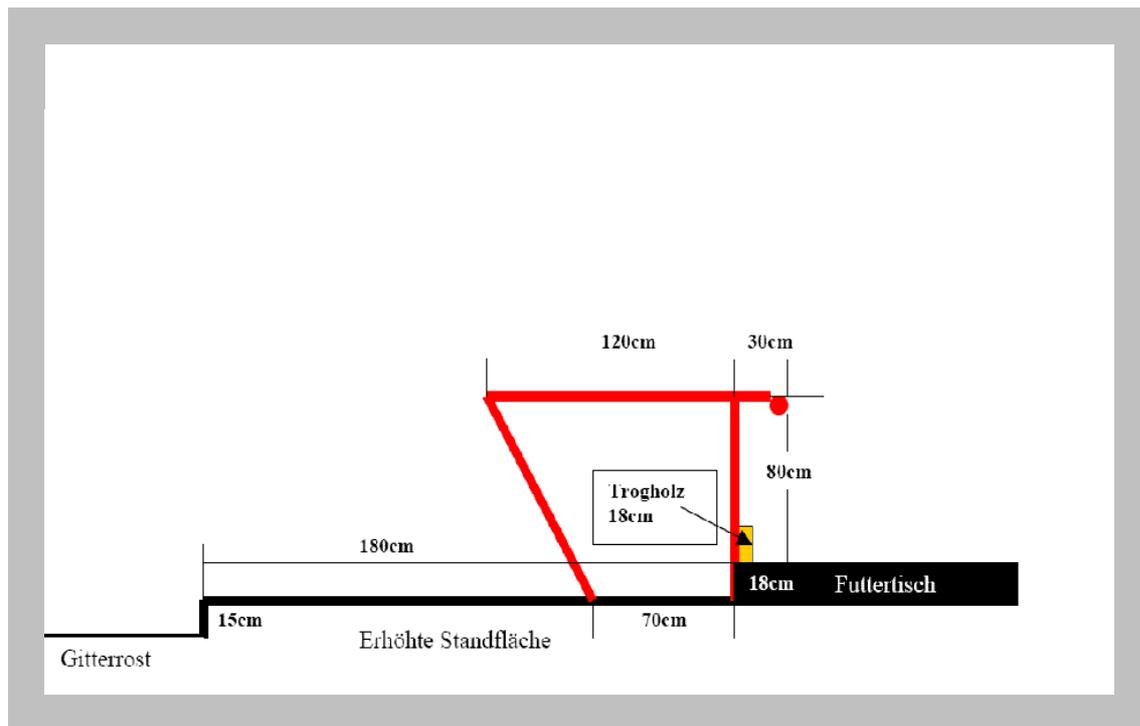
Eine Verbreiterung des Fressplatzes führt zu einer Verminderung aggressiven Verhaltens und rangniedere Tiere kommen besser zum Fressen (OLOFSSON 1999; HUZZEY et al. 2006).

Die Belastung auf die Buggelenke verringert sich durch eine Erhöhung des Fressplatzes, durch die Neigung des Fressgitters und durch eine Begrenzung der Krippenweite (UDE et GEORG 2002). Die Belastung der Buggelenke sollte 500 Newton nicht überschreiten. Um diese Bedingung zu erfüllen sind Maße wie in Abb. 24 gezeigt einzuhalten.



**Abb. 24: Empfohlene Abmessungen (cm) des Futterplatzes mit Fressgitter für Rinder (GÖT 2003).**

Abb. 25 zeigt die empfohlenen Abmessungen in der Anbindehaltung.



**Abb. 25 : Empfohlene Abmessungen des Standplatzes in der Anbindehaltung für Milchkühe (RÖTHLINGSHÖFER 2006).**

#### 4.2.2.1.2.5. Zugang

Zugänge zum Futter sollen besonders beachtet werden, da Kühe ein ausgeprägtes Dominanzverhalten untereinander zeigen. Die Übergänge von Liegeflächen zu den Futterstellen müssen mindestens 3,5 m breit sein, damit sie nicht von ranghöheren Tieren blockiert werden können (BRADE 2001). Fressgänge sollten 4 m breit sein, um die Möglichkeit zu bieten, dass sich zwei Tiere hinter einem fressenden Tier noch problemlos aneinander vorbei bewegen können (BRANDES 1999).

#### 4.2.2.1.2.6. Kraffutterstand

Wird Leistungsfutter über eine Kraffutterstation zugeteilt, soll rund um die Station ein Radius >3 m Platz zu Verfügung stehen. Eine Station soll für maximal 25 Tiere vorgesehen sein (REITER et al. 2006)

#### 4.2.2.1.3. Tier–Fressplatz–Verhältnis (TFV)

Wird in der Milchviehhaltung das Futter als TMR vorgelegt, so haben die Tiere meist zu jeder Tages- und Nachtzeit Zugang zu einem ausgewogenen Futter (SCHELLHORN et al. 2001).

Mehr Tiere pro Fressplatz können die stallbaulichen Kosten reduzieren (OLOFSSON 1999).

Viele Autoren sind der Meinung, dass man die Anzahl der Fressplätze reduzieren kann und empfehlen, aus baulichen und arbeitswirtschaftlichen Gründen, zwei bis drei Kühe pro Fressplatz zu halten, da nie alle Tiere gleichzeitig fressen (SCHELLHORN et al. 2001; SPIEKERS et POTTHAST 2004).

Auch die „Richtlinien für die Haltung von Rindvieh“ der Schweiz (BUNDESAMT FÜR VETERINÄRWESEN 1998) schlagen unter den oben genannten Bedingungen ein Tier–Fressplatz–Verhältnis (TFV) von 2,5:1 vor. Nach BRADE et FLACHOWSKY (2005) darf ein TFV von 2:1 nicht überschritten werden.

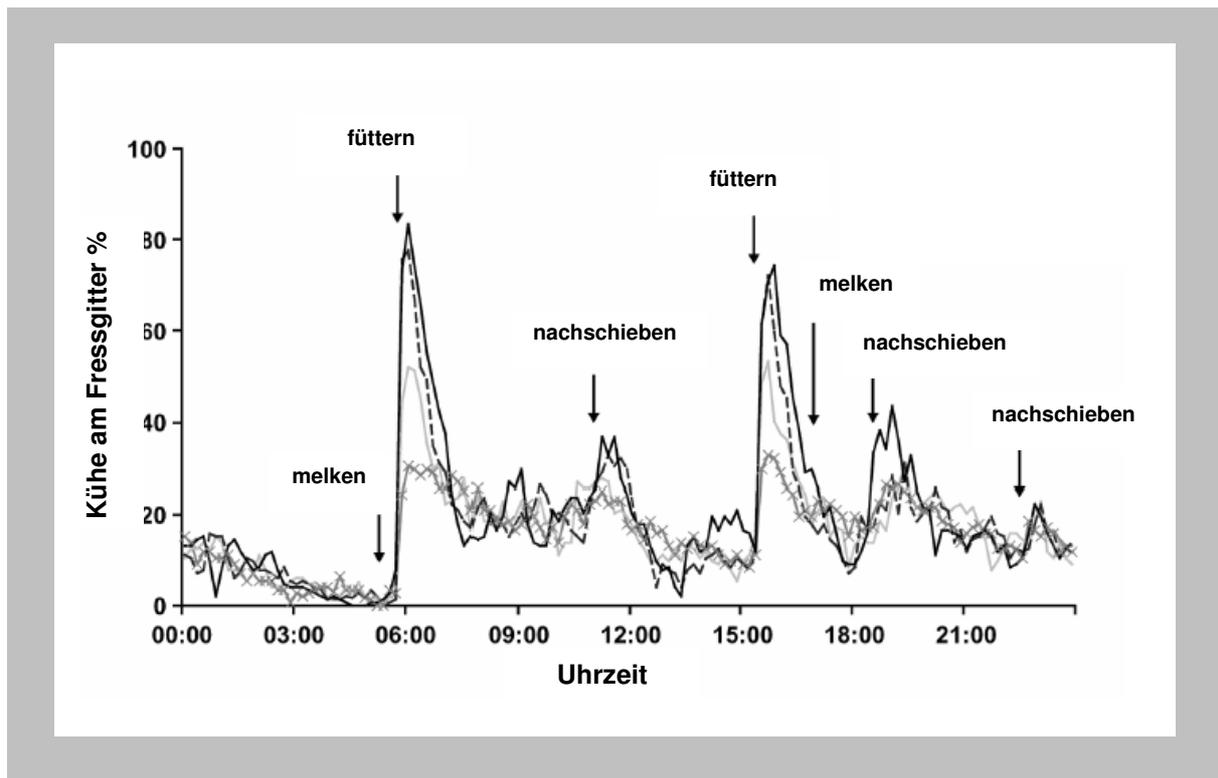
Für SPIEKERS et POTTHAST (2004) sind dies allerdings Ergebnisse einer entsprechenden Erziehung. Bei wiederholter Futtevorlage fressen Kühe, wenn die Möglichkeit besteht, gleichzeitig. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Rinder als Herdentiere ihr Verhalten gerne synchronisieren (SCHRADER et al. 2001; De VRIES et KEYSERLINGK 2005; De VRIES et al. 2005). Damit Saft- und Kraftfutter gleichmäßig aufgenommen werden, sollen sie nur gleichzeitig verfüttert werden (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

Für SPIEKERS et POTTHAST (2004) ist ein reduziertes TFV bei Einsatz von Mischrationen für altmelkende Kühe in einem Verhältnis von maximal drei Tieren je Fressplatz zu vertreten. Die Tiere müssen genügend Platz hinter dem Fressgitter haben um einander ausweichen zu können. Für frischmelkende Tiere sollte grundsätzlich ein Fressplatz pro Tier vorhanden sein.

Eine Erhöhung des TFV von 1:1 auf 2,5:1. führt zwar zu keiner signifikanten Verkürzung der mittleren Fressdauer, allerdings ist das Verdrängungsverhalten am Fressgitter stark erhöht und auch die Liegedauer stark reduziert. Insgesamt vergrößert sich die Unruhe in der Herde (SCHRADER et al 2001).

HUZZEY et al. (2006) untersuchten, wie sich die Erhöhungen der TFV von 0,75:1 (1,33 Fressgitter(FG)/Kuh), 1:1 (1 FG/Kuh); 1,5:1 (0,67 FG/Kuh) und 3:1 (0,33 FG/Kuh) auf das Fress- und Sozialverhalten der Kühe auswirkt.

Die Ergebnisse zeigen, dass es zu einer Reduzierung der Fresszeit kommt, wenn die Anzahl der Kühe pro Futterplatz erhöht wird. Die Zeit in der die Kühe stehen, ohne zu fressen verlängert sich (Abb. 26).



**Abb. 26: Prozentualer Anteil der Kühe am Fressgitter innerhalb von 24 Stunden bei unterschiedlichem Tier/ Fressgitterverhältnis.**



**In den 4 Gruppen befanden sich jeweils 9 Tiere (HUZZEY et al. 2006).**

Ähnliche Ergebnisse zeigen sich auch bei Untersuchungen von OLOFSSON (1999). In dieser Studie wurde das TFV von 1:1 auf 4:1 erhöht. Die Zahl der Verdrängungen in den ersten beiden Stunden nach dem Melken erhöhte sich von 10,5% auf 29,1%. Die Tiere mit einem TFV von 4:1 fraßen pro Futterzeit etwas mehr, verkürzten ihre Fresszeit um 19% und zeigten einen Anstieg ihrer Verzehrsgeschwindigkeit um 27%.

Auch hier standen die Kühe (meist die rangniederen Tiere) bei verkürzten Fresszeiten länger ohne zu fressen, auch wurde der Futtertrog nachts häufiger besucht. Ein Einfluss auf die Milchleistung wurde in dieser Untersuchung nicht festgestellt.

LEONARDI et ARMENTANO (2003) beobachteten bei einer Erhöhung des TFV eine zunehmende Selektierung des Futters. Die Tiere fraßen bevorzugt das Krafffutter heraus und ließen Grünfutter liegen. Tiere die gezwungen waren zu einem anderen Zeitpunkt zu fressen bekamen Futter schlechterer Qualität. Dies betraf meist die rangniederen Tiere.

#### *4.2.2.2. Räumliche Trennung der einzelnen Fütterungsgruppen*

Um zu vermeiden, dass Rationen falsch zugeteilt werden, sollte es zu einer räumlichen Trennung der einzelnen Fütterungsgruppen kommen. In der Anbindehaltung sollten die Tiere zumindest zusammengestellt werden.

Im Laufstall empfiehlt sich eine räumliche Trennung von Trockenstehern und laktierenden Tieren. Eine Optimierung wäre eine weitere Unterteilung der Trockensteher. Wenn diese Trennung im Fütterungsmanagement vorgesehen ist, muss sie auch in der Haltung möglich sein, um Rangkämpfe oder falsch zugeteilte Fütterung zu vermeiden.

Bei einer TMR-Fütterung kann es in manchen Betrieben auch sinnvoll sein, unter den laktierenden Kühen getrennte Leistungsgruppen zu bilden (SPIEKERS et POTTHAST 2004; BUSCH et al. 2004).

#### *4.2.2.3. Wasserbereitstellung*

Kühe suchen etwa 2–5 mal (BORELL 2002) bzw. ca. 8 mal (OLOFSSON 1999) am Tag die „Wasserstellen“ auf und nehmen dabei insgesamt Wassermengen von 50 bis 170 Litern auf (BRADE et FLACHOWSKY 2005; De KRUIF et al. 2007).

Sie saugen das Wasser mit der Zunge in einer durchschnittlichen Menge von 18 Liter pro Minute auf (BORELL 2002), bzw. 25 Litern pro Minute (De KRUIF et al. 2007).



#### 4.2.2.4. *Diskussion und Implementierung*

Bei der Implementierung in das VHC-System darf nicht vergessen werden, das gesamte Haltungssystem am Verhalten der Tiere zu beurteilen. Hier werden speziell die Anforderungen für den Fressbereich eingeordnet.

##### 4.2.2.4.1. Kontrollpunkt Fressbereich

Als ein Indikator für den Kontrollpunkt Fressbereich wird die Beschaffenheit des Futtertisches empfohlen.

Kühe fahren während des Fressens mit der Zunge über den Futtertisch. Die Futteraufnahme von glatten Oberflächen ist größer, als von rauen (De KRUIF et al. 2007). Fugen, in denen sich altes Futter sammeln kann, beeinträchtigen den hygienischen Zustand des Futtertisches (BRANDES 1999). Um Schmierfilme und Verderben des Futters zu vermeiden muss, der Futtertisch mindestens einmal am Tag gereinigt werden (BRANDES 1999).

Ein weiterer Indikator ist die Futterplatzgestaltung. Kühe verbringen täglich bis zu 6 Stunden mit Fressen. Für eine optimale Futteraufnahme muss dieser Bereich ihren Bedürfnissen angepasst sein. Die Fressplatzhöhe muss den fehlenden Weideschritt ausgleichen. Sie soll mindestens 15 cm (BRANDES 1999; UDE et GEORG 2002), besser 20 cm betragen (BORELL 2002; GÖT 2003), jedoch eine Höhe von 50 cm nicht überschreiten (GÖT 2003).

Die Untersuchungen von ENDRES et al. (2005) und HUZZEY et al. (2006) zeigen, dass die Tiere Futterplätze mit Nackenriegel häufiger und länger aufsuchen als Fressplätze mit Fressgitter. Gerade wenn „schlechte Erfahrungen“ (z.B. durch Zwangsmaßnahmen) gemacht wurden, vermeiden die Tiere oft einen zu langen Aufenthalt im Fressgitter (HUZZEY et al. 2006).

Der Vorteil von Fressgittern liegt in der Verringerung des Aggressionsverhaltens in der Herde und damit in einer geringeren Verdrängung vom Fressplatz. Dies kommt vor allem rangniederen Tieren zu Gute. Insgesamt verringert sich die Unruhe in der

Herde (ENDRES et al. 2005; HUZZEY et al. 2006). Bestandsmaßnahmen können leichter und schneller durchgeführt werden (BRANDES 1999).

Diese Punkte führen dazu, dass vor allem bei laktierenden Tieren Fressgitter einzubauen sind. Die Fressgitter sollen aber den Anforderungen der Tiere entsprechen (Abb. 24). Bei Trockenstehern kann auf Fressplätze mit Nackenriegel ausgewichen werden. Die Gestaltung der Fressplätze mit Nackenriegel sollte wie in Abb. 21 sein. Um die Verletzungsgefahr für die Tiere zu verringern soll das Fressgitter eine Neigung von 10–20° aufweisen (UDE et GEORG 2002; GÖT 2003).

Es muss eine ausreichende Fressplatzbreite vorhanden sein um Unruhen in der Herde zu vermeiden (OLOFSSON 1999; De VRIES et al. 2004; HUZZEY et al. 2006; De VRIES et VON KEYERLINKG 2006). Gerade bei Frischlaktierenden sollen mindestens 75 cm in der Breite zu Verfügung stehen (BRANDES 1999; BRADE 2001; BORELL 2002; BRADE et FLACHOWSKY 2005). Bei Tieren nach dem 150. Laktationstag kann die Breite des Fressplatzes auf 50 cm verringert werden, besser ist aber, sich hier nach der LM zu richten (65 cm bei ca. 550 kg LM, 72 cm bei ca. 650 kg LM und 78 cm bei ca. 750 kg LM) (AGROSCOPE 2005).

Um die Buggelenke nicht zu überlasten, sollen die Krippenweiten 60 cm nicht überschreiten und am besten durch eine Krippenvorderwand abgetrennt werden (UDE et GEORG 2002).

Die Zugänge zum Futter müssen breit genug sein, um ein Blockieren durch ranghöhere Tiere zu vermeiden. Hinter den Fressplätzen müssen problemlos 2 Tiere nebeneinander vorbeipassen. Diese Anforderungen erfüllen Fressgänge mit einer Breite >4m (BRANDES 1999).

Für eine weitere Beurteilung des Kontrollbereiches Fressbereich wird das Tier–Fressplatz–Verhältnis als Indikator in das VHC–Konzept vorgeschlagen.

Wenn das TFV erhöht wird, verstärkt sich die Unruhe in der Herde, das Verdrängungsverhalten wird verstärkt und gerade rangniedere Tiere werden benachteiligt (OLOFSSON 1999; SCHRADER et al. 2001; LEONARDI et ARMENTANO 2003; HUZZEY et al. 2006). Auch die steigende Selektierung, wodurch ranghöhere Tiere vermehrt Krafftutter, und rangniedere Tiere energieärmeres Futter zu sich nehmen, zeigt, dass ein zu hohes TFV nicht akzeptiert

werden kann (LEONARDI et ARMENTANO 2003). Optimal wäre eine TFV von höchstens 1:1 bei allen Leistungsgruppen. Um auch wirtschaftlichen Aspekten gerecht zu werden ist eine Erhöhung des TFV bei Altmelkenden auf 3:1 (SPIEKERS et POTTHAST 2004) besser noch auf 2,5:1 in Bezug auf das Tier und sein Fress- und Sozialverhalten noch umsetzbar. Bei frischlaktierenden Kühen soll ein TFV von 1:1 nicht überschritten werden.

#### 4.2.2.4.2. Kontrollpunkt räumliche Trennung der einzelnen Fütterungsgruppen

Konkrete Untersuchungen, wie sich eine Einteilung in unterschiedliche Fütterungsgruppen auf die Tiere und deren Leistung auswirkt, liegen nicht vor. Hier geht es vor allem um Praktikabilität. Für die optimale Ausfütterung auf Leistung und Kondition sollten die Tiere unterschiedliche Futterrationen erhalten. Um dies zu gewährleisten, ist eine getrennte Haltung nötig. So kann vermieden werden, dass Tiere Rationen bekommen, die nicht auf sie ausgelegt sind. Aber auch im Anbindestall sollten die Tiere einer Leistungsgruppe zumindest zusammengestellt werden (SPIEKERS et POTTHAST 2004; BUSCH et al. 2004). Optimal ist die Unterteilung in laktierende Kühe (nach Bedarf in Leistungsgruppen), und in Trockensteher, die nochmals unterteilt werden.

#### 4.2.2.4.3. Kontrollpunkt Wasserbereitstellung

Der Wasserbedarf der Tiere von 50–170 Litern am Tag muss sichergestellt sein (BRADE et FLACHOWSKY 2005; De KRUIF et al. 2007). Dies muss durch eine Durchlaufgeschwindigkeit der Tränken von mindestens 20 Liter/Minute gewährleistet werden (BRADE et FLACHOWSKY 2005).

Weiter sollen Schalenränken einen Durchmesser von mindestens 25 cm und eine Tiefe von 5 cm aufweisen (GÖT 2003; REITER et al. 2006). In Anbindehaltung sollte eine Schalenränke für 2 Tiere, im Laufstall für höchstens 7 angebracht werden.

Die Maße für Trogränken sollten denen der Abb. 27 entsprechen. Die Anbringung im Stall ist von besonderer Bedeutung. Kühe leben in einer Rangordnung und ranghöhere Tiere tendieren dazu, Tränken zu blockieren. Daher muss sichergestellt

werden, dass diese nicht in beengten Ecken oder in Sackgassen angebracht sind. Die Tränken sollten am besten von 3 Seiten her zugänglich sein, um auch gleichzeitiges Trinken mehrerer Kühe zu ermöglichen. Es sollten nicht mehr als 20 Tiere pro Tränke gerechnet werden, und mindestens 2 Tränken vorhanden sein. Eine andere Möglichkeit der Tränkebedarfberechnung ist die Berechnung von 10 cm Trogkantenlänge je Kuh (BORELL 2002; GÖT 2003; BRADE et FLACHOWSKY 2005; REITER et al. 2006; De KRUIF et al. 2007).

**Übersicht 7: Faktor Haltung**

**Kontrollpunkt Fressbereich**

Indikator	Intensität	Referenzwerte	
Futtertisch		Hygiene: Oberfläche:	keine Verschmutzungen glatt, ohne Fugen
Futterplatz- gestaltung		Sohlenhöhe: Krippenkante: Fressgitter: Krippenweite:  Fressplatz- breite:  Zugang:	> 20cm max. 50cm Neigung 10-20° 60cm + Krippenvorderwand 75cm für Frischlaktierende 50cm für die übrigen Kühe  Fressgangbreite mind. 4m
Tier-Fressplatz- Verhältnis			1:1 für Frischlaktierende 2,5:1 für Altmelkende

**Kontrollpunkt Räumliche Teilung der Fütterungsgruppen**

Indikator	Intensität	Referenzwerte	
Aufstallung		Getrennte Haltung: Laktierende Tiere – Trockensteher 1 – Trockensteher 2	

**Kontrollpunkt Wasserbereitstellung**

Indikator	Intensität	Referenzwerte	
Tränke- beschaffenheit		Durchlaufge- schwindigkeit: Abmessungen:	mind. 20l/min Schalenränke: Ø20cm; Tiefe: 5cm Trogtränke: Abb. 23
Tränkenzugang			keine beengten Bereiche nicht in Sackgassen
Verhältnis Tiere zu Tränken		Anbindehaltung  Laufstall	1 Tränke / 2 Tiere  höchstens 25 Tiere / Trogtränke mind. 2 im Stall höchstens 7 Tiere /Schalenränke

### 4.2.3. Faktor Management

#### 4.2.3.1. Futtergabe

##### 4.2.3.1.1. Futternorm

Es gibt 4 verschiedenen Futterrationen für Milchkühe:

Die berechnete, die zugeteilte, die aufgenommene und die verdaute Ration (De KRUIF et al. 2007).

Dieses Kapitel beinhaltet die zugeteilte Ration. Die Rationen „berechnet, aufgenommen und verdaut“ werden unter dem Faktor Fütterung behandelt. Auch wenn vor allem die verdaute Ration von Interesse ist, optimieren die anderen Rationen die Futterverwertung (MARTIN et al. 2007).

Neben der Qualität des Futters selbst, hat auch die Technik der Futternorm einen Einfluss. Dieser liegt einmal in der Futteraufnahme und damit auch in der Nährstoffversorgung der Tiere, zum anderen aber auch im zeitlichen Ablauf der Aufnahme von Energie- und Proteinträgern, was die Verwertung des Futters mit beeinflusst (SPIEKERS et POTTHAST 2004). Eine optimale Futternorm muss man an die stallbaulichen Gegebenheiten und die technische Ausstattung des Betriebes angepasst werden (SPIEKERS et POTTHAST 2004; BUSCH et al. 2004).

Im Anbindestall ist die Futteraufnahme auf einen Bereich begrenzt, und die Kuh kann nur so viel aufnehmen, wie ihr in diesem vorgelegt wird. Allen Tieren wird üblicherweise die gleiche Menge Grobfutter vorgelegt. Dies trifft auch für Saftfutter zu (SPIEKERS et POTTHAST 2004). Eine maximale Grobfutteraufnahme ist im Anbindestall nur dann zu erreichen, wenn in der Krippe ständig Futter zur Verfügung steht. Zusätzlich sollte das Futter 3- bis 4 – mal täglich erneuert werden, da erwärmtes und der Stallluft ausgesetztes Futter schlechter gefressen wird (SPIEKERS et POTTHAST 2004; BUSCH et al. 2004). SPIEKERS et POTTHAST (2004) empfehlen folgendes Fütterungssystem (Tabelle 91):

**Tabelle 89: Fütterungssystem für Anbindehaltung (SPIEKERS et POTTHAST 2004).**

**Grobfutter 3- bis 4-mal am Tag frisch vorlegen**

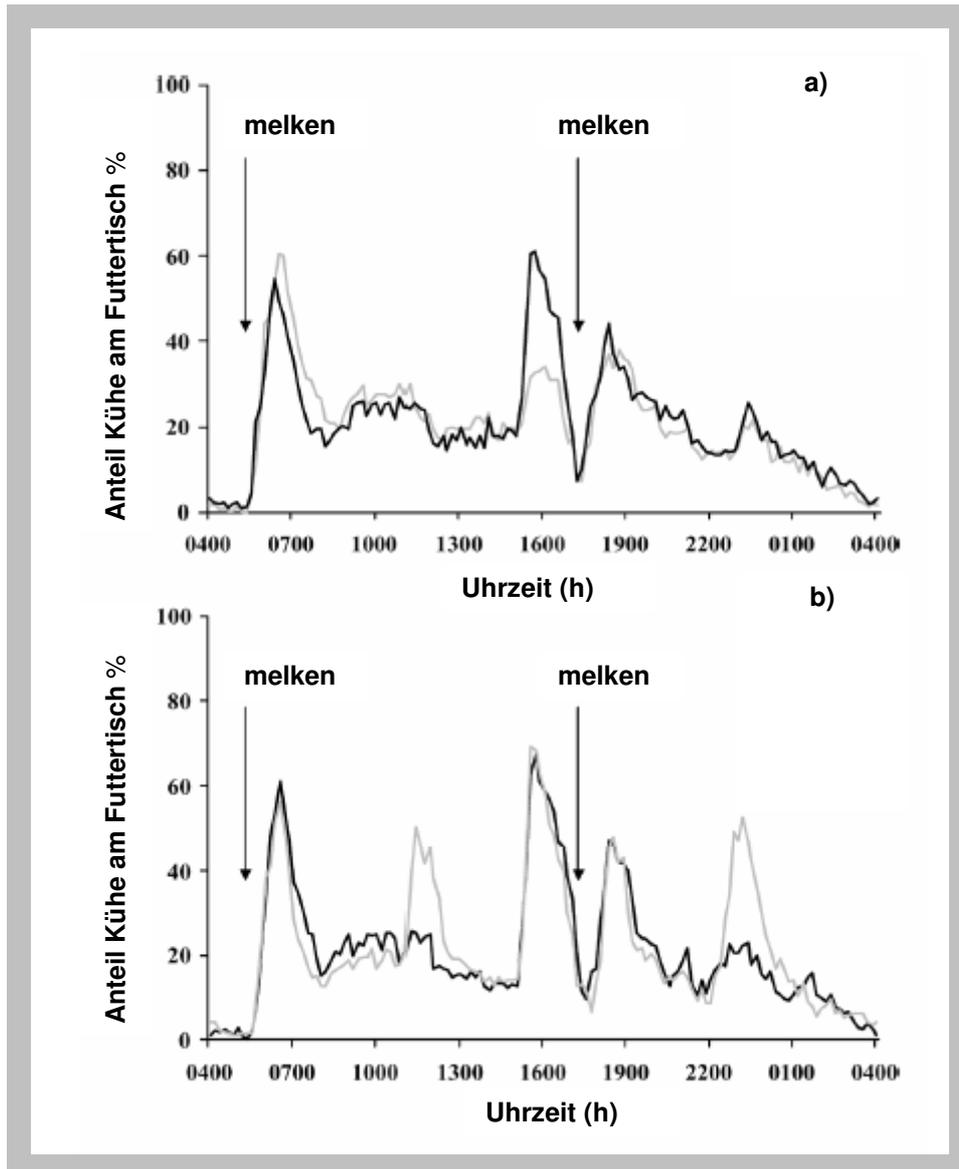
**Saftfuttermenge auf 2 Mahlzeiten verteilen**

**Krafftutterrationen oberhalb 8 kg in 4 Portionen verabreichen (max. 3 kg/Portion)**

**Futterreste mindestens einmal täglich aus der Krippe entfernen**

Im Laufstall verläuft die Futteraufnahme grundsätzlich anders, da die Tiere ständigen Zugang zum Futter haben und bis zur Sättigung fressen können. Hier sollte Grobfutter immer in ausreichender Menge zur Verfügung stehen (LOSAND 1999; LUTZ 2000; SPIEKERS et POTTHAST 2004). Tiere sollen nie vor leeren Futterkrippen stehen und 24 Stunden täglich die Möglichkeit haben Futter aufzunehmen (MARTIN et al. 2007).

De VRIES et al. (2005) untersuchten die Auswirkungen unterschiedlich häufiger frischer Futtergabe auf das Futteraufnahmeverhalten und das Futterselektierverhalten von 48 Milchkühen. Mit ansteigender Häufigkeit der Futtergabe ändert sich das Futteraufnahmeverhalten. Zum einen fressen Kühe, die 4-mal täglich Futter vorgelegt bekommen, 14 Minuten länger, als Tiere, die nur 2-mal frisches Futter vorgelegt bekommen. Zum anderen verteilen sich die Zeiten der Futteraufnahme über den Tag und konzentrieren sich weniger auf die 90 Minuten nach der Futtergabe. Vor allem die Fresszeiten in der Nacht (zwischen 2h und 6h) werden verlängert. Eine Änderung der Trockensubstanzaufnahme wurde nicht beobachtet. Die Studie untersuchte allerdings nicht die jeweils aufgenommene Futtermenge. Eine Erhöhung der Aggressivität bei nur 1- oder 2-maliger Futtergabe wurde nicht beobachtet (Abb. 28). Ein Nachschieben des Futters führt zu einer Erhöhung der Fresslust, aber nicht in gleichem Maße wie die Vorlage frischen Futters.



**Abb. 28: Anteil der Kühe in Prozent, die sich über 24 Stunden am Futtertisch befanden.**

- a) Fütterung um 5.30h ;  
 um 5.30h und 15.30h .
- b) Fütterung um 5.30h und 15.30h ;  
 und 5.30h, 11.00h, 15.15h und 22.30h .

(De VRIES et al. 2005)

Eine mögliche Selektierung wurde mit Hilfe des NDF-Anteils im frisch vorgelegten Futter und im Futterrest beurteilt. Hier zeigte sich, dass sich das Grünfutter-Krafftutterverhältnis bei einer einmaligen Fütterung von 49:51 auf 63:37 änderte; es also eine Erhöhung um 177% ergab. Bei einer zweimaligen Fütterung erhöhte sich das Verhältnis um 149,6%. Bei einer viermaligen Fütterung um 143,6% (De VRIES et al. 2005).

Durch das Selektieren der Tiere bei nur einmaliger Futtevorlage entsteht ein hohes Azidoserisiko (SHAYER 2002). Vor allem sind ranghöhere Tiere gefährdet, da diese das Fressvorrecht besitzen. Für rangniedere Tiere besteht die Gefahr der Energieunterversorgung (COOK et al. 2004; STONE 2004).

Nach der Vorlage frischen Futters und nach dem Melken ist der Anreiz zur Futteraufnahme am größten (SHABI et al. 1999; De VRIES et al. 2003a; WAGNER-STORCH et PALMER 2003; De VRIES et al. 2005).

Eine häufige Futtevorlage führt dazu, dass überlagertes Futter (so genanntes angeblasenes Futter) meist nur noch zögerlich aufgenommen wird (BUSCH et al. 2004).

Bei nur zweimaliger Futtergabe kommt es postprandial zu einer Absenkung des pH-Wertes im Pansen für wenige Stunden. Bei mehrmaliger Konzentratgabe (bis zu 12mal) konnte dies fast eliminiert werden. Eine über den Tag verteilte Futteraufnahme, stabilisiert den Pansen pH und beugt so Azidosen vor (NOCEK et BRAUND 1985; FRENCH et KENNELLY 1990; SHABI et al 1999).

Um ein Sattfüttern der Tiere kontrollieren zu können, sollte mit der Einrechnung von Futterresten gearbeitet werden. Es sollten zwischen 5–10% (LOSAND 1999; LUTZ 2000; De KRUIF et al. 2007) bzw. 3–8% auf dem Futtertisch verbleiben (BRANDES 1999).

#### 4.2.3.1.2. Einteilung in Fütterungsgruppen

Um eine optimale Versorgung zu jeder Zeit der Laktation zu gewährleisten, ist eine Einteilung der Tiere in Fütterungsgruppen von Bedeutung. Unstrittig ist die Einteilung zwischen Trockenstehern und melkenden Tieren (SPIEKERS et POTTHAST 2004). Eine weitere wichtige Unterteilung muss in der Trockenstehphase geschehen. Hier soll eine Unterteilung in „Trocken“ und „Vorbereitung“ oder Transitphase erfolgen (SÜDEKUM 1999; SPIEKERS 2002).

Die erste Phase der Trockenstehzeit, sollte vom Trockenstellen bis zur 4. Woche vor dem Kalben reichen. In dieser Zeit sollte eine knappe, aber ausgewogene Energie- und Rohproteinversorgung erfolgen (MORROW 1975; SÜDEKUM 1999; SPIEKERS 2002). Das muss vor allem durch Grundfutter bester Qualität geschehen (FÜRL 2003).

In der zweiten Phase, der Vorbereitungs- oder Transitfütterung, sollte die Fütterung an die Laktationsration angeglichen werden, um eine Anpassung an die Ration nach dem Kalben zu erreichen, und auch eine Vorbereitung der Pansenschleimhaut zu gewährleisten (SÜDEKUM 1999; FÜRLL 2003; DLG 2001). Der Energiegehalt sollte erhöht werden und generell die gleichen Futtermittel wie später in der Laktation verwendet werden (SPIEKERS 2002).

Um diese Art der Fütterung zu realisieren, sollte eine räumliche Unterteilung geschehen (Faktor Haltung). So sollten trockenstehende Tiere nochmals getrennt in zwei Gruppen gehalten werden (DLG 2001; SPIEKERS et POTTHAST 2004). Dies ist auch im Hinblick auf die Mineralstoffversorgung erstrebenswert (DLG 2001).

Sinnvoll wäre ebenso eine Unterteilung in Kühe und Färsen, da die Färsen auf Grund des weiteren Körperwachstums und verminderter Futteraufnahme in der Vorbereitungszeit und der Laktation höhere Anforderungen an die Ration stellen als Kühe (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

Eine weitere Einteilung in Frischmelkende, Altmelkende und Trockenstehende wäre zu empfehlen, da die Anforderungen der einzelnen Gruppen sehr unterschiedlich sind (De KRUIF et al. 1998; MARTIN et al. 2007). Eine Einteilung in Leistungsgruppen sollte nach der aktuellen täglichen Milchleistung (Milchmenge bei gegebenen Protein- und Fettgehalten auf kg energiekorrigierter Milchmenge (ECM) umgerechnet) erfolgen. Zusätzlich müssen Laktationsnummer, Laktations- bzw. Trächtigkeitstag und Körperkondition mit berücksichtigt werden. Eine Versorgung mit der energiereichsten Ration sollte generell –unabhängig von der Milchleistung– in den ersten 40–60 Melktagen erfolgen (DLG 2001). Eine einheitliche Fütterung aller melkenden Tiere lässt sich in einer leistungsstarken Herde eher realisieren, als bei mittlerem Leistungsniveau (DLG 2001). Ein Beispiel für die Einteilung in drei Leistungsgruppen gibt Tabelle 90.

**Tabelle 90: Einordnung in drei Leistungsgruppen nach Milchleistung (DLG 2001)**

<b>Herdenleistung</b>	<b>6.000 kg</b>	<b>8.000 kg</b>	<b>10.000 kg</b>
Milchleistung <sup>1)</sup>			Tiere bis zum 40. Melktag
1. Gruppe	≥ 25 kg (≥ 22 kg) <sup>2)</sup>	≥ 30 kg (≥ 26 kg)	
Milchleistung			
2. Gruppe	≥ 19 kg (≥ 16 kg)	≥ 22 kg (≥ 20 kg)	≥ 30 kg (≥ 25 kg)
Milchleistung			
3. Gruppe	< 19 kg (< 16 kg)	< 22 kg (< 20 kg)	< 30 kg (< 25 kg)
<sup>1)</sup> kg ECM / Tag [1,05 + 0,38% Fett + 0,21% Eiweiß] / 3,28]			
<sup>2)</sup> Werte in Klammern beziehen sich auf erstlaktierende Kühe			

Es sollte für alle Tiere immer Heu ad libidum zur Verfügung stehen. Heuraufen müssen frei zugänglich und stets gefüllt sein (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

#### 4.2.3.1.3. Fütterungsstrategie

Durch eine Fütterungsstrategie kann entweder die Einzelkuh oder die Gruppe gezielt ausgefüttert werden (SPIEKERS et POTTHAST 2004) (Tabelle 91). Für die Ausfütterung des Einzeltiers hat sich die dreigeteilte Fütterung (Grundfutter + Ausgleichsfutter + Leistungsfutter), für die Gruppenfütterung die Totale-Misch-Ration als System weitgehend durchgesetzt (LOSAND 1999).

**Tabelle 91: Fütterungsstrategie für Milchkühe (SPIEKERS et POTTHAST 2004).**

<b>Ausfütterung der Einzelkuh</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Grobfutter plus Kraftfutter nach Leistung</b></li> <li>• <b>Aufgewertete Grundration plus Kraftfutter nach Leistung</b></li> </ul>
<b>Ausfütterung der Gruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gruppenbezogene Kraftfuttermenge</b></li> <li>• <b>Totale-Misch-Ration</b></li> </ul>

Die Ausfütterung der Einzelkuh eignet sich in Betrieben, in denen eine differenzierte Grundration für unterschiedliche Leistungsniveaus aus arbeitswirtschaftlichen Gründen nicht zweckmäßig ist. Wichtig ist eine genaue Beobachtung der Tiere, um Leistungsentwicklungen und Körperkondition der Tiere zu überwachen, um gegebenenfalls Korrekturen vorzunehmen (LOSAND 1999).

Für die betriebliche Eignung dieses Systems sollten einige Voraussetzungen erfüllt sein (Tabelle 92).

**Tabelle 92: Voraussetzungen für eine Einzeltierfütterung (LOSAND 1999).**

**Genauere Beobachtung der Tiere in Bezug auf Leistungsniveau, Körperkondition und Grundfutteraufnahme**

**Ausreichende Zahl gut zugänglicher Kraftfutterautomaten, um den Tieren häufigen Zugang mit geringen Auseinandersetzungen zu gewährleisten.**

Das TMR-System zielt auf eine optimale Versorgung einer ganzen Gruppe. Die Rationszusammensetzung ist für alle Tiere gleich und richtet sich nach deren durchschnittlichen Futteraufnahme und dem Nährstoff- und Energiebedarf der Durchschnittskuh der Gruppe. Der Vorteil ist, dass die Tiere jeden Tag das gleiche Futter aufnehmen. Voraussetzungen für dieses System sind unter anderem eine gute Fütterungskontrolle und ein durchdachtes Fütterungsmanagement (LOSAND 1999).

#### 4.2.3.2. Futtermittelverarbeitung

##### 4.2.3.2.1. Mischungskontrolle

Die Mischration sollte kontrolliert werden, um sicherzustellen, dass die verabreichte Ration den Anforderungen der Tiere entspricht.

Wenn ein Mischwagen eingesetzt wird, sollten folgende Maßnahmen beachtet werden (SPIEKERS et POTTHAST 2004) (Tabelle 93):

**Tabelle 93: Kontrollmaßnahmen für die Benutzung eines Mischwagens (SPIEKERS et POTTHAST 2004)**

- **Nutzung und Auswertung der Mischprotokolle**
- **Regelmäßige Einschätzung und Überprüfung der Trockenmassegehalte; dies gilt insbesondere für Grobfutter**
- **Kontrolle der hygienischen Qualität der eingesetzten Komponenten (Geruch, Farbe, Schimmel etc.; Feststellung von Nacherwärmung)**
- **Kontrolle der Mischqualität: Zusammensetzung und Teilchengröße bzw. evtl. Vermusung**

Über die Mischqualität ist zu gewährleisten, dass die Tiere das Futter möglichst nicht selektieren können, aber auch dass die angestrebte physikalische Struktur der Ration erhalten bleibt (SPIEKERS et POTTHAST 2004; DLG 2001).

Zur Beurteilung der Mischgenauigkeit sollte mindestens einmal jährlich die Mischration beprobt und analysiert werden. Wichtig ist dabei die Probenentnahme. Hier sollte das zur Verfütterung anstehende Futter genommen werden; am besten im Moment des Vorlegens, da es hier der Ration auf dem Tisch entspricht. Zu untersuchen sind die Gehalte an Trockenmasse, Rohasche, Rohprotein und Rohfaser. Diese werden mit den kalkulierten Werten verglichen (Tabelle 96).

**Tabelle 94: Beispiel für die Beurteilung der Umsetzung der Rationsplanung einer Totalen-Misch-Ration (TMR) (DLG 2001).**

<b>Kenngröße</b>		<b>Kalkulation</b>	<b>Ist</b>	<b>Toleranz</b>	<b>Bewertung*</b>
<b>Trockenmasse</b>	g/kg	437	388	20	↓
<b>Rohasche</b>	g/kg TM	73	67	10	√
<b>Rohprotein</b>	g/kg TM	174	201	10% relativ	↑
<b>Rohfaser</b>	g/kg TM	174	166	18	√
*Bewertung: √ Übereinstimmung; ↑ oberhalb; ↓ unterhalb					
<b>→ Mischgenauigkeit und Einschätzung der Komponenten prüfen</b>					
<b>TM=Trockenmasse</b>					

Mittels Schüttelbox kann die Teilchengröße in der Mischration überprüft werden (siehe Kapitel 4.2.1.1.1.3.2. Partikelgröße) (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

Eine schnelle Methode um eine Vermischung durch den Mischwagen zu beurteilen stellt eine Handmischung dar. Der optische Vergleich mit einer Probe aus dem Mischwagen lässt eine Beurteilung zu (DLG 2001).

#### 4.2.3.2.2. Herstellungskontrolle

##### 4.2.3.2.2.1. Silage

##### 4.2.3.2.2.1.1. Allgemein

Alle Pflanzen, die für Silage verwendet werden sind in erntefrischem Zustand, je nach Art und Herkunft, unterschiedlich stark mit Mikroorganismen kontaminiert. Ob diese Keime während der Lagerphase schadlos absterben, keimfähig beherbergt werden oder sich sogar vermehren und Toxine bilden, hängt von einer Reihe maßgeblicher Silage–Lagerparameter ab. Dies sind vor allem die Siloreifezeit, die Zusammensetzung der Gasatmosphäre im Silo, der pH–Wert sowie Art und Menge an niederen Fettsäuren (WINKELMANN 2006).

Durch eine Keimbesiedlung kommt es zu Auswirkungen auf die Futterqualität, die sich im Wesentlichen auf drei Komplexe beziehen, die untereinander im Zusammenhang stehen:

- Verlust an Energie und Nährstoffen durch mikrobielle Abbauprozesse
- Bildung toxischer Stoffwechselprodukte
- Anreicherung von verzehrs-mindernden Abbauprodukten

#### 4.2.3.2.2.1.2. Prophylaxemaßnahmen für gute Gärqualität

Die Voraussetzung für eine optimale Futteraufnahme durch die Tiere ist eine optimale Silagequalität. Dies soll vom Silo bis zur Futteraufnahme am Trog gesichert sein (THAYSEN 1999). Eine nachträgliche Entfernung von schädlichen Aromen, biogenen Aminen, Endo- und Mykotoxinen aus Silagen ist in der landwirtschaftlichen Praxis nicht möglich. So spielt gerade hier die Prophylaxe eine entscheidende Rolle. Es gibt Vorschläge für pflanzenbauliche und siliertechnische Maßnahmen zur Verbesserung der Silagequalität (THAYSEN 1999) (Tabelle 95).

**Tabelle 95: Maßnahmen zur Förderung der Gärqualität von Grassilagen (THAYSEN 1999).**

<b>Ziel</b>	<b>Maßnahmen</b>	
	<b>pflanzenbaulich</b>	<b>siliertechnisch</b>
Erhöhung des Zuckergehaltes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaffung und Erhaltung weidelgrasreicher Bestände</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusatz zuckerhaltiger Siliermittel</li> </ul>
Verminderung des Gehaltes an puffernden Substanzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N-Überdüngung vermeiden</li> <li>• Organische N-Quellen mitbilanzieren (Wirtschaftsdünger und Leguminosen)</li> <li>• Bestände nicht verkrauten lassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht zu früh mähen (Rohfaser 23 % i. d. Trockenmasse, Schnittzeitpunkt im optimalen Bereich)</li> </ul>
Reduzierung der Zuckerveratmung durch die Pflanzen		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rasches Anwelken durch lockere Breitablage, Schwaden. Bergen (max. 2 Tage)</li> </ul>

Ziel	Maßnahmen	
	pflanzenbaulich	siliertechnisch
Erhöhung der Zuckerverfügbarkeit für Milchsäurebakterien (MSB)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwelken</li> <li>• Mähen mit Aufbereitern</li> <li>• Gute Zerkleinerung (&lt; 4 cm) Schnittlängen &lt; 8 cm, Häcksellängen &lt; 4 cm)</li> </ul>
Erhöhung der Anzahl an wirksamen Milchsäurebakterien (MSB)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applizieren geeigneter MSB – Präparate</li> </ul>
Verminderung der Anzahl unerwünschter Keime	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaffung einer dichten Grasnarbe</li> <li>• Vermeidung von Bodenunebenheiten durch regelmäßiges Schleppen und Walzen</li> <li>• Einsatz alternativer Gülleverteilterniken zur Breitverteilung (bodennahe Ausbringung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht zu tief mähen (bei Dauergrünland nicht unter 5 cm, bei Ackerland nicht unter 7 cm)</li> <li>• Schwad möglichst nicht bei Tau bearbeiten</li> <li>• Kreiselheuer sollte optimale Zeit-, Wende- und Schwadtechnik gewährleisten</li> <li>• Einsatz geeigneter Siliermittel</li> </ul>
Schnelle Einleitung der Gärprozesse		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zügige Ernte, Futterbergung und Silobefüllung</li> <li>• Hohe Verdichtung</li> <li>• Wirksame Abdichtung (bei mehrtägiger Befüllung Zwischenabdeckung erforderlich)</li> </ul>

#### 4.2.3.2.2.1.3. Auswirkungen schlechter Silagequalität

ILLEK et MATEJICEK (2001) untersuchten den Einfluss verschiedener Silagevarianten, mit und ohne Schimmelanteil, auf die Menge und Qualität der Milch sowie auf Parameter der Pansenflüssigkeit und des Blutes (Tabelle 96).

**Tabelle 96: Auswirkungen verschimmelter Maissilage auf Milchleistung und –inhaltsstoffe sowie Stoffwechselfparameter von Milchkühen (ILLEK et MATEJICEK 2001).**

	<b>Gruppe A sensorisch einwandfreie Maissilage</b>	<b>Gruppe B Maissilage mit Schimmelanteilen</b>
<b>Milch je Kuh und Tag, kg</b>	38,33	33,83
<b>Fettgehalt, %</b>	3,98	3,74
<b>Eiweißgehalt, %</b>	3,32	3,18
<b>Milchzuckergehalt, %</b>	4,92	4,78
<b>Harnstoffgehalt (mmol/l)</b>	4,22	5,61
<b>Zellgehalt, 1000/ml</b>	163	276
<b>Ammoniakgehalt in der Pansenflüssigkeit, mmol/l</b>	8,55	11,70
<b>Blutparameter</b>		
<b>Glukose, mmol/l</b>	3,32	3,15
<b>Harnstoff, mmol/l</b>	5,10	5,97

Verschimmelte Maissilagen haben stark negative Einflüsse auf die verschiedenen untersuchten Parameter. Optimale Bedingungen für Pilzwachstum bieten Silagen mit einer Temperatur zwischen 15 und 35°. Das pH-Minimum für Pilzwachstum liegt bei 2,5. Dies zeigt, dass ein antimykotischer Effekt durch pH-Absenkung allein nicht erzielbar ist (ILLEK et MATEJICEK 2001). Zusätzlich kommt es durch einen Schimmelpilzbefall in der Silage zu einem Ansteigen des pH-Wertes. Eine weitere Gefährdung stellen Enterobakterienarten da. Diese verstoffwechseln Aminosäuren zu Ammoniak und biogenen Aminen. Ersteres erhöht die Pufferkapazität und wirkt der pH-Wert Stabilisierung entgegen. Letztere beeinträchtigen den Silageverzehr und können zu einer Beeinträchtigung der Herdengesundheit führen. HOFFMANN (2005) spricht von einer Vielzahl negativer Einflüsse auf verschiedene leistungsrelevante Parameter (Tabelle 97).

**Tabelle 97: Wirkung biogener Amine auf den tierischen Organismus (HOFFMANN (2005)).**

- **Senkung der Futteraufnahme**
- **Durchblutungsstörungen in den feinen Kapillaren (Eutergewebe, Lederhaut)**
- **Schädigung der Schleimhäute (Magen, Darm, Genitalorgane)**
- **Beeinflussung des Blutdrucks**
- **Beeinflussung der Magensekretion**
- **Zusammenhänge mit dem Immunsystem (für Histamin nachgewiesen)**

#### 4.2.3.2.2.1.4. Beurteilung der Gärqualität

Analytisch messbare Orientierungswerte des Futterwertes und der Gärqualität für optimale Silage enthält die Tabelle 98 (THAYSEN 1999).

**Tabelle 98: Grenz- und Referenzwerte in Gras-, Mais- und Ganzpflanzensilage aus Getreide (GPS) (THAYSEN 1999).**

	<b>Einheit</b>	<b>Grassilage</b>	<b>Maissilage</b>	<b>GPS</b>
Trockenmasse	%	30–40	28–35 <sup>1)</sup>	35–45 <sup>1)</sup>
Rohasche	% i. d. TM	9–11	< 5	< 4
Rohprotein	% i. d. TM	< 17 <sup>2)</sup>	< 9	< 11
Rohfaser	% i. d. TM	23–25	17–21	19–23
Stärke	% i. d. TM	Keine	>30	>30
ME	MJ/kg TM	≥10,2	≥10,7	>9,5
NEL	MJ/kg TM	≥6,1	≥6,4	>5,9
NXP	g/kg TM	≥135	≥130	>130
RNB	g/kg TM	< 6	-7 bis -9	-7 bis -9
Buttersäure	% i. d. TM	< 0,3	< 0,1	< 0,1
Essig- und Propionsäure	% i. d. TM	2,0–3,5	2,0–3,5	2,0–3,5
NH <sub>3</sub> – N	% Gesamt N	< 10	< 6	< 6
pH – Wert <sup>3)</sup>		4,3–4,6	3,9–4,2	3,9–4,4
<sup>1)</sup> in Abhängigkeit vom Kornanteil				
<sup>2)</sup> 15% bei Ackergrassilage				
<sup>3)</sup> in Abhängigkeit vom Trockenmasse - Gehalt				

Eine einfach und schnell durchführbare Messung des TM-Gehaltes ist die Wringmethode. Aus der Silage wird ein Ball oder Strang geformt und dieser wird

einmal kräftig gewrungen. Die TM–Abschätzung erfolgt mittels folgender Tabelle 99 (DLG 2004).

**Tabelle 99: Bestimmung des Trockenmasse (TM)–Gehaltes (%) mittels der Wringprobe (DLG 2004).**

<b>Starker Saftaustritt schon bei leichtem Händedruck</b>	<b>&lt;20%</b>
<b>Starker Saftaustritt bei kräftigem Händedruck</b>	<b>25%</b>
<b>Beim Wringen Saftaustritt zwischen den Fingern, Hände werden nass</b>	<b>30%</b>
<b>Beim Wringen kein Saftaustritt zwischen Fingern, Hände werden noch feucht</b>	<b>35%</b>
<b>Nach dem Wringen glänzen die Hände noch</b>	<b>40%</b>
<b>Nach dem Wringen nur noch schwaches Feuchtegefühl auf den Händen</b>	<b>45%</b>
<b>Hände bleiben vollständig trocken</b>	<b>&gt;45%</b>

Die DLG (2006) stellt in ihren Informationen ein neues System zur Bewertung von Silagen und deren Gärqualität vor. Sie beruft sich auf „*umfangreiche Untersuchungen in neuerer Zeit an der Humboldt-Universität in Berlin*“, die gezeigt haben, dass sich die Gärqualität zuverlässig und differenziert im Wesentlichen aus den Gehalten und dem gegenseitigen Verhältnis von Buttersäure und Essigsäure ableiten lässt. Buttersäure- und Essigsäuregehalt werden mit Punkten bewertet. Zusätzlich werden Punkte für den pH–Wert vergeben, da dieser anzeigt ob und wie stark eine Säuerung stattgefunden hat. Allerdings hat seine Gewichtung im Gegensatz zu früheren Bewertungen verloren. Die Bewertung des Ammoniakstickstoffanteils am Gesamtstickstoffanteil wird in dieser Bewertung herausgestrichen, da die angestrebte Bewertung des Proteinabbaus hinreichend über den Gehalt an Buttersäure erfasst wird.

Diese Bewertung ist nicht bei verschimmelten, verschmutzten oder verdorbenen Silagen anwendbar. Die Bewertung der Silage nach dem Buttersäure- und Essigsäuregehalt enthält Tabelle 100.

**Tabelle 100: Bewertung der Silage nach dem Buttersäure- und Essigsäuregehalt in der Trockenmasse (TM) (DLG 2006).**

<b>Buttersäuregehalt<sup>1)</sup></b>		<b>Essigsäuregehalt<sup>2)</sup></b>	
<b>BS in % TM</b>	<b>Punkte</b>	<b>ES in % TM</b>	<b>Punkte</b>
0–0,3	90	Bis 3	0
> 0,3–0,4	81	> 3–3,5	-10
> 0,4–0,7	72	> 3,5–4,5	-20
> 0,7–1,0	63	> 4,5–5,5	-30
> 1,0–1,3	54	> 5,5–6,5	-40
> 1,3–1,6	45	> 6,5–7,5	-50
> 1,6–1,9	36	> 7,5–8,5	-60
> 1,9–2,6	27	> 8,5	-70
> 2,6–3,6	18		
> 3,6–5,0	9		
> 5,0	0		

1) Buttersäure (BS) hier = Summe aus i-BS, n-BS, i-Valeriansäure und n-Caprinsäure  
 2) Essigsäuregehalt (ES) = Essigsäure plus Propionsäure

Zusätzlich wird noch der pH-Wert berücksichtigt (Tabelle 101)

**Tabelle 101: Bewertung des pH-Wertes in Silagen unterschiedlicher Trockenmassegehalten (TM)(DLG 2006).**

<b>unter 30% TM</b>		<b>30% - 45% TM</b>		<b>über 45 % TM</b>	
<b>pH</b>	<b>Punkte</b>	<b>pH</b>	<b>Punkte</b>	<b>pH</b>	<b>Punkte</b>
bis 4,0	10	bis 4,5	10	bis 5,0	10
> 4,0–4,3	5	> 4,5–4,8	5	> 5,0–5,3	5
> 4,3–4,6	0	> 4,8	0	> 5,3	0
> 4,6	-5				

Die Bewertung der Gesamtpunktzahl wird in Tabelle 102 dargestellt:

**Tabelle 102: Silagebewertung nach der Gesamtpunktzahl (DLG 2006).**

<b>Gesamtpunktzahl (Summe Tabelle 100 +101)</b>	<b>Gärqualität</b>	
	<b>Note</b>	<b>Urteil</b>
100–90	1	sehr gut
89–72	2	gut
71–52	3	verbesserungsbedürftig
51–30	4	schlecht
< 30	5	sehr schlecht

#### 4.2.3.2.2.1.5. Beurteilung der Nachgärung

Neben der Gärung sind die Umsetzungen am geöffneten Silo zu beachten. Man spricht in diesem Zusammenhang oft von „Nachgärung“. Eine echte Gärung liegt jedoch nicht vor, da die Umsetzung unter Verbrauch von Sauerstoff erfolgt. Es handelt sich vielmehr um Verderb mit Wärme- und Schimmelbildung (THAYSEN 1999). Betroffen sind hier häufig unzureichend silierte Silagen, Grassilagen mit hohen pH-Werten und geringen Gärsäuremengen. Oft sind aber auch Silagen guter Qualität betroffen (THAYSEN 1999).

Auch die Häcksellänge ist für den Silierprozess von Bedeutung. Die Empfehlungen schwanken zwischen 20 mm oder länger. WINKELMANN (2006) sieht ein Optimum der Zerkleinerung von 5 bis 8 mm. Auf diese Weise lasse sich das Siliergut auf über 220 kg Trockenmasse pro m<sup>3</sup> Silage verdichten. Solche Silagen werden besser gefressen und den Pansenmikroorganismen wird eine größere Angriffsfläche geboten, was die Verdaulichkeit steigert (WINKELMANN 2006).

Eine höchstmögliche Verdichtung hilft eine Nachgärung zu vermeiden (THAYSEN 1999). Bei hoher Verdichtung können nur geringe Mengen Sauerstoff an der Anschnittsfläche eintreten (max. 20 l Sauerstoff/m<sup>2</sup>/h). Richtwerte, die diese Bedingung erfüllen, in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt, werden in Tabelle 103 angegeben.

**Tabelle 103: Richtgrößen für die Dichte von Silagen (THAYSEN 1999).**

<b>Silage</b>	<b>Trockenmasse</b>	<b>Dichte kg TM/m<sup>3</sup></b>
<b>Gras</b>	20	160
	40	230
<b>Mais</b>	28	230
	33	270
<b>GPS</b>	35	230
	45	260

GPS=Ganzpflanzensilage  
TM=Trockenmasse

Die Verdichtungsanforderungen für Mais und GPS liegen höher. Die Körner liegen relativ dicht beieinander, die Restpflanze (vor allem der Maisspindel) verhindert jedoch eine gleichmäßige Verdichtung.

Bei Trockenmassegehalten über 33% gilt die Faustregel: pro Prozentpunkt Trockenmasse die Dichte um etwa 10 kg TM/m<sup>3</sup> erhöhen. Rein sensorisch lässt sich die Dichte allerdings nicht beurteilen, daher muss sie gemessen werden (THAYSEN 1999). Dazu wird ein Siloblock exakt entnommen, gewogen und die Trockenmasse bestimmt. Anhand dieser Daten lässt sich die Dichte bestimmen/Tabelle 104).

**Tabelle 104: Berechnung der Dichte**

<b>Berechnung der Dichte</b>	<b>Beispiel</b>
<b>1. Entnahme des Blocks</b>	
<b>2. Bestimmung des Volumens</b> Höhe x Breite x Tiefe = Volumen m <sup>3</sup>	<b>Breite: 1,80 m</b> <b>Höhe: 1,70 m</b> <b>Tiefe: 0,67m</b> <b>= 2,05 m<sup>3</sup></b>
<b>3. Wägung</b> Umrechnung auf kg/ m <sup>3</sup>	<b>Block: 1500 kg</b> <b>1500kg : 2,05 m<sup>3</sup> = x kg : 1 m<sup>3</sup></b> <b>= 732 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>4. TM – Bestimmung in %</b> TM	<b>TM = 40%</b>
<b>5. Dichtebestimmung</b> in kg TM/m <sup>3</sup>	<b>732 : 100% = x : 40%</b> <b>= 293 kg TM/m<sup>3</sup></b>

TM=Trockenmasse

Silagen, deren Dichten 30 kg und mehr unter der Zielgröße liegen sind abzulehnen, da die Folgen unrentabel sind (THAYSEN 1999).

#### 4.2.3.2.2.1.6. Entnahme der Silage

Bei Verfütterung von Silage sollte immer auf die Entnahmetechnik und den Umgang mit der Silage geachtet werden. Grundsätzlich sollte ein Siloschneider verwendet werden um gerade Schnittflächen zu erhalten. Auch sollte ein Vorschub von mind. 20 cm erreicht werden. Schimmelnester sind auszusortieren (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

Folgende Punkte sollten beachtet werden (Tabelle 105):

***Tabelle 105: Entnahmetechnik und Umgang mit Silage (SPIEKERS et POTTHAST 2004).***

- **nur gute Qualität in den Stall fahren**
- **möglichst jeden Tag frisches Futter holen**
- **3- bis 4- mal täglich das Futter aufgelockert vorlegen**
- **die Futterreste einmal täglich abräumen**
- **die verfütterten Mengen gewichtsmäßig kontrollieren.**

#### 4.2.3.2.2.2. Hygienestatus

Mangelnde Futterhygiene kann zu einem Futterverderb führen. Der hygienische Zustand des Futters ist abhängig von der Primärqualität des eingelagerten Futters, der Sauberkeit des Futterlagers, evtl. Staubbildung beim Transport, Mischen, Verarbeiten und Dosieren von Futter, den Lagerungsbedingungen (Luftfeuchte, Temperatur) und der Lagerdauer (SPIEKERS et POTTHAST 2004; BUSCH et al. 2004). Die Primärqualität ist aber in erster Linie ein Resultat der Trocknung vor und während des Ernteprozesses sowie direkt danach. Konzentrate und geschrotete Einzelfuttermittel sollten als Grenzwert für die Lagerfähigkeit einen Wassergehalt von 12-12,5% nicht überschreiten (BUSCH et al. 2004).

Ein erhöhter Primärkeimbesatz und schlechte Lagerungsbedingungen sind wichtige Faktoren für den Verderb von Futtermitteln (BUSCH et al. 2004).

Mikroorganismen können zum Verderb des Futtermittels (Fäulnis, Zersetzung, Fehlgärung) führen, aber auch die Gesundheit des Tieres direkt beeinflussen (Schimmelpilze, Listerien, Salmonellen) (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

#### 4.2.3.2.2.2.1. Bakterien, Pilze, Hefen

Ein keimfreies Futtermittel gibt es nicht. In Trockenmischfutter werden Konzentrationen an koloniebildenden Einheiten von  $10^5$  pro g meist noch toleriert. Pilzkonzentrationen um  $10^4$  pro g können bereits bedenklich sein.

Besonders zu berücksichtigen sind hier die Mykotoxine. Eine Dekontamination hat sich als nur begrenzt wirksam erwiesen, und daher ist die Prophylaxe von besonderer Bedeutung (BUSCH et al. 2004).

#### 4.2.3.2.2.2.2. Parasiten und Hygieneschädlinge

Futterparasiten als Ursache von Erkrankungen sind selten. Ihre Wirkung zeigt sich vor allem in einer verringerten Futteraufnahme oder gar Futterverweigerung. Die häufigsten Futterparasiten sind Milben. Vermilbtes Futter verliert durch verminderte Akzeptanz und eine hohe Verderbsdisposition schnell die Futterwürdigkeit (BUSCH et al. 2004).

#### 4.2.3.2.2.2.3. Beurteilung der hygienischen Beschaffenheit

Um die hygienische Beschaffenheit von Futtermitteln beurteilen zu können, gibt es zwei Möglichkeiten der Überprüfung (DLG 1998b). Die Sinnenprüfung gibt Tabelle 106 wieder.

**Tabelle 106: Sinnenprüfung zur Beurteilung von Futtermitteln (DLG 1998b).**

	<b>Prüfungskriterium</b>	<b>Mögliche Veränderungen</b>
<b>Aussehen</b>	Farbveränderungen	Rote Verfärbungen deuten auf Fusarien, oder bestimmte Hefen hin
	Korngröße	Schmacht- oder Kleinkorn bei Getreide durch Reifungsstörungen (Trockenheit) Infektion mit Pilzen, vor allem Fusarien
	Staub, Verunreinigungen	Allgemein Schmutz oder Milben
<b>Geruch</b>	muffiger Geruch	Schimmelpilzwachstum
	Säuerlicher Geruch	Vermehrung von Milchsäurebakterien
	Brotartiger Geruch	Hefen
	Honigartiger bis süßlicher Geruch	Milbenbefall
<b>Griff</b>	Getreide klumpt	Pilzhyphen oder Gespinste von Insekten

Weiter stehen labortechnische Methoden zur Verfügung. Mit Hilfe der Mikroskopie können Verunreinigungen bestimmt werden und Zerfallsprodukte und Schädlinge erkannt werden. Bei der mikrobiologischen Untersuchung kann die Zahl der Keime pro Gramm Futtermittel bestimmt werden. Diese reicht allein nicht für eine Qualitätsbeurteilung des Futtermittels aus. Eine Qualitätsminderung kann auch bei niedrigen Keimzahlen vorliegen (DLG 1998b). Gleichzeitig ist bei hohen Keimzahlen nicht immer auf einen Verderb zu schließen. Erst bei gleichzeitiger Zuordnung zu bestimmten Keimgattungen und -gruppen können Rückschlüsse auf den Qualitätszustand eines Futtermittels gezogen werden (DLG 1998b).

Die Chemische Untersuchung beruht auf einer Bestimmung der Trockensubstanz, des Energie- und Nährstoffgehalts, evtl. auch Wirkstoffgehalts, um Verluste festzustellen bzw. die Anfälligkeit für den Verderb einschätzen zu können, sowie einer Untersuchung auf Pilzgifte (Tabelle 107).

**Tabelle 107: Labortechnische Methoden zur Futterbeurteilung (DLG 1998b)**

<b>Untersuchungsmethode</b>	<b>Mögliche Auffälligkeiten</b>
<b>Mikroskopie</b>	<b>Verunreinigungen Zerfallsprodukte Schädlinge</b>
<b>Mikrobiologische Untersuchung</b>	<b>Zahl der Keime pro Gramm Bestimmung der Keimgattung</b>
<b>Chemische Untersuchung</b>	<b>Trockensubstanzgehalt</b>

Wichtig ist bei der Beurteilung des Futters generell, dass auch das Restfutter kontrolliert wird, um zu sehen, wie sich das Futter im Laufe der Zeit auf dem Futtertisch verändert (BRANDES 1999).

#### 4.2.3.2.2.2.4. Sinnenprüfung

Die Sinnenprüfung eignet sich nicht nur für die hygienische Beschaffenheit, sondern bietet auch die Möglichkeit schnell und vor Ort eine Überprüfung der Futtermittel durchzuführen. Hier werden neben hygienischen Aspekten auch Verarbeitungskontrollen eingeschlossen (DLG 2004).

Hierfür finden Checklisten eine Anwendung (siehe Checklisten).

#### 4.2.3.3. *Diskussion und Implementierung in das VHC-System*

##### 4.2.3.3.1.1. Kontrollpunkt Futtergabe

Sowohl in der Anbinde- als auch in der Laufstallhaltung sollte immer genügend Futter zur Verfügung stehen (24 Stunden täglich). Um die bedarfsgerechte Futtermenge kontrollieren zu können, sollten die Tiere ausgefüttert werden, d. h. es sollte ein Futterrest von 3-10% zurückbleiben. Generell sollten keine „futterfreien Zeiten“ entstehen, da der Reiz der Futtevorlage Fresslust anregend ist (SPIEKER et POTTHAST 2004; BUSCH 2004). Regelmäßiges Ranschieben und Wenden, bzw. mehrmaliges Neuvorlegen des Futters verhindert ein Erwärmen und Anblasen des Futters und erhöht die Schmackhaftigkeit. Die Futtevorlage sollte in jedem Betrieb Beachtung finden, da hier mit kleinen Mitteln eine Erhöhung der Futteraufnahme erzielt werden kann.

Die Einteilung in Fütterungsgruppen ist von entscheidender Bedeutung. Generell ist zu beachten, dass die einzelnen Trockensteh- und auch Laktationsgruppen einen unterschiedlichen Anspruch an das Futter haben. Es sollte immer eine Unterteilung in trockenstehend und laktierend erfolgen. Für ein optimales Transitmanagement ist eine zweite Teilung der Trockenstehenden in Trocken- und Transitphase erforderlich (SÜDEKUM 1999; SPIEKERS 2002). So kann die Ration optimal auf die Bedürfnisse der Tiere abgestimmt werden. Heu sollte immer in ausreichender Menge, am besten getrennt vom Futtertisch in einer Raufe jederzeit zur Verfügung stehen (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

Eine Einteilung innerhalb der Gruppe der laktierenden Kühe ist empfehlenswert, aber räumlich nicht immer zu realisieren. Hier können nochmals Differenzierungen durch unterschiedliche Kraffuttermgaben gemacht werden (DLG 2001; SPIEKERS et POTTHAST 2004).

Welche Fütterungsstrategie verwendet werden sollte, ist vom Betrieb abhängig. Eine Ausfütterung der Einzelkuh hat den Vorteil, dass sie gezielt versorgt werden kann. Die Versorgung mit einer TMR garantiert ein einheitliches Futter übers ganze Jahr (LOSAND 1999). Generell muss bei beiden eine gute Fütterungskontrolle gewährleistet sein, um eventuell Korrekturen an der Fütterungsstrategie

vorzunehmen, ansonsten gleichen sich Vor- und Nachteile der verschiedenen Strategien aus, und es ist keine empfehlenswerter als die andere. Daher wird die Fütterungsstrategie nicht als Indikator für die Futtergabe genommen.

#### 4.2.3.3.2. Kontrollpunkt Futterverarbeitung

##### 4.2.3.3.2.1. Mischungskontrolle

Eine einfache und schnelle Methode eine erste Überprüfung der Mischung durchzuführen ist der Blick auf den Futtertisch. Hier sollten keine selektierten Reste liegen.

Eine genauere Kontrolle der Mischung sollte in regelmäßigen Abständen erfolgen. Es sollte zu keiner Vermusung durch den Mischwagen kommen, da sonst die Partikelwirksamkeit verloren geht. Für die schnelle Überprüfung einer evtl. Vermusung bietet sich der optische Vergleich einer mit Hand gemischten und mit Futterwagen gemischten Portion an (DLG 2001). Genauere Ergebnisse werden mit der Schüttelbox erzielt. Hier ist die Gebrauchsanweisung zu beachten. Ein Wert von 60% im unteren Siebkasten sollte nicht überschritten werden (siehe Kapitel 4.2.1.1.1.3.2. Partikelgröße).

Weiter sollte die Mischgenauigkeit anhand der Gehalte von Trockenmasse, Rohasche, Rohprotein und Rohfaser überprüft werden. Analysen dieser Werte sollten in regelmäßigen Abständen mit der berechneten Ration verglichen werden. Kommt es zu Abweichungen muss eine Korrektur vorgenommen werden (DLG 2001).

##### 4.2.3.3.2.2. Herstellungskontrolle

Die Silage als Hauptfuttermittel sollte optimale Qualität besitzen, da über sie die Grundfutteraufnahme bestimmt wird. Die Prophylaxemaßnahmen sollten für eine gute Silageherstellung durchgeführt werden (siehe Tabelle 95). Durch sie können viele Fehler vermieden werden und die spätere Silagequalität optimiert werden. Da die Gärqualität von entscheidender Bedeutung für die Pansenmikroben

und damit für die gesamte Futteraufnahme ist, ist eine Kontrolle der Gärqualität notwendig. Dies sollte grundsätzlich bei neuen Silagen vor der Verfütterung durchgeführt werden.

Um die Gärqualität zu beurteilen bietet sich das von der DLG vorgestellte System an. Der Vorteil liegt in einer schnellen und objektiven Bewertung. Das Punktesystem macht eine Einstufung leicht. Silagen mit Punkten von 72–100 stellen gute bis sehr gute Qualität dar, 52–71 sollten verbessert werden, 51–30 und darunter sind nicht zur Verfütterung geeignet (DLG 2006).

Silagen, die eine gute Gärqualität aufweisen, können trotzdem von der sogenannten Nachgärung betroffen werden. Um das zu verhindern, spielt die Dichte eine entscheidende Rolle (THAYSEN 1999). Diese wird zusammen mit dem Trockenmassegehalt beurteilt und kann gemessen werden. Silagen sollten nicht mehr als 30 kg unterhalb der Richtgrößen liegen (Tabelle 104).

Die Entnahme muss sauber vorgenommen werden. Die Qualität der Silage, die auf dem Futtertisch landet ist von Bedeutung.

Eine hygienische Qualitätskontrolle des Futters (aller Futterkomponenten) sollte in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden. Eine Orientierung bietet hier die von der DLG (DLG 1998b) vorgeschlagene Sinnenprüfung, die in Tabelle 107 zusammengefasst ist.

Eine derartige Untersuchung der Futtermittel gibt eine gute Einschätzung der hygienischen Qualität. Treten häufiger Abweichungen auf, sind labortechnische Methoden, wie Mikroskopie und Mikrobiologische Untersuchungen zur Futterbeurteilung angebracht, um weitere und genauere Informationen zu bekommen. So kann die Problematik besser beurteilt und benannt werden.

Auch sollte immer eine Probe des auf dem Futtertisch verbliebenen Futters genommen werden, um die Veränderung, die das Futter im Laufe der Zeit durchmacht, beurteilen zu können (SPIEKERS et POTTHAST 2004).

Eine allgemeine Sinnenprüfung bietet eine sehr gute Methode, Futtermittel schnell und vor Ort zu beurteilen. Sie zeigt einen ersten Eindruck und kann häufig und ohne großen technischen Aufwand durchgeführt werden (siehe Checklisten). Finden sich hier hygienische Mängel sind weiterführende Untersuchungen zu machen.

Eine Futtermittelanalyse und Dichtebestimmung der Silagen sollte beim Verfüttern eines neuen Schnittes immer durchgeführt werden, da hier der subjektive Aspekt ausgeschlossen wird.

**Übersicht 8: Faktor Management**

**Kontrollpunkt Futtergabe**

Indikator	Intensität	Referenzwerte
Futternvorlage		Futter ganztägig vorhanden Mehrmales Wenden und Ranschieben 3–10% Futterrest
Gruppeneinteilung		Trockensteher 1 Trockensteher 2 Laktierende Tiere (evtl. Leistungsgruppen) Heu ad libidum

**Kontrollpunkt Futtermittelerarbeitung**

Indikator	Intensität	Referenzwerte
Mischgenauigkeit		Keine selektierten Reste auf dem Futtertisch ≤ 60% im unteren Kasten der Schüttelbox Vergleich der Futtermittelanalysen mit berechneter Ration
Herstellung		Silage nach DLG–Skala Dichte Sinnenprüfung laut Checkliste
		mikrobielle Hygieneuntersuchung

#### 4.2.4. Dynamisches Flussdiagramm

Die nachfolgenden nochmals zusammengefassten Kontrollpunkte mit ihren Indikatoren werden in einem dynamischen Flussdiagramm dargestellt.

##### direkter Kontrollpunkt Gesundheitsstatus

Indikator	Intensität	Referenzwerte
Krankheitshäufigkeit		Dokumentation der Erkrankungen (subjektiver Eindruck)
TCI		-1.650 bis + 1.570

##### indirekter Kontrollpunkt Rationsgestaltung

Indikator	Intensität	Referenzwerte
Energiegehalt		Tabelle 12
Protein		Tabelle 13
Kohlenhydrate		Tabellen 16/17/18
Kalzium		Tabellen 19/20/22
Strukturbewertung		Tabellen 26/27/30/31
Partikelgröße		Tabelle 32

##### indirekter Kontrollpunkt Futteraufnahme

Indikator	Intensität	Referenzwerte
Schätzwert der Futteraufnahme		Schätzformel Tabelle 43
		5–10% Futterrest auf dem Futtertisch

##### indirekter Kontrollpunkt Energieversorgung

Indikator	Intensität	Referenzwerte
BCS		Tabelle 88
Blutprofile		Glucose: Tabelle 46 Bilirubin: Tabelle 48 BHB: >1 mmol/l NEFA: Tabelle 51
Milchuntersuchung		Milchleistung: Kurvenbewertung Milcheiweiss: Ø 3,51% Variationsbreite bis 0,6% Milchfett: Ø 4,16%; nicht > 5% Fett-Eiweiß-Quotient: nicht > 1,5 Milchazeton: Tabelle 73
Leberbiopsie		Tabelle 75
Kotbewertung		Tabelle 81

## indirekter Kontrollpunkt Strukturversorgung

Indikator	Intensität	Referenzwerte
Wiederkauaktivität		>50% 1–2 Stunde nach Futteraufnahme
Kotbeschaffenheit		Tabelle 81
Milchuntersuchung		Milchfett: < 3,5% = Azidosegefahr (Abb. 17) Fett-Eiweiß-Quotient: < 1,0 = Azidosegefahr (Abb. 18)
Pansensaft		>25% unter pH 5,5 = Azidosegefahr
Harn pH – Wert		Tabelle 83
NSBA		Tabelle 84

## indirekter Kontrollpunkt Mineralstoffversorgung

Indikator	Intensität	Referenzwerte
Harn pH-Wert		> 8,5 = Gefahr Festliegen
Harnkalzium		Tabelle 83
NSBA		> 250 mmol/l = Hypokalzämierisiko
NSBA + Harnkalzium		NSBA = 50 mmol/l Harnkalzium zwischen 5-10 mmol/l

## indirekter Kontrollpunkt Fressbereich

Indikator	Intensität	Referenzwerte	
Futtertisch		Hygiene: Oberfläche:	keine Verschmutzungen glatt, ohne Fugen
Futterplatzgestaltung		Sohlenhöhe: Krippenkante: Fressgitter: Krippenweite:  Fressplatzbreite	> 20 cm Max. 50 cm Neigung 10-20° 60 cm + Krippenvorderwand  75cm für Frischlaktierende 50 cm für Kühe
Fressplatzverhältnis		Zugang:	4m breite Fressgänge
			1:1 für Frischlaktierende 2,5:1 für Altmelkende

**indirekter Kontrollpunkt Räumliche Teilung der Fütterungsgruppen**

Indikator	Intensität	Referenzwerte
Aufstallung		Getrennte Haltung: Laktierende Tiere – Trockensteher 1 – Trockensteher 2

**indirekter Kontrollpunkt Wasserbereitstellung**

Indikator	Intensität	Referenzwerte
Tränkebeschaffenheit		Durchlaufgeschwindigkeit: Abmessungen: Mind. 20l/min Schalenränke: Ø20 cm; Tiefe: 5 cm Trogtränke: Abb. 23
Tränkezugang		Keine beengten Bereiche Nicht in Sackgassen
Tränkeverhältnis		Anbindehaltung: Laufstall: 1 Tränke / 2 Tiere höchstens 25 Tiere / Trogtränke min. 2 im Stall höchstens 7 Tiere /Schalenränke

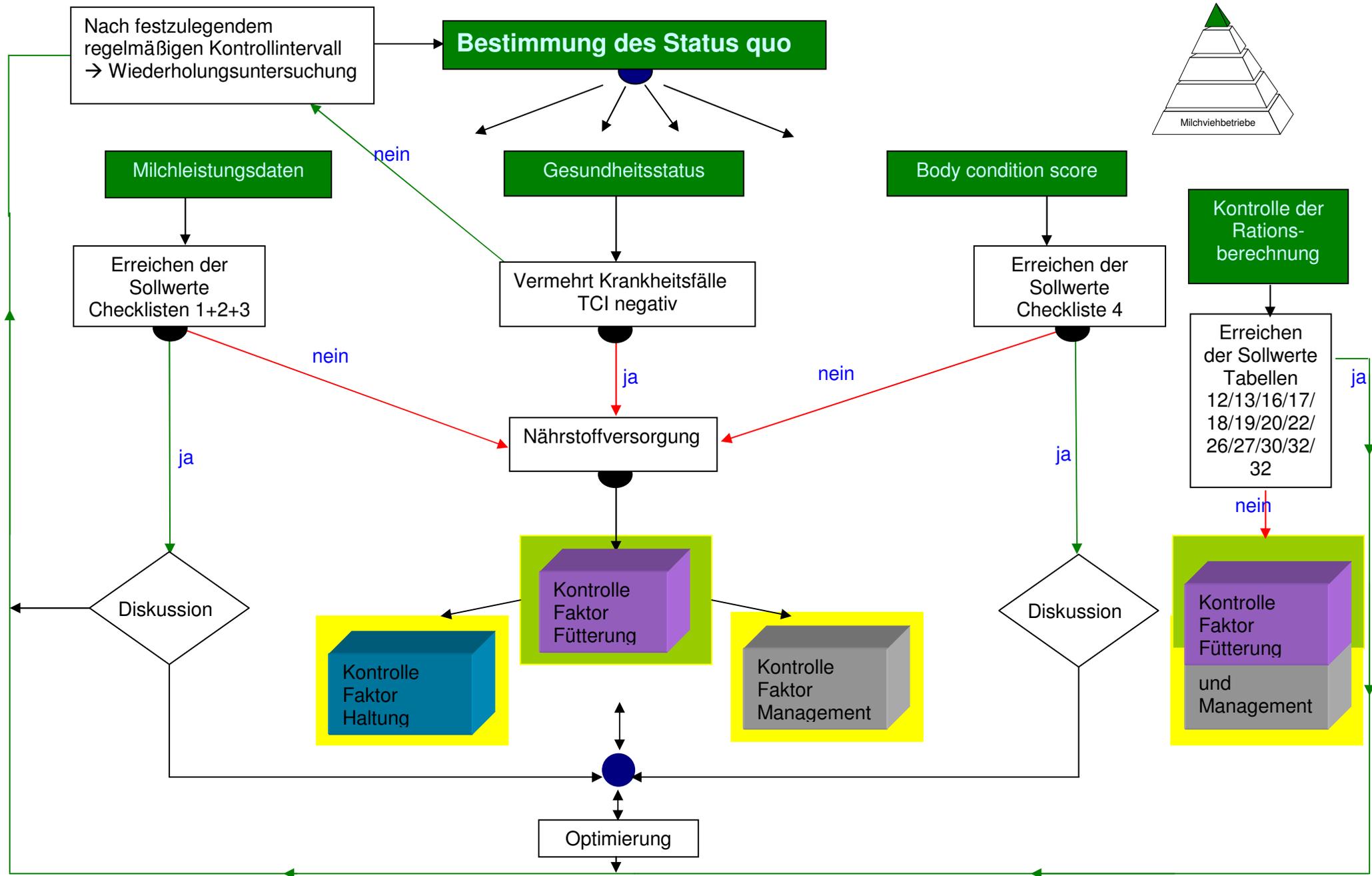
**indirekter Kontrollpunkt Futtergabe**

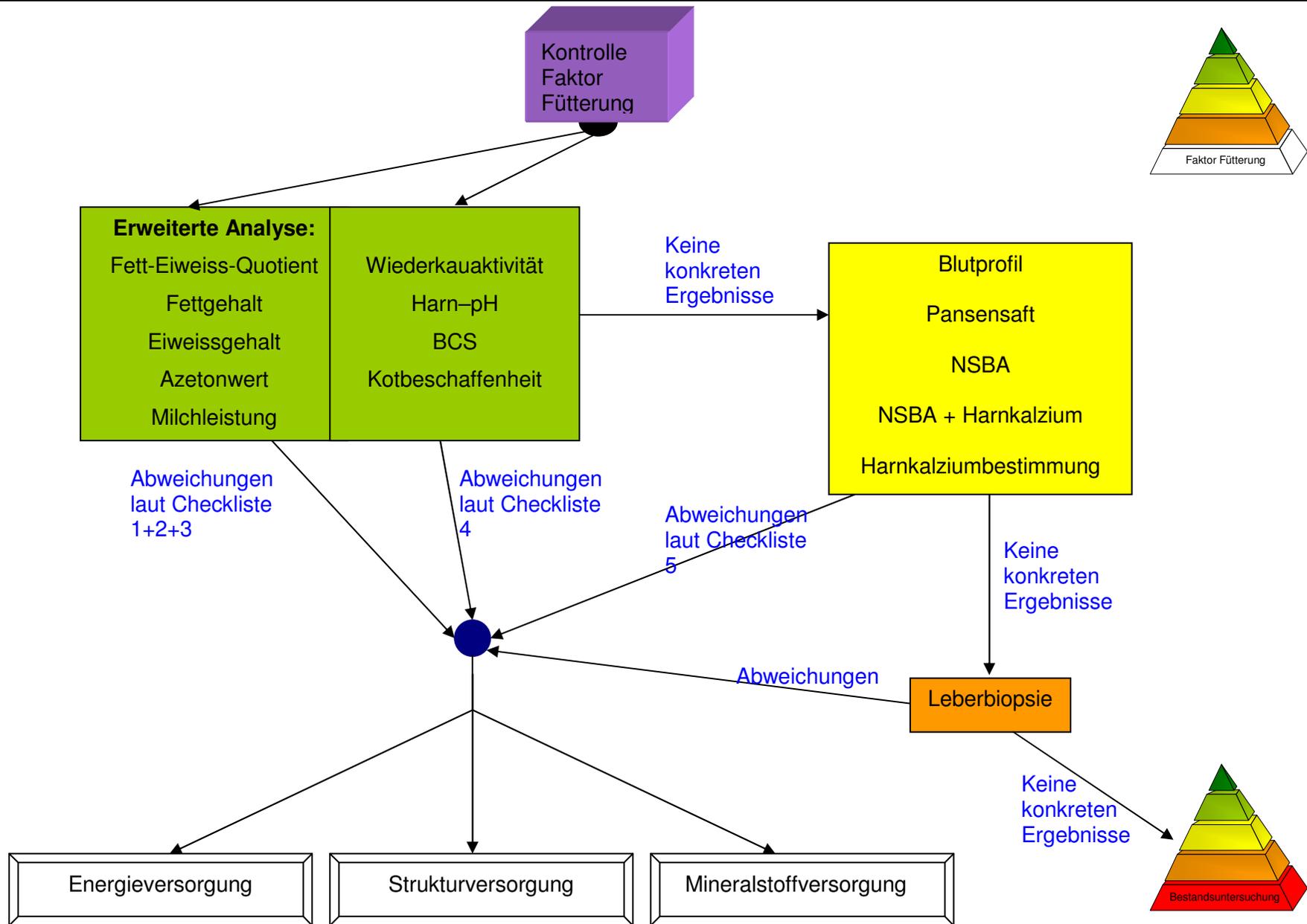
Indikator	Intensität	Referenzwerte
Futternvorlage		Futter ganztägig vorhanden Mehrmales Wenden und Ranschieben 3–10% Futterrest
Gruppeneinteilung		Trockensteher 1 Trockensteher 2 Laktierende Tiere (evtl. Leistungsgruppen) Heu ad libidum

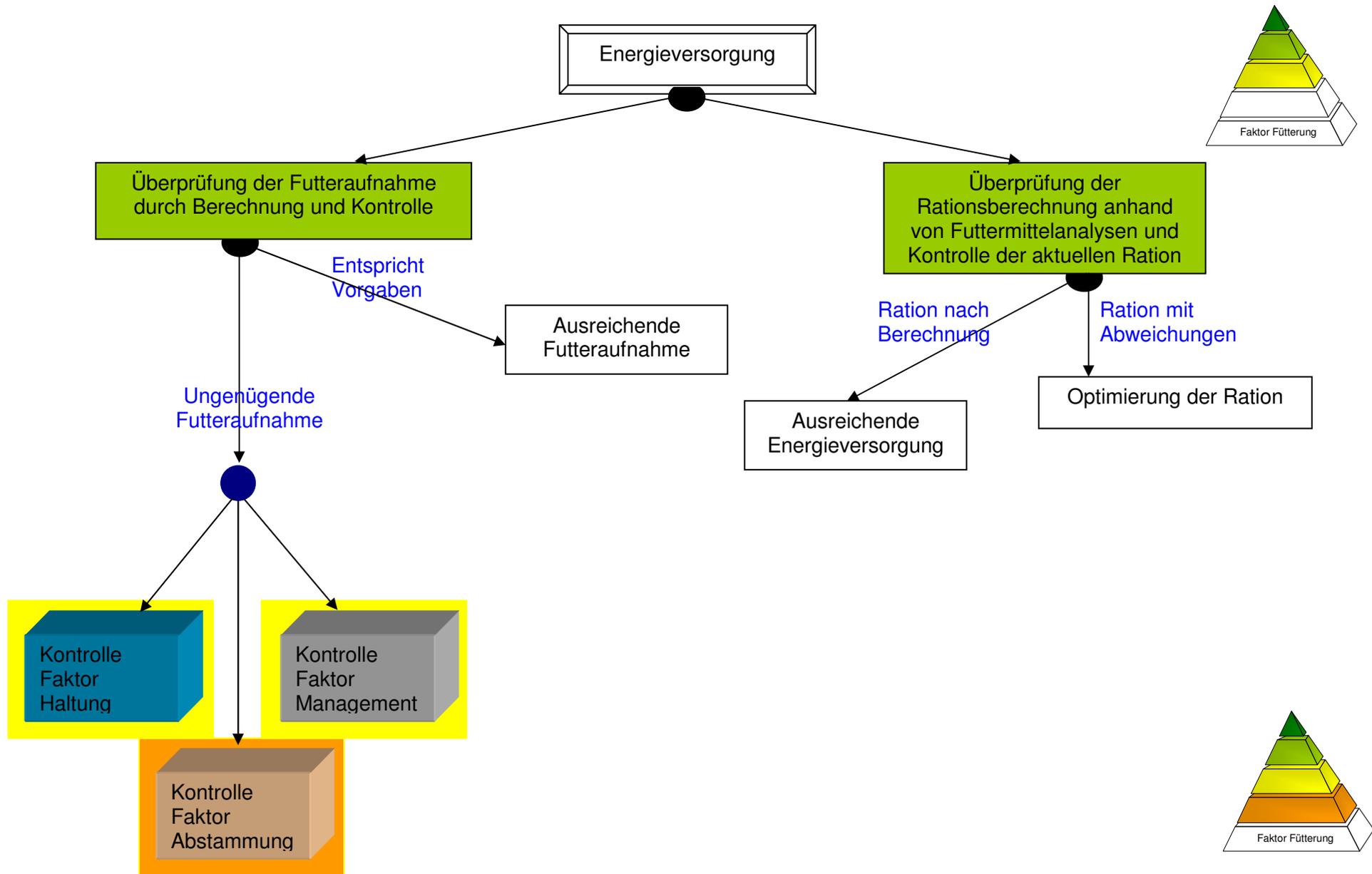
**indirekter Kontrollpunkt Futtermittelverarbeitung**

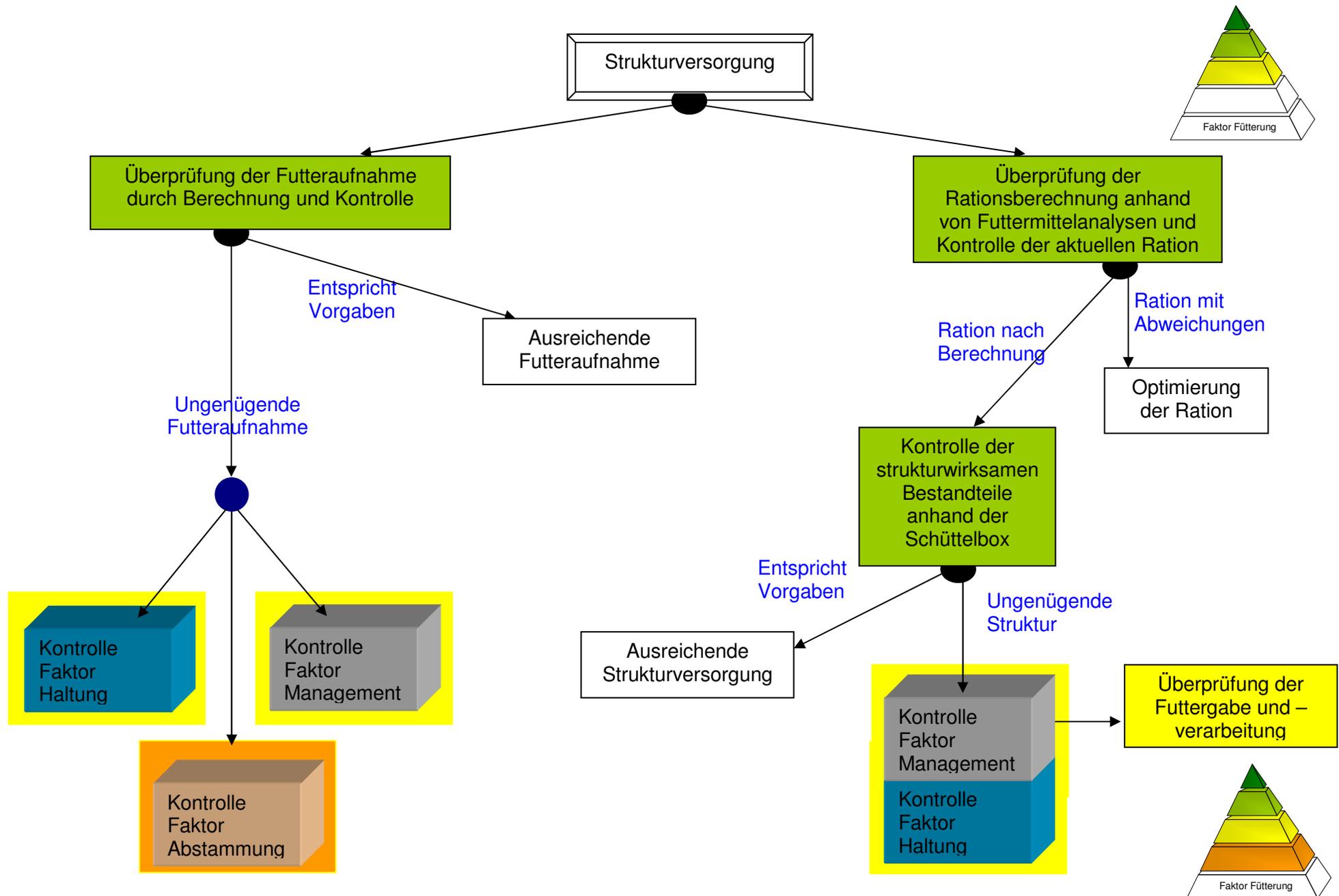
Indikator	Intensität	Referenzwerte
Mischgenauigkeit		Keine selektierten Reste auf dem Futtertisch ≤ 60% im unteren Kasten der Schüttelbox Vergleich der Futtermittelanalysen mit berechneter Ration
Herstellung		Silage nach DLG–Skala Dichte Sinnenprüfung laut Checkliste mikrobielle Hygieneuntersuchung

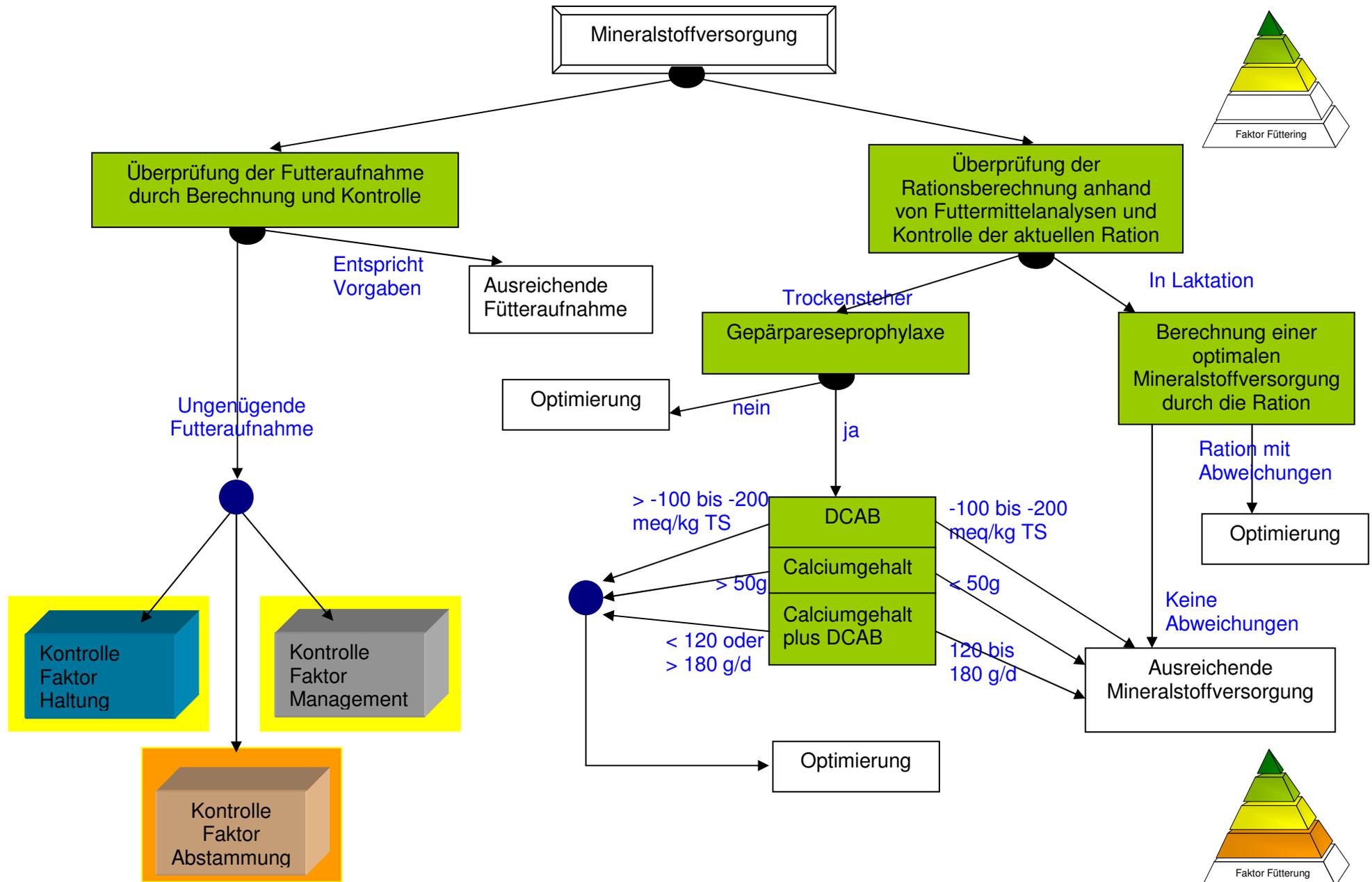
Flussdiagramm

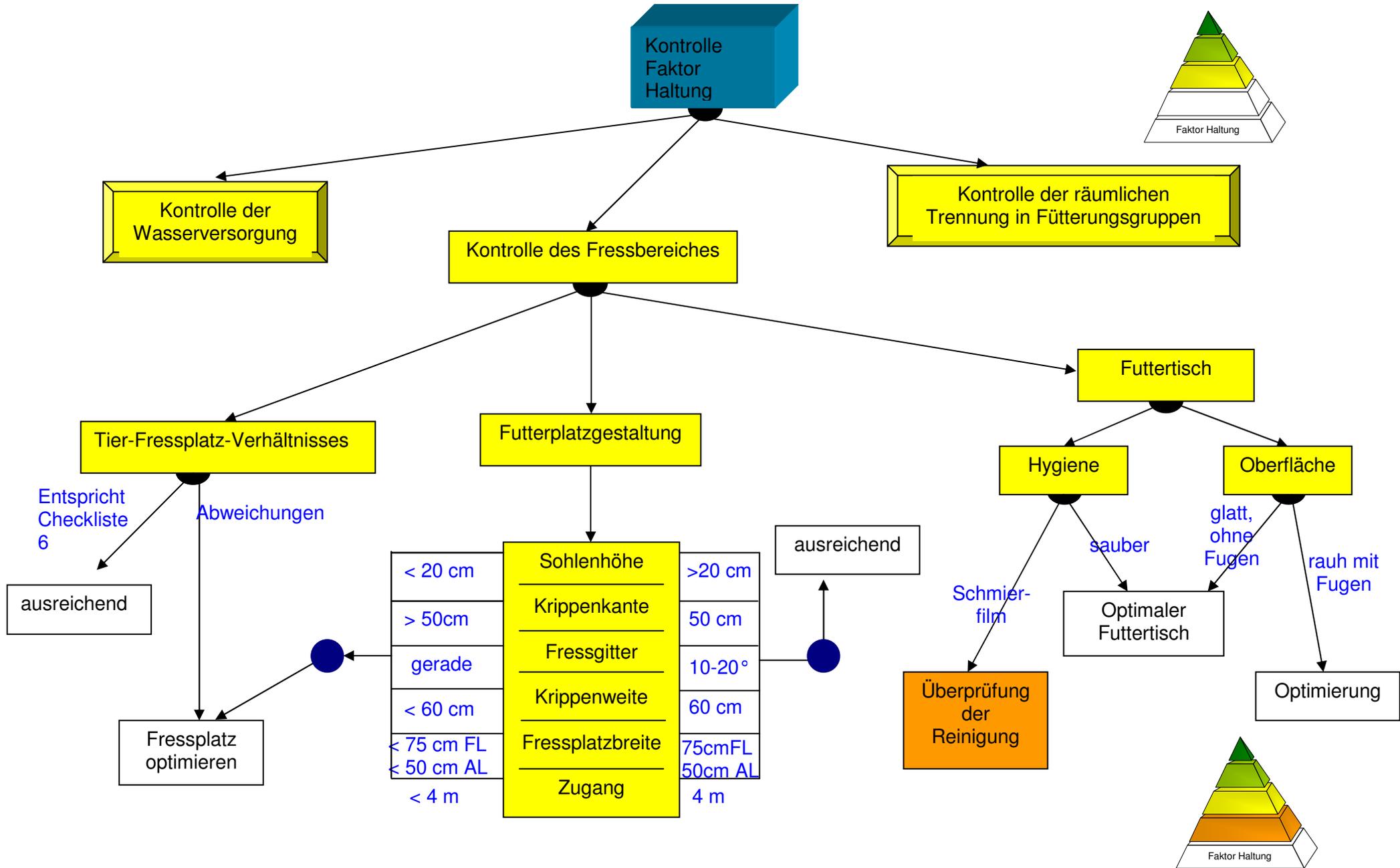


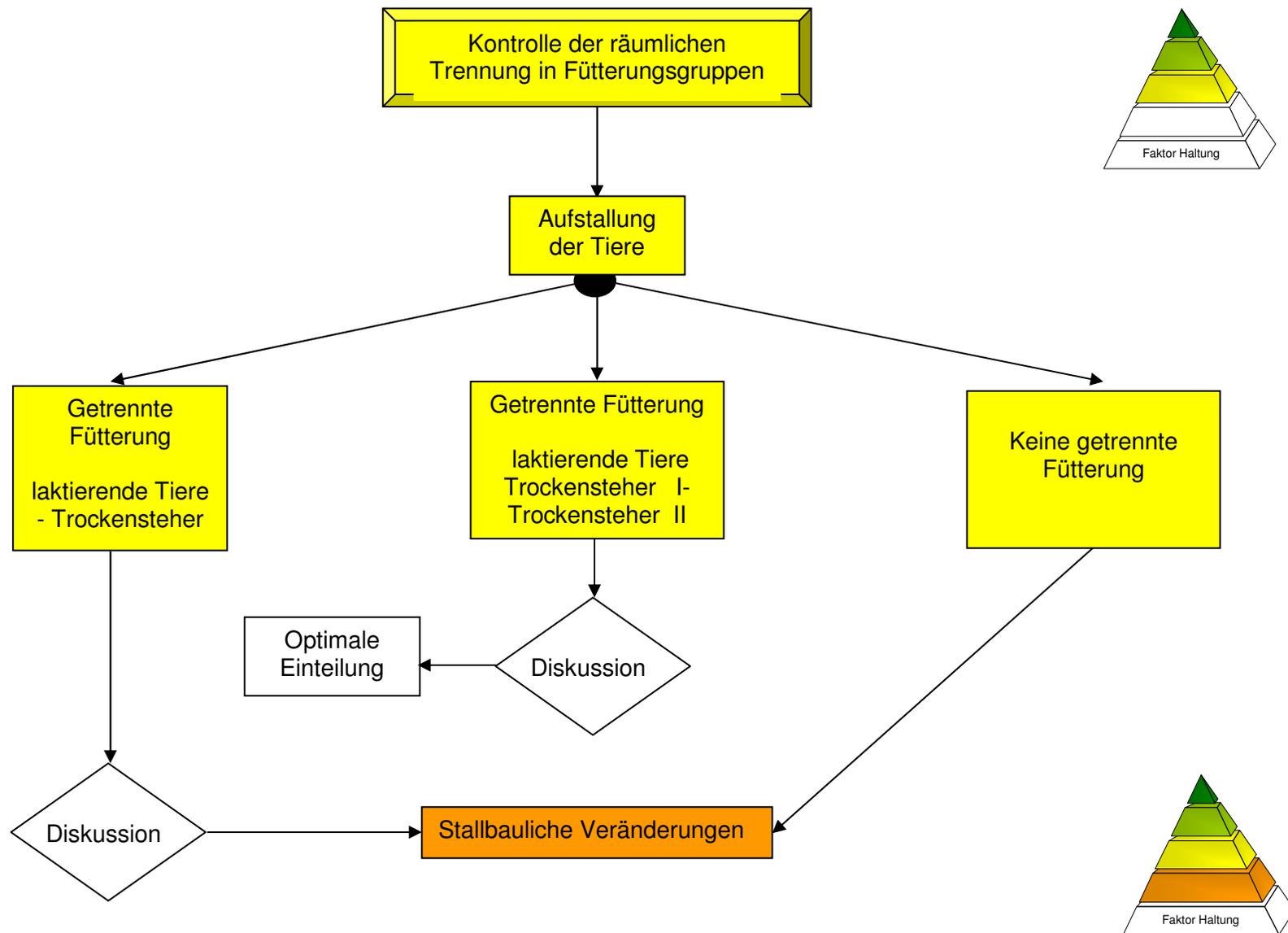


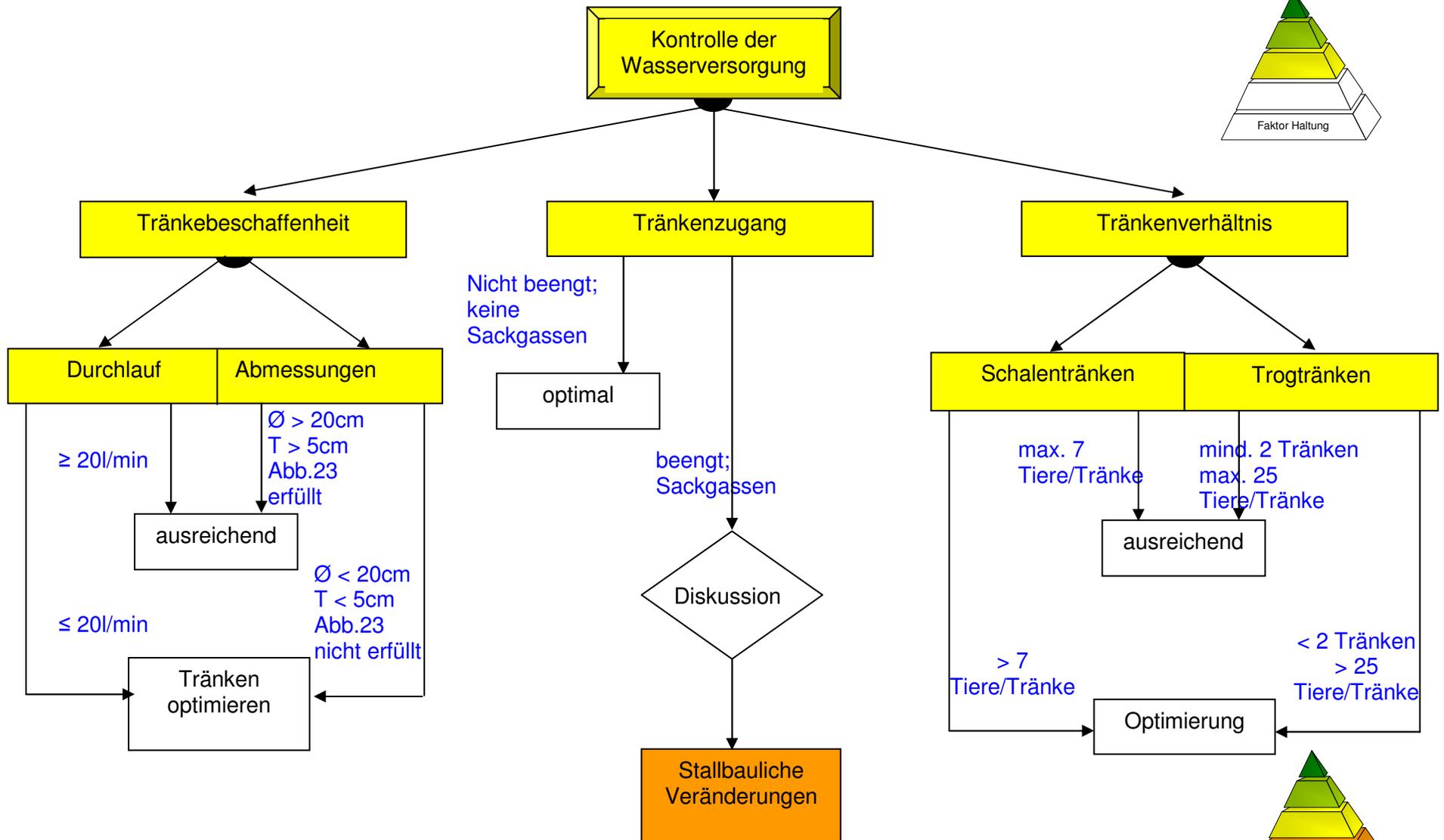
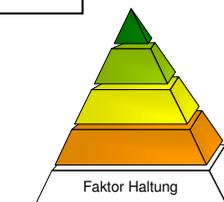


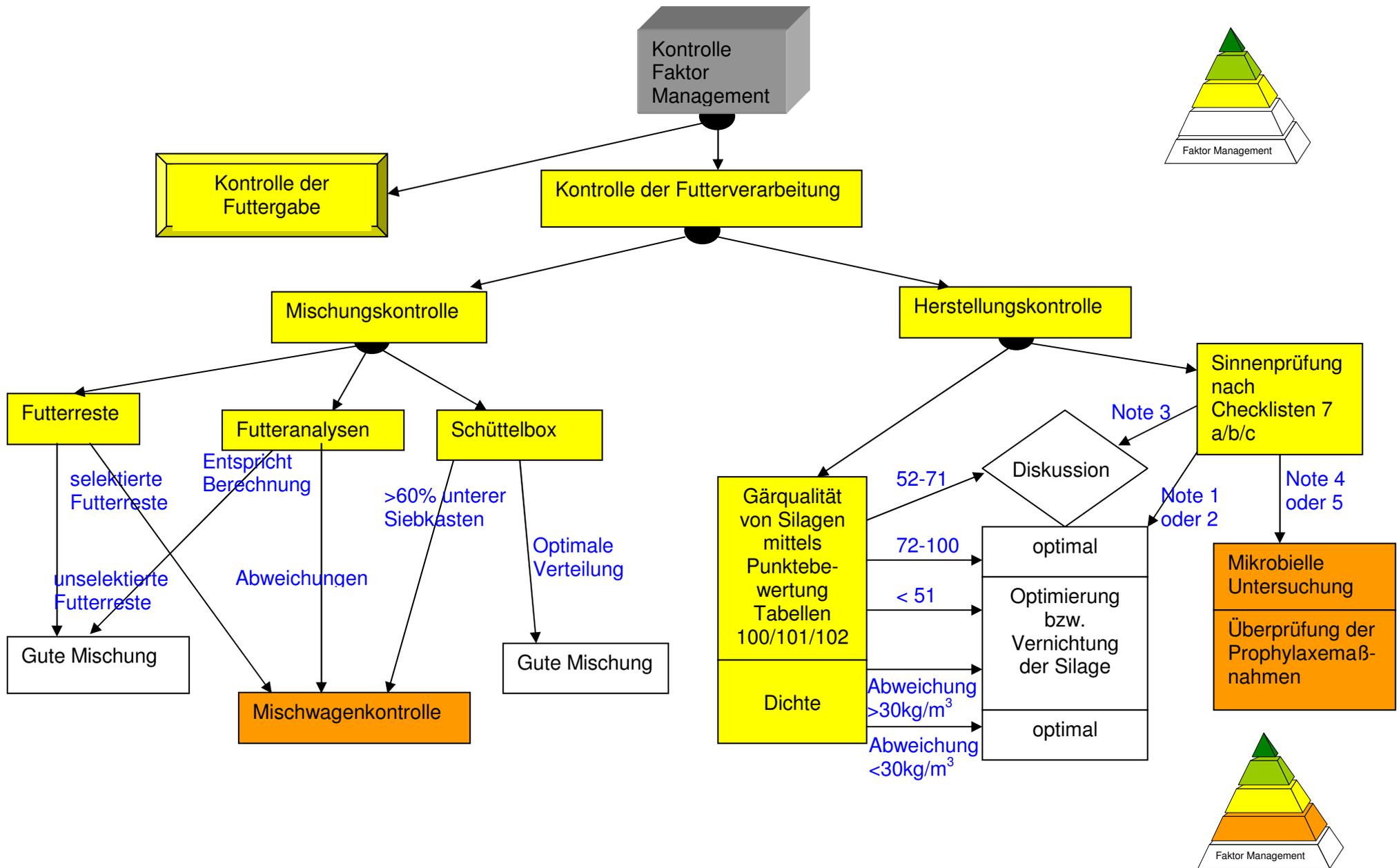


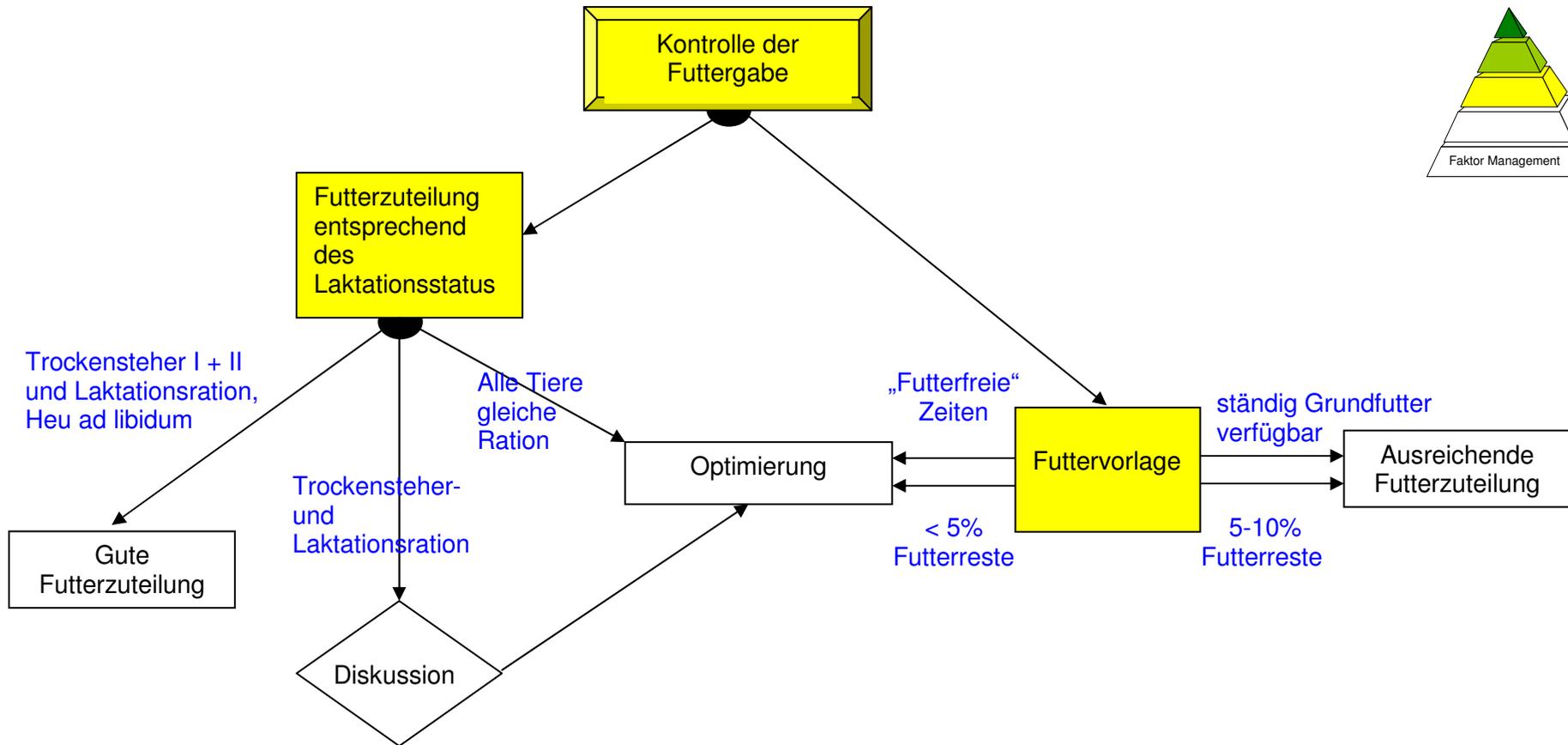
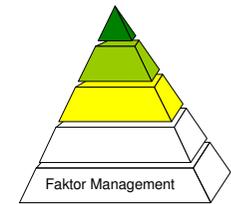












## 5. Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, ein Qualitätssicherungssystem (QSS) für den Kontrollbereich „Stoffwechselgesundheit“ in Milcherzeugerbetrieben zu entwickeln und in die Struktur des Veterinary-Herd-Controlling-System (VHC-System, MANSFELD, 2002b), als Teil der Integrierten Tierärztlichen Bestandsbetreuung, zu implementieren. Im VHC-System sind Kontrollpunkte direkt beeinflussbare Managementfestlegungen und die daraus resultierenden Maßnahmen. Indikatoren sind Mess- oder Rechengrößen, die sich innerhalb zuvor festgelegter Grenzen bewegen müssen.

Auf Grundlage einer umfassenden Literaturrecherche wurden Kontrollpunkte und die dazugehörigen Indikatoren ermittelt. Hierfür wurde das Internet, mit den Suchmaschinen google, web und Lykos, die speziell für Landwirte und Tierärzte ausgerichteten Seiten „Portal rind“, „vetion.de“ und „cattle.de“, sowie die speziellen Literatursuchmaschinen WebSPIRS, WinSPIRS, Google Scholar, PubMed und Ingenta genutzt. Die Suche erfolgte des weiteren über die Internetseiten der einzelnen wissenschaftlichen Fachzeitschriften und verschiedener Bibliotheken (Bay. Staatsbibliothek, Universitätsbibliotheken der LMU-München, TiHo-Hannover, Universität Gießen, FU-Berlin, Universität Wien, Universität Kiel, Humboldt Universität Berlin, Pennsylvania State University, University of Wisconsin). Eine weitere Quelle boten Literaturverzeichnisse der einzelnen Fachartikel und zitierbare Kongressberichte.

Die Fachartikel wurden gesammelt und hinsichtlich ihrer Aussagen bearbeitet und kritisch dargestellt. In einer Diskussion wurden mögliche Kontrollpunkte mit den dazugehörigen Indikatoren für eine Implementierung in das VHC-System überprüft und die Gewichtung innerhalb des Systems festgelegt. Abschließend erfolgte eine Ordnung der Kontrollpunkte und Indikatoren in einem dynamischen Flussdiagramm.

Um in einem Milcherzeugerbetrieb eine Status-quo-Bestimmung durchführen zu können, wurden der Kontrollpunkt „Gesundheitsstatus“ mit den Indikatoren „Krankheitshäufigkeit“ und „Transit Cow Index“, die Auswertung der „Milchleistungsdaten“, die Indikatoren aus den Kontrollpunkten „Energieversorgung“ und „Strukturversorgung“ darstellen, und der „Body condition score“ (BCS) aus dem

Kontrollpunkt „Energieversorgung“ herangezogen. Der Kontrollpunkt „Rationsgestaltung“ wird bei einer Status-quo-Bestimmung miteinbezogen.

Die Status-quo-Bestimmung bildet die Grundlage des QSS. Hier wird der aktuelle Stand der Stoffwechselgesundheit einer Herde ermittelt, auf dessen Basis ein weiteres strategisches Vorgehen für die Faktoren Fütterung, Haltung und Management abgeleitet werden kann.

Die Kontrolle des **Faktors Fütterung** besteht zunächst aus der differenzierten Bewertung von „Energie-, Struktur- und Mineralstoffversorgung“. Überschneidungen der Bereiche sind möglich.

Diese Bewertung wird durch eine Überprüfung der „Milchleistung und -inhaltsstoffe“, der „Wiederkauaktivität“, des „Harn-pH-Wertes“, der „Kotbeschaffenheit“ und des „BCS“ durchgeführt. Ist mittels dieser Kontrollpunkte und Indikatoren die Feststellung der Fehlversorgung nicht möglich, werden „Blutprofile“, „Pansensaft“, „Harn-Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung (NSBA)“ und „Harnkalziumbestimmung“ zusätzlich herangezogen. Eine weitere Stufe bildet die „Leberbiopsie“. Kommt es hier nicht zu konkreten Ergebnissen, wird eine umfassende Bestandsuntersuchung eingeleitet.

Nach Ermittlung der Fehlversorgung wird deren Ursache weiter untersucht. Dies wird durch den Kontrollpunkt „Futteraufnahme“ mit einer „Abschätzung der Futteraufnahme“ und den Kontrollpunkt „Rationsgestaltung“, in dem die Berechnung einer optimalen Versorgung überprüft werden soll, erreicht. Bei Abweichungen bezüglich der Futteraufnahme werden die Faktoren „Haltung“ und „Management“ überprüft.

Der **Faktor Haltung** wird in die Kontrollpunkte „Fressbereich“, „räumliche Trennung in Fütterungsgruppen“ und „Wasserbereitstellung“ unterteilt. Die Kontrolle des „Fressbereiches“ erfolgt anhand der Beurteilung des „Futtertisches“, der „Futterplatzgestaltung“ und des „Tier-Fressplatz-Verhältnisses“. Hierfür werden Beschaffenheit und Abmessungen kontrolliert und die Anzahl der Tiere überprüft.

Die „Räumliche Trennung in Fütterungsgruppen“ wird anhand der Aufstallung geprüft. Die „Wasserbereitstellung“ wird mittels der „Tränkebeschaffenheit“, dem „Tränkezugang“ und dem „Tränkeverhältnis“ beurteilt. Abweichungen der geprüften Indikatoren von vorgegebenen Sollwerten führen zu Überlegungen, die bestehenden Bedingungen entsprechend zu optimieren und gegebenenfalls stallbauliche Veränderungen vorzunehmen.

Die Kontrolle des **Faktors Management** beinhaltet die Kontrollpunkte „Futtermittelverarbeitung“ und „Futtermittelvergabe“. Die Kontrolle der „Futtermittelverarbeitung“ beinhaltet die „Mischgenauigkeit“ und die „Herstellungskontrolle“. Hier führen Abweichungen zu Überprüfungen des Mischwagens und gegebenenfalls zu weiterführenden mikrobiologischen Untersuchungen. Zur Kontrolle der „Futtermittelvergabe“ bedarf es der Überprüfung der „Futtermittelvorlage“ und der „Fütterungsgruppeneinteilung“.

Werden die in dem in der vorliegenden Arbeit erstellten Flussdiagramm festgelegten Kontrolluntersuchungen regelmäßig durchgeführt, können zuvor definierte Qualitätsstandards gesichert werden. Durch die Implementierung der Kontrollpunkte und Indikatoren in das VHC-System können im Kontrollbereich „Stoffwechselgesundheit“ in Milcherzeugerbetrieben Qualitätsmängel zuverlässig ermittelt und abgestellt werden. Außerdem ist eine Anpassung an verschiedene Betriebsstrukturen möglich.

## 6. Summary

The aim of the paper on hand was to develop a quality assurance system (QAS) for the field of control 'metabolic health' in dairy farms and to implement such quality assurance system into the structure of the veterinary herd controlling system (VHC system, MANSFELD, 2002b) as part of the integrated veterinary herd supervision. In the VHC system, control items are directly influenceable management determinations and the measures resulting therefrom. Indicators are measuring or calculating quantities that have to range within limits set previously.

On the basis of extensive investigations into literature, control items and the pertinent indicators were ascertained. For this purpose, the Internet with the search engines Google, Web, and Lykos, the pages "Portal rind", "vetion.de" and "cattle.de" aimed especially at farmers and veterinarians, as well as the special search engines for literature: WebSPIRS, WinSPIRS, Google Scholar, PubMed, and Ingenta. Furthermore the Internet pages of the various scientific journals and of several libraries (Bavarian State Library, Libraries of Ludwig-Maximilian University of Munich, Veterinary University of Hannover, Gießen University, Free University of Berlin, University of Vienna, Kiel University, Humboldt University of Berlin, Pennsylvania State University, University of Wisconsin) were searched. Bibliographies of diverse specialist articles and quotable reports of congresses were further sources.

The specialist articles were collected and dealt with regarding their statements and represented critically. In a discussion, possible control items with the pertinent indicators were scrutinized with respect to an implementation in the VHC system, and the weighting within the system was laid down. Finally control items and indicators were classified in a dynamic flow chart.

In order to make a status quo determination in a dairy farm, the control item 'state of health' with the indicators "incidences of disease" and "Transit Cow Index", the evaluation of the "milk yield data" representing the indicators of the control items 'energy supply' and 'structure supply', and the "body condition score" (BCS) of the control item 'energy supply' were taken into account. The control item 'diet formulation' is included in a status quo determination.

The status quo determination is the basis of QAS. Here the up-to-date state of metabolic health of a herd is ascertained; on the basis of this state a further strategic

procedure concerning the factors feeding, keeping, and management can be concluded.

The checking of the **factor 'feeding'** consists first of all of a differentiated assessment "energy supply, structural supply, and mineral supply". Overlappings of the different fields are possible.

This assessment is made by checking "milk yield and milk components, "activity of rumination", "urine pH value", "consistency of manure", and of "BCS". If an ascertainment of deficient supply is not possible by means of these control items and indicators, "blood profiles", "ruminal fluid", "urine net acid – base excretion", and "urine calcium determination" are additionally taken into consideration. A further step is "liver biopsy". If no concrete results are achieved, an extensive check of the stock is initiated.

After ascertainment of the deficient supply its causes are further investigated. This is achieved by means of control item 'food intake' with an "estimation of food intake", and the control item 'diet formulation' in which the calculation of an optimum supply is to be checked. In case of deviations concerning food intake the factors 'keeping' and 'management' are checked.

The **factor 'keeping'** is subdivided into the control items "feeding area", "division into separate feed groups", and "provision of water". The "feeding area" is checked by assessment of the "feed table", of "shaping of the feeding ground", and of the "relation of animal to feeding ground". For this purpose state and dimensions are checked and the number of animals is inspected.

The "division into separate feed groups" is checked on the basis of "housing animals". The "provision of water" is assessed on the basis of "state of water trough", "access to water trough", and "relation of animal to water trough". Deviations of the tested indicators from a given desired value lead to considerations as to optimize the present conditions accordingly and to make architectural alterations concerning the building construction if necessary.

The checking of the **factor 'management'** comprises the control items "feed stuff processing" and "ration". The checking of "feed stuff processing" includes "accuracy of mixing" and "production control". Here deviations lead to checking the mixing trailer

and, if necessary, to further microbiological investigations. If “ration” is to be checked it is necessary to examine “serving of feed” and “division into feed groups”.

If the defined checks set out in the flow chart of the paper on hand are carried out regularly, quality standards defined previously can be assured. By implementing the control items and indicators in the VHC system, deficiencies in quality in the field of control “metabolic health” in dairy farms can reliably be ascertained and eliminated. Furthermore an adaptation to various business structures is possible.

## 7. Literaturverzeichnis

- ADAMS, R.S.; STOUT, W.L.; KRADEL, D.C.; GUSS, S.B.; MOSER, B.L.; JUNG, G.A. (1978)  
Use and limitations of profiles in assessing health or nutritional status of dairy herds.  
*J. Dairy Sci.* **61**: 1671-1679
- ADAMS, R.; ISHLER, V.; MOORE, D. (1996)  
Trouble-shooting milk fever and downer cow problems.  
[www.das.psu.edu/dcn/catnut/PDF/Milkfever.pdf](http://www.das.psu.edu/dcn/catnut/PDF/Milkfever.pdf)
- AGROSCOPE (2005)  
Abmessungen an Aufstallungssystemen. Entscheidungsgrundlage für Neu- und Umbauten.  
*Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik.*  
<http://www.fat.ch/>
- ALI-ALI, A.; FISCHER, R.M. (2002)  
Implantation of HACCP to bulk condensed milk production line.  
*Food Rev. Int. May-August 2002*, **18**: 177-190
- ALLEN, M.S. (1997)  
Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber.  
*J. Dairy Sci.* **80**: 1447-1462
- ANDERSSON, L. (1984)  
Concentration of blood and milk ketone bodies, blood isopropanol and plasma glucose in dairy cows in relation to the degree of hyperketonaemia and clinical signs.  
*Zbl. Vet. Med. A* **31**: 683-693
- ANDERSSON, L. (1988)  
Subclinical ketosis in dairy cows.  
*Vet. Clin. of North Am.: Food Anim. Pract.* **4**: 233-251
- ANDERSSON, L.; LUNDSTRÖM, K. (1984)  
Effect of energy balance on plasma glucose and ketone bodies in blood and milk and influence of hyperketonaemia on milk production of postparturient dairy cows.  
*Zbl. Vet. Med. A* **31**: 539-547
- ANDERSSON, L.; EMANUELSON, U. (1985)  
An epidemiological study of hyperketonaemia in Swedish dairy cows; determinants and relation to fertility.  
*Prev. Vet. Med.* **3**: 449-462
- ANDREWS, A.H.; LAVEN, R.; MAISEY, I. (1991)  
Treatment and control of an outbreak of fat cow syndrome in a large dairy herd.  
*Vet. Rec.* **129**: 216-219
- ASPERGER, H. (1992)  
Zur Anwendung des HACCP-Systems zur Absicherung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit und der Qualität von Lebensmitteln.  
*DMZ, Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft 1992*; **113** (45): 1428-1431
- BACKHAUS, T. (2001)  
Leitfaden zur Gläsernen Produktion.  
[www.mv-regierung.de/lm/doku/1\\_56.pdf](http://www.mv-regierung.de/lm/doku/1_56.pdf)
- BAILEY, C.B. (1961)  
Saliva secretion and its relation to feeding cattle. 3. The rate of secretion of mixed saliva in the cow during eating, with an estimate of the magnitude of the total daily secretion of mixed saliva.  
*Br. J. Nutr.* **15**: 443-451

- BAILEY, C.B.; BALCH, C.C. (1961a)  
The digestion of hay administered to cows through rumen fistulas.  
*Br. J. Nutr.* **15**: 183-188
- BAILEY, C.B.; BALCH, C.C. (1961b)  
Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 1. The composition and rate of secretion of parotid saliva in a small steer.  
*Br. J. Nutr.* **15**: 371-382
- BALCH, C.C. (1952)  
Factors affecting the utilization of food by dairy cows.  
*Br. J. Nutr.* **6**: 366-375
- BALCH, C.C. (1958)  
Observations on the act of eating in cattle.  
*Br. J. Nutr.* **12**: 330-345
- BALDWIN, B.R.; FORSBERG, N.E.; HU, C.Y. (1985)  
Potential for altering energy partition in the lactating cow.  
*J. Dairy Sci.* **68**: 3394
- BAUER, R. (1990)  
Ermittlung geeigneter Parameter für eine rechnergestützte Früherkennung von Eutererkrankungen und Stoffwechselstörungen bei Milchkühen.  
*Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 112*
- BAUER (2004)  
Zit. nach  
WINKELMANN, J. (2006)  
Sicherung Hygienischer Standards in Maissilagen.  
*Nutzierpraxis aktuell*
- BAUMAN, D.E.; DAVIS, C.L.; BUCHOLTZ, H.F. (1971)  
Propionate production in the rumen of cows fed either a control of high-grain, low-fiber diet.  
*J. Dairy Sci.* **54**: 1282-1287
- BAUMGARTNER, W. (1977)  
Zur Aussagekraft klinisch-chemischer Laborbefunde in der Krankheitsdiagnostik beim Rind.  
Wien, Univ. Veterinärmed. Fak.,Habil.-Schr.
- BAUMGARTNER, W. (1979)  
Ein Beitrag zur Frühdiagnose von Stoffwechselerkrankungen bei Hochleistungskühen.  
*Dtsch. tierärztl. Wschr.* **86**: 333-376
- BAUMGARTNER, W.; SCHLERKA, G. (1983)  
Labordiagnostik in der Klautierpraxis. 2. Enzyme und Stoffwechselprodukte im Blut.  
*Tierärztl. Umsch.* **38**: 361-363
- BEAUCHEMIN, K.A. (1991)  
Ingestion and mastication of feed by dairy cattle.  
*Vet. Clin. of North Am.: Food Anim. Pract.***7**: 439-463
- BEAUCHEMIN, K.A.; FARR, B.I.; RODE, L.M.; SCHAALJE, G.B. (1994)  
Effects of alfalfa silage chop length and supplementary long hay on chewing and milk production of dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **77**: 1326-1339
- BEEDE, D.K.; RISCO, C.A.; DONOVAN, G.A.; WANG, C.; ARCHBALD, L.F.; SANCHEZ, W.K. (1992)  
Nutritional management of the late pregnant dry cow with particular reference to dietary cation-anion difference and calcium supplementation.  
*Proc. 24 th Ann. Convention Am. Assoc. Bovine Pract.* **51**

- BEENING, S. (1998)  
Untersuchungen zu den Effekten einer Veränderung des Kationen-Anionen-Verhältnisses (DCAB) in Wiederkäuerrationen auf Parameter des Säuren-Basen-Status und auf die Mineralstoffbilanz.  
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- BEITZ, W.; KÜTTNER, K.-H. (1995)  
Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau.  
18.Auflage; Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg, New York.
- BELYEA, R.L.; COPPOCK, C.E.; MERRILL, W.G.; SLACK, S.T. (1975)  
Effects of silage based diets on feed intake, milk production and body weight of dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **58**: 1328-1335
- BENDER, S. (2003)  
Die Gebärparese der Milchkuh.  
*Großtierpraxis* **4**: 5-14
- BENDER, S.; GELFERT, C. (2001)  
Kuhharn hat's in sich.  
*DLZ-Agrarmagazin* **8**: 88-90
- BENDER, S.; STAUFENBIEL, R. (2003)  
Methodische Einflüsse auf ausgewählte Parameter des Säure - Basen - Haushaltes in Harnproben von Milchkühen.  
*Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* **116**: 432-435
- BENDER, S.; GELFERT, C.; STAUFENBIEL, R. (2001)  
Einflüsse bestimmter Futterkomponenten in Milchkührationen auf diagnostische Parameter in Harnproben. I. Säure-Basen-Haushalt.  
*Tierärztl. Umsch.* **56**: 639-644
- BERGER, A. (1995)  
Untersuchungen über die Brauchbarkeit eines Schnelltestes zur semiquantitativen Bestimmung von Beta-Hydroxybuttersäure in Kuhmilch.  
München, Ludwig-Maximilians-Univ., Veterinärmed. Fak. Diss.
- BERGLUND, B.; DANELL, B. (1987)  
Live weight changes, feed consumption, milk yield and energy balance in dairy cattle during the first period of lactation.  
*Acta Agric. Scand.* **37**: 395-506
- BERGMAN, E.N. (1971)  
Hyperketonemia - Ketogenesis and ketone body metabolism.  
*J. Dairy Sci.* **54**: 936-948
- BERTRICS, S.J.; GRUMMER, R.R.; CADORNIGA-VALINO, C.; STODDARD, E.E. (1992)  
Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation.  
*J. Dairy Sci.* **75**: 1914-1922
- BEUTLHAUSER, B. (1982)  
Harnstoffkonzentrationen in Milch und Körperflüssigkeiten bei Hochleistungskühen.  
München, Ludwig-Maximilians-Univ., Veterinärmed. Fak. Diss.
- BGH (1991)  
Entscheidungen  
*NJW* **91**: 1223
- BGH (1992)  
Entscheidungen  
*NJW* **92**: 1039

- BICKHARDT, K. (1992)  
Kompendium der allgemeinen inneren Medizin und Pathophysiologie für Tierärzte.  
*Pareys Studentexte* **69**, Verlag Paul Parey: Berlin und Hamburg
- BINES, J.A.; HART, I.C. (1982)  
Metabolic limits to milk production, especially roles of growth hormone and insulin.  
*J. Dairy Sci.* **65**: 1375-1392
- BLAHA, T. (2001)  
"Pre-harvest Food Safety" und Qualitätssicherungssysteme von der landwirtschaftlichen Primärproduktion bis zur Ladentheke.  
*Tierärztl. Umsch.* **56**: 283-288
- BLAHA, T. (2003)  
Qualitätsmanagement in der Primärproduktion für Lebensmittel tierischen Ursprungs.  
*Dtsch. Tierärztebl.* **10**: 1018-1020
- BLAHA, T.; WENDERDEL, C. (2004)  
Die Identitätskrise der Nutztierpraxis.  
*Dtsch. Tierärztebl.* **1**: 19-24
- BLOCK, E. (1984)  
Manipulating dairy anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever.  
*J. Dairy Sci.* **67**: 2939
- BLUM, J.W.; FISCHER, J.A. (1974)  
Ätiologie, Pathophysiologie und Prophylaxe der hypocalcaemischen Gebärpause des Rindes - eine Übersicht.  
*Schweiz. Arch. Tierheilk.* **116**: 603-628
- BOEHNCKE, E.; KRUTZINNA, C; MERGARDT, G. (1987)  
Die Calcium- und Phosphorkonzentration im Kotwasser als möglicher Parameter für Calcium- und Phosphorversorgungslage bei Milchkühen und Mastbullen.  
*Dtsch. tierärztl. Wschr.* **95**: 4-7
- BOISCLAIR, Y.D.; GRIEVE, G.; STONE, J.B.; ALLEN, O.B.; MACLEOD, G.K. ( 1986)  
Effect of prepartum energy, body condition and sodium bicarbonate on production of cows in early lactation.  
*J. Dairy Sci.* **69**: 2636-2647
- BOISCLAIR, Y.D.; GRIEVE, G.; ALLEN, O.B.; CURTIS, R.A. (1987)  
Effect of prepartum energy, body condition and sodium bicarbonate on health and blood metabolites of Holstein cows in early lactation.  
*J. Dairy Sci.* **70**: 2280-2290
- BORELL von, E. (2002)  
Haltungsansprüche von Rindern und Pferden.  
*Arch. Tierz. Dummerstorf* **45** (Sonderheft): 80-94
- BORGWARD, J. (1994):  
*In: MASING, W. (Hrsg.): Handbuch Qualitätsmanagement.*  
3. Aufl., Verlag Carl Hanser: München Wien
- BORSBERRY, S.; DOBSON, H. (1989)  
Periparturient diseases and their effects on reproductive performance in five dairy herds.  
*Vet. Rec.* **124**: 217-219
- BOSCH, R. (1991)  
Kraftfahrtechnisches Taschenbuch.  
21. Aufl.; VDI-Verlag GmbH: Düsseldorf

- BOTTS, R.L.; HENKEN, R.W.; BULL, L.S. (1979)  
Protein reserves in the lactating dairy cow.  
*J. Dairy Sci.* **62**: 433-446
- BOWDEN, D.M. (1971)  
Non esterified fatty acids and ketone bodies in blood as indicators of nutritional status in ruminants: a review.  
*Can. J. Anim. Sci.* **51**: 1-13
- BRADE, W. (2001)  
Tiergerechte Milchrinderhaltung - Definition, Anforderungen und Kriterien.  
*Prakt. Tierarzt* **82** (8): 588-594
- BRADE, W.; FLACHOWSKY, G. (2005)  
Rinderzucht und Milcherzeugung. Empfehlungen für die Praxis.  
*Landbauforschung Völkenrode: Sonderheft* **289**  
(ed. FAL Agricultural Research)
- BRAITHWAITE, G. D. (1976)  
Calcium and phosphorus metabolism in ruminants with special reference to parturient paresis.  
*J. Dairy Res.* **43**: 501-520
- BRANDES, C. (1999)  
Kuhkomfort ist Voraussetzung für hohe Leistungen.  
*In: Fütterung der 10.000-Liter-Kuh*  
*DLG* **196**: 127-146
- BRANDT, M.; SCHULD, A.; VEARASLIP, T. (1986):  
Körnergetreide und Lischkolbenschrotsilage in der Milchviehfütterung.  
*Schriftenreihe der Agrar Fakultät der Universität Kiel* **45**: 90-94
- BRODERICK, CLAYTON, (1992)  
A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen.  
*J. Dairy Sci.* **80**: 2964-2971
- BROWN, C.A.; CHANDLER, P.T.; HOLTER, J.B. (1977)  
Development of predictive equations for milk yield and dry matter intake in lactating cows.  
*J. Dairy Sci.* **60**: 1739-1754
- BUHMANN, M.; GRÜNDER, H.-D. (1985)  
Der Wert von Harn- und Blutuntersuchungen für die Beurteilung der Kalziumversorgung von Milchkühen.  
*Dtsch. tierärztl. Wschr.* **92**: 259-262
- BURGSTALLER, G.; SCHULLER, C.; ZYWCZOK, H. (1983)  
Zum Einsatz von geschütztem Sojaprotein und von N-Hydroxymethyl-DI-Methionen-Calcium in der Fütterung von hochleistenden Milchkühen.  
2. Mitteilung: Harnstoff in Milch und Blut, Blutglukose und Bilirubingehalt sowie Leberenzymaktivität (GLDH, GT).  
*Züchtungskunde* **55**: 289-298
- BURT, A. W. (1958)  
The effect of variation in nutrient intake upon the yield and composition of milk.  
III. A note on experimental methods.  
*J. Dairy Res.* **25**: 1-8
- BUSCH, W.; METHLING, W.; AMSELGRUBER, W.M. (2004)  
Tiergesundheits- und Tierkrankheitslehre  
Parey-Verlag

- BUTLER, W.R.; CALMAN, J.J.; BEAM, S.W. (1996)  
Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle.  
*J. Anim. Sci.* **74**: 858-865
- BYERS, D.I. (1993)  
What is DCAB and what is the potential for use in dry and lactating rations?  
*Bovine Pract.* **27**: 154-158
- CARLSSON, J.; PEHRSON, B. (1994)  
The influence of the dietary balance between energy and protein on milk urea concentration.  
Experimental trials assessed by two different protein evaluation systems.  
*Acta Vet. Scand.* **35**: 193-205
- CARLSSON, J.; BERGSTRÖM, J. (1994)  
The diurnal variation of urea in cow's milk and how milk fat content, storage and preservation affects analysis by a flow injection technique.  
*Acta Vet. Scand.* **35**: 67-77
- CARTER, R.R.; GROVUM, W.L. (1988)  
Effect of feeding frequency on total (sham - feeding) and unilateral parotid (normal - feeding) saliva production in sheep.  
*Proceed. Nutr. Soc.* **47**: 156A
- CASSIDA, K.A.; STOKES, M.R. (1986)  
Eating and resting salivation in early lactation dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **69**: 1282-1292
- CASTLE, M.E.; RETTER, W.C.; WATSON, J.N. (1979)  
Silage and milk production: comparisons between grass silage of three different chop lengths.  
*Grass and Forage Sci.* **34**: 293-301
- CEBRA, C.K.; GARRY, F.B.; GETZY, D.M.; FETTMANN, M.J. (1997)  
Hepatic lipidosis in anorectic, lactating Holstein Cattle: A retrospective study of serumbiochemical abnormalities.  
*J. Vet. Int. Med.* **11**: 231-237
- CLAPPERTON, J.L.; KELLY, M.E.; BANKY, J.M.; ROOK, J.A.F. (1980)  
The production of milk rich in protein and low in fat, the fat having a high polyunsaturated fatty acid content.  
*J. Sci. Food Agric.* **31**: 1295-1302
- CLARK, P.W.; ARMENTANO, L.E. (1997)  
Influence of particle size on the effectiveness of beet pulp fiber.  
*J. Dairy Sci.* **80**: 898-904
- CODEX ALIMENTARIUS (2004)  
Codex Alimentarius.  
<http://www.codexalimentarius.net>; [Codex@fao.org](mailto:Codex@fao.org).
- COE, M. (1993)  
A review of methods used in the prevention of milk fever in dairy cows.  
*Bovine Pract.* **27**: 177-182
- COENEN, M. (1979)  
Zum Einfluss der Nährstoffversorgung ante und post partum auf Milchmenge und Milchezusammensetzung sowie spezifische Blutwerte bei Kühen mittlerer und hoher Leistung.  
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- CONRAD, H.R.; PRATT, A.D.; HIBBS, J.W. (1964)  
Regulation of feed intake in dairy cows.  
1. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility.  
*J. Dairy Sci.* **47**: 54-62

- COOK, N. B.; NORDLUND, K.; OETZEL; G. R. (2004)  
Environmental influences on claw horn lesions associated with laminitis and subacute ruminal acidosis in Dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **87** (E. Suppl.): E36-E46
- COPPOCK, C.E.; NOLLER, C.H.; WOLFE, S.A. (1974)  
Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on energy intake in relation to requirements by dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **57**: 1371-1380
- CRISH, E.M.; WOHLT, J.E.; EVANS, J.L. (1986)  
Insoluble nitrogen for milk production in Holstein cows via increases in voluntary feed intake and nitrogen utilization.  
*J. Dairy Sci.* **69**: 1576-1588
- CROXTON, D.; STOLLARD, R.D. (1976)  
Use of body condition scoring as a management aid in dairy and beef herds.  
*Anim. Prod.* **4**: 146-147
- DADO, R. G.; ALLEN, M. S. (1995)  
Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk.  
*J. Dairy Sci.* **78**: 118-133
- De BOER, G.; TRENKLE, A.; YOUNG, J.W. (1985)  
Glucagon, Insulin, Growth Hormone, and some blood metabolites during energy restriction ketonemia of lactating cows.  
*J. Dairy Sci.* **68**: 326-337
- De BOEVER, J.L.; De SMET, A.; De BRABANDER, D.L.; BOUCQUE, C.V. (1993)  
Evaluation of physical structure.  
1. Grass silage.  
*J. Dairy Sci.* **76**: 140-153
- De BRABANDER, D.; De BOEVER, J. L.; VANACKER, J. M.; BOUCQUÉ, C. V.; BOTTERMAN, S.M. (1999)  
Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition.  
*In*: GARNSWORTHY, P.C., WISEMAN, J.: Recent Advances in Animal nutrition.  
Nottingham University Press: 111-147
- De BRABANDER, D.; VANACKER, J. M.; De BOEVER, J. L.; GEERTS, N.E. (2002)  
Evaluations and effects of physical structure in dairy cattle nutrition.  
*In* KASKE, M.; SCHOLZ, H.; HÖLTERSINKEN, M.: Recent Developments and perspectives in bovine medicine.  
Keynote Lecture Hanover, XXII World Buiatric Congress, Hannover
- De KRUIF, A.; MANSFELD, R.; HOEDEMAKER, M. (1998)  
Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind.  
1. Auflage, Enke Verlag: Stuttgart
- De PETERS, E. J.; SMITH, N. E. (1986)  
Forage quality and concentrate for cows in early lactation.  
*J. Dairy Sci.* **69**: 135-141
- De PETERS, E.J.; CANT, J.P. (1992)  
Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A review.  
*J. Dairy Sci.* **75**: 2043-2070
- De VRIES, M.J.; VEERKAMP, R.F. (2000)  
Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility.  
*J. Dairy Sci.* **83**: 62-69

- De VRIES, T. J.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. (2005)  
Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows  
*J. Dairy Sci.* **88**: 625–631
- De VRIES, M.J.; VON KEYSERLINGK, M.A.G. (2006)  
Feed stalls affect the social and feeding behaviour of lactation dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **89**: 3522-3531
- De VRIES, T.J.; VON KEYSERLINGK, M.A.G.; BEAUCHEMIN, K. A. (2003a)  
Short communication: Diurnal feeding pattern of lactating dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **86**: 4079–4082
- De VRIES, M.J.; KEYSERLINGK, M.A.G.; WEARY, D.M.; BEAUCHEMIN, K.A. (2003b)  
Measuring the feeding behaviour of lactating Dairy cows in early to peak lactation.  
*J. Dairy Sci.* **86**: 3354-3361
- De VRIES, M.J.; KEYSERLINGK, M.A.G.; WEARY, D.M.; BEAUCHEMIN, K.A. (2003c)  
Technical Note: Validation of a system for monitoring feeding behaviour of dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **86**: 3571-3574
- De VRIES, M.J.; VON KEYSERLINGK, M.A.G.; WEARY, D.M. (2004)  
Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behaviour of free-stall housed lactating dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **87**: 1432–1438
- De VRIES, J.; VON KEYSERLINGK, M.A.G.; BEAUCHEMIN, K. A. (2005)  
Frequency of feed delivery affects the behaviour of lactating dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **88**: 3553–3562
- DEHARENG, D.; NDIBUALONJI, B.B.; GODEAU, J.-M. (1996)  
Continuous profiles of ruminal ammonia and plasma urea in dry Friesian cows on hay-based rations.  
*J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **75**: 57-72.
- DEHNING, R. (1981):  
Untersuchungen in Grünlandbetrieben über Beziehungen zwischen der Fütterung und Gesundheits- und Fruchtbarkeitsstörungen bei Milchrindern unter Berücksichtigung von Blutserumuntersuchungen.  
Hannover: Tierärztl. Hochsch., Diss.
- DEHNING, R. (1989)  
Milchkontrollergebnisse nutzen und richtig anwenden.  
*Rinderproduktion* **12**: 33-35
- DELUYKER, H.; GAY, J.; WEAVER, L.; AZARI, A. (1991)  
Change of milk yield with clinical diseases for a high producing dairy herd.  
*J. Dairy Sci.* **74**: 436-445
- DERNEDDE, W.; H. HONIG (1977):  
Auswirkungen der Häcksellänge auf das Silomaisverfahren.  
*Landbauforschung Völkenrode* **27** (1): 60-66
- DESWYSEN, A.G.; BRUYER, D.C.; VANBELLE, M. (1984)  
Circadian rumination quality and voluntary silage intake in sheep and cattle.  
*Can. J. Anim. Sci.* **64** (Suppl.): 341-342
- DETILLEUX, J.; GRÖHN, Y. (1994)  
Effects of clinical ketosis on test day milk yields in Finnish Ayrshire cattle.  
*J. Dairy Sci.* **77**: 3316-3323
- DEVIR, S.; ZUR, B.; MALTZ, E.; GENIZI, A.; ANTLER, A. (1995)  
A model for the prediction of dairy cow body weight based on a physiological timescale.  
*J. Agric. Sci.* **125**: 415-424

- DIEKMANN, L. (1986)  
Variation des Acetons in der Milch und seine Brauchbarkeit als Indikator für die Energiebilanz bei Milchkühen.  
Kiel, Univ. Kiel, Agrarwissenschaft. Fak., Diss.
- DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) (2000a)  
DIN EN ISO 9000:2000 Qualitätsmanagementsysteme–Grundlagen und Begriffe.  
3. Fassung, Beuth Verlag: Berlin
- DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) (2000b)  
DIN EN ISO 9001:2000 Qualitätsmanagementsysteme–Anforderungen.  
3. Fassung, Beuth Verlag: Berlin
- DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) (2000c)  
DIN EN ISO 9004:2000 Qualitätsmanagementsysteme–Leitfaden zur Leistungsverbesserung.  
3. Fassung, Beuth Verlag: Berlin.
- DIN (2004)  
Deutsches Institut für Normung e. V.  
[www.DIN.de](http://www.DIN.de)
- DIRKSEN, G. (1994)  
Kontrolle von Stoffwechselfparametern bei Milchkühen anhand von Milchparametern.  
XVIII World Buiatric Congress; Bologna, 29.8.-02.09.1994: 35-45
- DIRKSEN, G.; BREITNER, W. (1993)  
A new quick-test for semiquantitative determination of beta-hydroxybutyric acid in bovine milk.  
*J. Vet. Med. A* **40**: 779-784
- DIRKSEN, G.; LIEBICH, H.-G.; MAYER, E. (1986)  
Schleimhautveränderungen im Pansen.  
*Tierzüchter* **38**: 477-479
- DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.-D.; STÖBER, M. (2002)  
Innere Medizin und Chirurgie des Rindes.  
4. Auflage; Parey Verlag im Blackwell Verlag GmbH: Berlin, Wien
- DLG–Arbeitskreis Futter und Fütterung (1986)  
Grundfutteraufnahme und Grundfuttermverdrängung bei Milchkühen.  
*DLG–Information* 1986, Nr. **2**
- DLG–Arbeitskreis Futter und Fütterung (1998a)  
Die bedarfsgerechte Proteinversorgung der Milchkuh.  
*DLG–Information* 1998, Nr. **1**
- DLG–Arbeitskreis Futter und Fütterung (1998b)  
Futter- und Fütterungshygiene im landwirtschaftlichen Betrieb.  
*DLG–Information* 1998, Nr. **2**
- DLG–Arbeitskreis Futter und Fütterung (2001)  
Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh.  
*DLG–Information* 2001, Nr. **2**
- DLG–Arbeitskreis Futter und Fütterung (2004)  
Grobfutterbewertung. Teil A: DLG - Schlüssel zur Bewertung von Grünfutter, Silage und Heu mit Hilfe der Sinnenprüfung.  
*DLG–Information* 2004, Nr. **1**
- DLG–Arbeitskreis Futter und Fütterung (2006)  
Grobfutterbewertung. Teil B: DLG - Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchung.  
*DLG–Information* 2006, Nr. **2**

- DOMECQ, J.; SKIDMORE, A.; LLOYD, W.; KANEENE, J. (1995)  
Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **78**: 2308-2313
- DOMECQ, J.; SKIDMORE, A.; LLOYD, W.; KANEENE, J. (1997a)  
Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding holstein cows.  
*J. Dairy Sci.* **80**: 101-112
- DRACKLEY, J.K. (1999)  
Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier?  
*J. Dairy Sci.* **82**: 2259-2273
- DRACKLEY, J.K.; VEENHUIZEN, J.J.; RICHARD, M.J.; YOUNG, J.W. (1991)  
Metabolic changes in blood and liver of dairy cows during either feed restriction or administration of 1,3-Butenediol.  
*J. Dairy Sci.* **74**: 4254-4264
- DRACKLEY, J.K.; RICHARD, M.J.; BEITZ, D.C.; YOUNG, J.W. (1992)  
Metabolic changes in dairy cows with ketonemia in response to feed restriction and dietary 1,3-Butenediol.  
*J. Dairy Sci.* **75**: 1622-1634
- DUDA, J.; SPANN, B. (1991)  
Harnstoffuntersuchung: Fütterungsfehler erkennen.  
*Tierzüchter* **43** (7): 286-288
- DUFFIELD, T. (2000)  
Subclinical ketosis in lactating dairy cattle.  
*Vet. Clin. of North Am.: Food Anim. Pract.* **16** (2): 231-252
- DUFFIELD, T.; PLAIZIER, J.C.; FAIRFIELD, A.; BAGG, R.; VESSIE, G.; DICK, P.; WILSON, J.; ARAMINI, J.; McBRIDE, B. (2004)  
Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **87**: 59-66
- ECKART, K. (1980)  
Bestimmung des Harnstoffgehaltes in der Milch: Ein Beitrag zur Beurteilung der Protein- und Energieversorgung bei Kühen.  
München, Ludwig-Maximilians-Univ., Tierärztl. Fak., Diss.
- EDMONSON, A.; LEAN, I.; WEAVER, L.; FARVER, T.; WEBSTER, G. (1989)  
A body condition scoring chart for Holstein dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **72**: 68-78
- EICHER, R. (2004)  
*In*: Evaluation of the metabolic and nutritional situation in dairy herds: Diagnostic use of milk components.  
*23rd World Buiatrics Congress* 11-16 July, Quebec, Canada
- EICHER, R.; KOHLER, S.; BLUM, J. (2003)  
Milchinhaltsstoffe: Ein diagnostisches Hilfsmittel für die metabolische Betriebsüberwachung.  
<http://www.vetmed.unibe.ch/studvet/download/year23/stoffwechsel/MIS%20Synthese-F%FCtterung%20DX.pdf> (provisorische Fassung)
- EMERY, R.S. (1988)  
Milk fat depression and the influence of diet on milk composition.  
*Vet. Clin. of North Am.: Food Anim. Pract.* **4** (2) 289-305

- ENDRES, M.I.; De VRIES, T.J.; KEYSERLINGK, M.A.G.; WEARY, D.M. (2005)  
Short Communication: Effect of feed barrier design on the behaviour of loose-housed lactation dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **88**: 2377-2380
- ERBERSDOBLER, H.; ECKART, K.; ZUCKER, H. (1979)  
Harnstoffanalysen in der Milch unterschiedlich versorgter Kühe.  
*Landwirtschaftliche Forschung* **36**(Sonderheft): 98-103
- ERDMAN, R.A. (1988)  
Dietary buffering requirements of the lactating dairy cow: a review.  
*J. Dairy Sci.* **71**: 3246-3266
- EUSTERMANN, S. (2003)  
Einsatzmöglichkeiten der Mengenelementanalytik im Harn zur Überwachung einer anionenreichen Fütterung im Rahmen der prophylaktischen Bestandsbetreuung von Milchviehherden.  
Berlin: Freie Universität, Veterinärmed. Fak., Diss.
- EVANS, D.G. (1978)  
The interpretation and analysis of subjective body condition scores.  
*Anim. Prod.* **26**: 119-128
- FARMWEST (2006)  
Pictures: headlock and post-and-rail barrier.  
[www.farmwest.com](http://www.farmwest.com)
- FARRIES, E. (1971)  
Kritische Überlegungen zu Retention und Mobilisierung im graviden und laktierenden Organismus.  
*Dtsch. tierärztl. Wschr.* **78**: 470-473
- FARRIES, E. (1982)  
Milchfettgehalt und Fettsäuremuster bei Kühen in Abhängigkeit von Gewichtsentwicklung post partum.  
*Züchtungskunde* **54**: 25-33
- FARRIES, E. (1983a)  
Die Milchzusammensetzung als Hinweis auf Stoffwechselbelastungen und Fortpflanzungsstörungen.  
*Welt der Milch* **37**: 1207-1213
- FARRIES, E. (1983b)  
Stoffwechselstörungen und ihr Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch.  
*Züchtungskunde* **55**: 265-274
- FARRIES, E. (1987)  
Fütterung und Stoffwechselabläufe beim Rind.  
Teil 1: Problematik, Energieversorgung.  
*Tierzüchter* **39**: 15-17
- FARRIES, E.; DJAMÄI, P. (1971)  
Die Gewichtsentwicklung als Maß für die Retention und Mobilisierung im graviden und laktierenden Organismus.  
*Züchtungskunde* **43**: 414-424
- FAULKNER, D.B.; PARRETT, D.F.; McKEITH, F.K.; BERGER, L.L. (1990)  
Prediction of fat cover and carcass composition from live and carcass measurements.  
*J. Anim. Sci.* **68**: 604-610
- FEDDERSEN, E. (1984)  
Fütterung durch Harnstoffuntersuchung der Milch überprüfen. Eine Möglichkeit zur Feststellung der Energie- und Eiweißversorgung der Milchkuh.  
*Tierzüchter* **36**: 71-72

- FERGUSON, J.; GALLIGAN, D.; THOMSEN, N. (1994)  
Principal descriptors of body condition score in Holstein cows.  
*J. Dairy Sci.* **77**: 2695-2703
- FILAR, J. (1979)  
Über den Gehalt an  $\beta$  - Hydroxybutyrat, Acetacetat und Aceton im Blut von gesunden und an Ketose erkrankten Kühen.  
*Wien. tierärztl. Mschr.* **12**: 377-380
- FISCHER, B.; ENGELHARD, B. (1996)  
Was bringt die Konditionsbewertung?  
*Top Agrar* 1996, Nr. **5**: R 14-18
- FISCHER, B.; ANDERT, G. (2004)  
Harnmessung deckt Stoffwechselprobleme auf.  
*Top Agrar*, 2004, Nr. **10**: R 18 - R 20
- FLACHOWSKY, G.; LEBZIEN, P.; MEYER, U.; ANDERT, G. (2000)  
Zu Fütterung von Hochleistungskühen.  
*Züchtungskunde* **72** (6): 471-485
- FLACHOWSKY, G.; LEBZIEN, P.; MEYER, U.; ANDERT, G. (2004)  
Steigende Milchleistungen - Kann die Tierernährung Schritt halten?  
[www.portal-rind.de](http://www.portal-rind.de)
- FLACHSBART, L. (2001)  
Produkt- und Umwelthaftungsrecht.  
[www.helms-kollegen.de/sozeitaet/produkthaftung/produkthaftung-01.html](http://www.helms-kollegen.de/sozeitaet/produkthaftung/produkthaftung-01.html)
- FLEISCHER, P.; METZNER, M.; BEYERBACH, M.; HOEDEMAKER, M.; KLEE, W. (2001)  
The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **84**: 2025-2035
- FLUX, D.S.; PATCHELL, M.R. (1954)  
The effect of undernutrition after calving on the quantity and composition of the milk produced by dairy cattle.  
*J. Agric. Sci.* **45**: 246-253
- FREER, M.; CAMPLING, R.C. (1965)  
Factors affecting the voluntary intake of food by cows.  
7. The behaviour and reticular motility of cows given diets of hay, dried grass, concentrates and ground, pelleted hay.  
*Br. J. Nutr.* **19**: 195 -207
- FREER, M.; CAMPLING, R.C.; BALCH, C.C. (1962)  
Factors affecting the voluntary intake of food by cows.  
4. The behaviour and reticular motility of cows receiving diets of hay, oat straw and oat straw with urea.  
*Br. J. Nutr.* **16**: 279-295
- FREHR, H.-U. (1994):  
Total-Quality-Management.  
*In*: MASING, W. (Hrsg.): Handbuch Qualitäts-Management.  
3. Aufl., Verlag Hanser: München, Wien: 25-33
- FRENCH, N.; KENNELLY, J. J. (1990)  
Effects of feeding frequency on ruminal parameters, plasma insulin, milk yield, and milk composition in Holstein cows.  
*J. Dairy Sci.* **73**:1857-1863

- FRERKING, H.; HECKING, J.; KAUP, F.-J.; ERNST, H. (1991)  
Which evidence permits a liver cell smear in cattle with metabolic disorders?  
*Tierärztl. Praxis* **19**: 624-629
- FRONK, T.; SCHULTZ, L.; HARDIE, A. (1980)  
Effect of dry period overconditioning on subsequent metabolic disorders and performance of dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **63**: 1080-1090
- FRÖMER, S. (2004)  
Untersuchungen zum Effekt verschiedener Anionenergänzungen auf die renale Elektrolytausscheidung und ihre diagnostische Aussagekraft hinsichtlich eines Einsatzes in der Gebärpareseprophylaxe bei Milchkühen.  
Berlin: Freie Universität Berlin, Klinik für Klautiere, Diss.
- FÜRLL, M. (1993)  
Diagnostik und Therapie chronischer Störungen des Säuren - Basen - Haushaltes (SBH) bei Rindern.  
*Prakt. Tierarzt* **75** (Colleg. Vet. XXIV): 49-54
- FÜRLL, M. (1997)  
Fit und gesund in die neue Laktation.  
*Milchrind* **6**: 48-51
- FÜRLL, M. (2003)  
Stoffwechselstörungen bei Hochleistungskühen - Ursachen und Möglichkeiten der Prävention.  
[www.vilomix.com](http://www.vilomix.com)
- FÜRLL, M.; GARLT, C.; LIPPMANN, R. (1981)  
Klinische Labordiagnostik.  
Leipzig (ed S. Hirzel)
- FÜRLL, M.; SCHÄFER, M.; AMIN, M.; KIRBACH, H. (1994)  
Säure-, Basen- und Mineralstoff-Haushalt bei gesunden Kühen im geburtsnahen Zeitraum.  
*Tierärztl. Umsch.* **49**: 107-115
- FÜRLL, M.; JÄKEL, L.; BAUERFELD, J.; GROPPPEL, B. (1996)  
Gebärpareseprophylaxe mit "Anionenrationen".  
*Prakt. Tierarzt* (Colleg. Vet. XXVI): 31-34
- GAAL, T. (1982)  
Changes in the whole body and liver lipid metabolism and possibilities of their influence in dairy cows.  
*Hung Vet J* **37**: 803
- GALLO, L.; CARNIER, P.; CASSANDRO, M.; MANTOVANI, R.; BAILONI, L.; CONTIERO, B.; BITTANTE, G. (1996)  
Change in body condition score of Holstein cows as affected by parity and mature equivalent milk yield.  
*J. Dairy Sci.* **79**:1009-15
- GARDNER, R.W. (1969)  
Interaction of energy levels offered to Holstein cows prepartum and postpartum. I. Production responses and blood composition changes.  
*J. Dairy Sci.* **52**: 1973-1984
- GARNSWORTHY, P.; TOPPS, J. (1982)  
The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets.  
*Anim. Prod.* **35**: 113-119

- GARNSWORTHY; P.C.; JONES, G.P. (1987)  
The influence of body condition at calving and dietary protein supply on voluntary food intake and performance in dairy cows.  
*Anim. Prod.* **44**: 347-352
- GARNSWORTHY; P.C.; HUGGETT, C.D. (1992)  
The influence of the fat concentration of the diet on the response by dairy cows to body condition at calving.  
*Anim. Prod.* **54**: 7-13
- GASTEINER, J. (2000)  
Ketose, die bedeutendste Stoffwechselerkrankung der Milchkuh.  
*27. Viehwirtschaftl. Fachtagung Gumpenstein; 6-8. Juni*: 11-18
- GATTINGER, G.; KRUIK, P. (1983)  
Labordiagnostik in der Klautierpraxis. Untersuchung von aussagefähigen Mineralstoffen.  
*Tierärztl. Umsch.* **38**: 434-438
- GAYNOR, P.J.; MUELLER, F.J.; MILLER, J.K.; RAMSEY, N.; GOFF, J.P.; HORST, R.L. (1989)  
Parturient hypocalcemia in Jersey cows fed alfalfa haylage - based on diets with different cation to anion rations.  
*J. Dairy Sci.* **72**: 2525-2531
- GEARHART, M.; CURTIS, C.; ERB, H.; SMITH, R.; SNIFFEN, C.; CHASE, L.; COOPER, M. (1990)  
Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins.  
*J. Dairy Sci.* **73**: 3132-3140
- GEISHAUSER, T. (1998)  
Vorbeugen und Früherkennung von Labmagenverlagerungen bei Milchkühen.  
*Tierärztl. Umsch.* **53**: 601-606
- GEISHAUSER, T.; LESLIE, K.; KELTON, D.; DUFFIELD, T. (2000a)  
Lohnt regelmäßige Überwachung auf Ketose in Milchkuhherden?  
*Prakt. Tierarzt* **82** (10): 850-858
- GEISHAUSER, T.; LESLIE, K.; TENHAG, J.; BASHIRI, A. (2000b)  
Evaluation of eight cow-side ketone tests in milk for detection of subclinical ketosis in dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **83**: 296-299
- GELFERT, C.; STAUFENBIEL, R. (2002)  
Einsatz von Harnuntersuchungen in der Bestandsbetreuung von Milchviehherden.  
*Nutztierspiegel* **2**: 123-125
- GERLOFF, B.J.; HERDT, T.H. (1984)  
Hepatic lipidosis from dietary restriction in nonlactating cows.  
*J. Am. Vet. Med. Assoc.* **185**: 223-224
- GERLOFF, B.J.; HERDT, T.H.; EMERY, R.S. (1986)  
Relationship of hepatic lipidosis to health and performance in dairy cattle.  
*J. Am. Vet. Med. Assoc.* **188**: 845-850
- GfE (2001):  
Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder.  
DLG-Verlag: Frankfurt a. M
- GIESECKE, D. (1991)  
Metabolische Leistungsgrenzen bei Kühen.  
*Mh. Vet. Med.* **46**: 531-535

- GILLUND, P.; REKSEN, O.; GROHN, Y.T.; KARLBERG, K. (2001)  
Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **84**: 1390-1396
- GIRSCHEWSKI, H.; VOIGT, J.; PIATKOWSKI, B.; KARLBERG, K. (1977)  
Untersuchungen über Vorkommen, Erfassung und Behandlung der subklinischen Ketose bei Hochleistungskühen.  
*Mh. Vet. Med.* **6**: 201-203
- GOFF, J.P.; HORST, R.L. (1991)  
Plasma calcium levels achieved by various oral calcium salt preparations and the potential use in milk fever.  
*J. Dairy Sci.* **74** (Suppl. 1): 154
- GOFF, J.; HORST, R.L. (1997a)  
Physiology and management. Physiological Changes at parturition and their relationship to metabolic disorders.  
*J. Dairy Sci.* **80**: 1260-1268
- GOFF, J.P.; HORST, R.L. (1997b)  
Effects of the addition of potassium or sodium but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **80**: 176-186
- GOFF, J.; HORST, R.; MUELLER, F.J.; MILLER, J.K.; KIESS, G.A.; DOWLEN, H.H. (1991)  
Addition of chloride to prepartal diets high in cations increases 1,25-dihydroxyvitamin D response to hypocalcemia preventing milk fever.  
*J. Dairy Sci.* **74**: 3863-3871
- GORDON, F.J. (1977)  
The effect of three concentrate input levels on the performance of dairy cows calving during mid - winter.  
*Anim. Prod.* **25**: 373-379
- GÖT (Gesellschaft für Ökologische Tierhaltung e.V.) (2003)  
Verhalten, artgerechte Haltungssysteme und Stalleinrichtungen für Rind, Schwein und Huhn.  
<http://www.orgprints.org/8907/>
- GRANT, R.J.; COLENBRANDER, V.F.; MERTENS, D.R. (1990)  
Milk fat depression in dairy cows: Role of silage particle size.  
*J. Dairy Sci.* **73**: 1834-1842
- GRAVERT, H.O. (1980)  
Milchleistung und Trockenmasseaufnahme nach dem Kalben.  
*Tierzüchter* **32**: 289-290
- GRAVERT, H.O. (1991)  
Indikatoren zur Beurteilung der Energiebilanz der Milchkuh.  
*Mh. Vet. Med.* **46**: 536-537
- GRAVERT, H.O.; LANGNER, R.; DIEKMAN, L.; PABST, K.; SCHULTE-COERNE, H. (1986)  
Ketonkörper in der Milch als Indikatoren für die Energiebilanz der Milchkuhe.  
*Züchtungskunde* **58**: 309-318
- GRAVERT, H.O.; JENSEN, E.; HAFEZIAN, H.; SCHULTE-COERNE, H.; COLENBRANDER, V.F.; MERTENS, D.R. (1991)  
Umweltbedingte und genetische Einflüsse auf den Azetongehalt der Milch.  
*Züchtungskunde* **63**: 42-50
- GREGORY, N.G.; ROBINS, J.K.; THOMAS, D.G.; PURCHAS, R.W. (1998)  
Relationship between body condition score and body composition in dairy cows.  
*N.Z. J. agric. Res.* **41**: 527-532

- GRESHAM, J.D.; HOLLOWAY, J.W.; BUTTS, W.T.; Mc CURLEY ((1986)  
Prediction of mature cow carcass composition from live animal measurements.  
*J. Anim. Sci.* **63**: 1041-1049
- GRIEVE, D.; KORVER, S.; RIJPKEMA, Y.; HOF, G. (1986)  
Relationship between milk composition and some nutritional parameters in early lactation.  
*Livestock Prod. Sci.* **14**: 239-254
- GRIINARI, J.M.; BAUMAN, D.E. (2001)  
Production of low fat milk by diet induced milk fat depression.  
*Adv. Dairy Techn.* **13**: 197-212
- GRIINARI, J.M.; CORL, B.A.; LACY, S.H.; CHOUINARD, P.Y.; NURMELA, P.Y.; BAUMAN, D.E. (2000)  
Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating cows by  $\Delta^9$  - desaturase.  
*J. Nutr.* **130**: 2285-2291
- GRÖHN, Y.; ERB, H. (1989)  
Epidemiology of metabolic disorders in dairy cattle: Association among host characteristics, disease, and production.  
*J. Dairy Sci.* **72**: 1876-1885
- GRÖHN, Y.; LINDBERG, L.A.; BRUSS, M.L.; FARVER, T.B. (1982)  
Methodological aspects of the microscopy of bovine liver biopsies.  
*J Comp Path* **92**: 567-578
- GRÖHN, Y.; LINDBERG, L.A.; BRUSS, M.L.; FARVER, T.B. (1983)  
Fatty infiltration of liver in spontaneously ketotic dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **66**: 2320-2328
- GRÖHN, Y.; HEINONEN, K.; LINDBERG, L.A. (1987)  
Fat infiltration in the liver of Finnish Ayrshire cows during early lactation.  
*Acta Vet. Scand.* **28**: 143-149
- GRÖHN, Y.T.; ERB, H.N.; Mc CULLOCH, C.E.; SALONIEMI, H.S. (1989)  
Epidemiology of metabolic disorders in dairy cattle: Association among host characteristics, disease and production.  
*J. Dairy Sci.* **72**: 1876-1885
- GRUBER, L.; SCHWARZ, F.J.; ERDIN, D.; FISCHER, B.; SPIEKERS, H.; STEINGASS, H.; MEYER, U.; CHASSOT, A.; JILG, T.; OBERMAIER, A.; GUGGENBERGER, T. (2004)  
Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen.  
*31. Viehwirtschaftl. Fachtagung Gumpenstein ; Datum!*: 21-39
- GRUMMER, R.R. (1993)  
Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **76**: 3882-3896
- GRUMMER, R.R. (1995)  
Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition cow.  
*J. Anim. Sci.* **73**: 2820-283
- GRÜNDER, H.-D. (1979)  
Labordiagnostik in der Rinderpraxis.  
*Tierärztl. Praxis* **7**: 101-114
- GRÜNDER, H.-D. (1981)  
Welche klinisch-chemischen Untersuchungsbefunde geben Aufschluss über Gesundheitszustand und leistungsgerechte Ernährung von Milchkühen?  
*Tierzüchter* **33**: 242-244

- GRÜNDER, H.-D. (1991)  
Aussagefähigkeit von Blutuntersuchungsbefunden.  
*Prakt. Tierarzt* **72** (colleg. vet. XXII): 12-17
- GUSTAFSSON, A.; ANDERSON, L.; EMANUELSON, U. (1993a)  
Effect of hyperketonaemia, feeding frequency and intake of concentrate and energy on milk yield in dairy cows.  
*Anim. Prod.* **56**: 51-60
- GUSTAFSSON, A.; PALMQUIST, D. (1993b)  
Diurnal variations of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields.  
*J. Dairy Sci.* **76**: 475-484
- GUTH, N. (1995)  
Unterschiedlichen Häckselgutstruktur von Halmfutter: Einfluss auf Futteraufnahme, Leistung und Kauverhalten von Rindern, Silagequalität und Häckselleistungsbedarf sowie bildanalytische Vermessung der Futterstruktur.  
Gießen, Univ. Gießen, Tierärztl. Fak., Diss.
- GUTH, N.; H. GEORG; F.-J. BOCKISCH; G. LUDWIG; P. BOTKA (1993)  
Automatisierte bildanalytische Messungen.  
*Landtechnik* **48**: 435-438
- HADY, P.J.; DOMECCQ, J.J.; KANEENE, J.B. (1994)  
Frequency and precision of body condition scoring in dairy cattle.  
*J. Dairy Sci.* **77**: 1543-1547
- HAESKE-SEEBERG, H. (2001)  
Handbuch Qualitätsmanagement im Krankenhaus, Strategien-Analysen-Konzepte.  
Verlag W. Kohlhammer: Stuttgart
- HAFEZ, S.; JUNGE, W.; KALM, E. (1988)  
Rasseunterschiede in der Futteraufnahme.  
*Tierzüchter* **40**: 60-62
- HAGEMEISTER, H. (1981)  
Einflüsse von Fütterung und Milchleistung auf die Milchezusammensetzung.  
*BM der LWK Schleswig Holstein Kiel* **311**: 11-18
- HAGEMEISTER, H.; KAUFMANN, W. (1970)  
Der stimulierende Effekt organischer Säuren und Salze auf die Parotissekretion bei Wiederkäuern.  
*Z. Tierphysiol.* **26**: 258 – 264
- HAGERT, C. (1992)  
Kontinuierliche Kontrolle der Energie- und Eiweißversorgung der Milchkuh während der Hochlaktation anhand der Konzentration von Azeton, Harnstoff, Eiweiß und Fett in der Milch.  
München, Ludwig-Maximilians-Univ., Tierärztl. Fak., Diss.
- HAGMÜLLER, W. (2002)  
Untersuchungen an Braunviehrindern im oberösterreichischen Innviertel - Stoffwechselprofile der ersten 100 Laktationstage.  
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Tierärztl. Fak., Diss.
- HAHN, G.; HAMMER, G. (1993)  
Die Analyse kritischer Punkte (HACCP-Konzept) als Werkzeug der Sicherung von Qualität und gesundheitlicher Unbedenklichkeit.  
*DMZ, Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft* **114** (36): 1040-1048
- HAIGER, A.; STORHAS, R.; BARTUSSEK, H. (1988)  
Naturgemäße Viehwirtschaft.  
Verlag Eugen Ulmer: Stuttgart

- HANSEN, W.P.; OTTERBY, D.E.; LINN, J.G.; DONKER, J.D. (1991)  
Influence of forage type, ratio of forage to concentrate, and methionine hydroxy analog on performance of dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **74**: 1361-1369
- HARBECK, K.-D.; GRAVERT, H.O. (1981)  
Körpermaße als Indikator von Gewichtsveränderungen bei Milchkühen.  
*Kieler Milchwissensch. Forschungsber.* **33**: 197-203
- HARMAN, J.L.; GRÖHN, Y.T.; ERB, H.N.; CASELLA, G (1996)  
Event-time analysis of the effect of season of parturition, parity, and concurrent disease on parturition to conception interval in dairy cows.  
*Am. J. Vet. Res.* **57**: 640-645
- HARRIS, B. (1992)  
The importance of fiber in feeding dairy cattle.  
<http://edis.ifas.ufl.edu/DS064>
- HART, J.C.; BINES, J.A.; MORANT, S.V.; RIDLEY, J.L. (1978)  
Endocrine control of energy metabolism in the cow: comparison of the levels of hormones (prolaktin, growth hormone, insulin and thyroxin) and metabolites in the plasma of high and low yielding cattle at various stages of lactation.  
*J. Endocrinol.* **77**: 333-345
- HARTMANN, H.; MEYER, H. (1994)  
Klinische Pathologie der Haustiere.  
Gustav Fischer Verlag: Jena, Stuttgart
- HARTMANN, H.; BANDT, C. (1996)  
Die fraktionierte renale Elektrolytausscheidung -ein Verfahren zur verbesserten Diagnostik des Mengenelementstoffwechsels bei Wiederkäuern.  
12. Berlin-Brandenburger Rindertag; 18.-19.10.;Berlin
- HARTMANN, H.; BANDT, C. (2000)  
Pathophysiologische Mechanismen der Kalzium- und Magnesiumhomöostase sowie Bedeutung der renalen Exkretion für die Diagnostik von Elektrolytimbalancen beim Rind.  
*Tierärztl. Praxis* **28**: 190-198
- HEINRICHS, A.; ISHLER, V. (1989)  
Body condition scoring as a tool for dairy herd management.  
*Ext. Circ. 363 Penn State Univ., Coll. Agric. Coop. Ext., University Park*
- HENNIG, A. (1970)  
Mineralstoff- und Vitaminversorgung der Rinder in großen Anlagen.  
*Mh. Vet. Med.***25**: 740-744
- HERD, D. (2002)  
Verfahrenstechnische Konsequenzen bei der Umsetzung von HACCP in der Milchproduktion.  
Gießen, Justus-Liebig- Universität; Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement; Diplomarbeit
- HERDT, T.H. (1988a)  
Fuel homeostasis in the ruminant.  
*Vet. Clin. of North Am.: Food Anim. Pract.* **4**: 213-231
- HERDT, T.H. (1988b)  
Fatty liver in dairy cows.  
*Vet. Clin. North. Am.: Food Anim. Pract* **4**: 269-287
- HERDT, T.H.; GOEDERS, L.; LIESMAN, J.S.; EMERY, R.S. (1983)  
Test for estimation of bovine hepatic lipid content.  
*J. Am. Vet. Med. Assoc.* **182**: 953-955

- HEUER, C.; SCHUKKEN, Y.; DOBBELAAR, P. (1999)  
Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds.  
*J. Dairy Sci.* **82**: 295-304
- HEUER, C.; VAN STRAALLEN, W.; SCHUKKEN, Y.; DIRZWAGER, A.; NOORDHUIZEN, J. (2001)  
Prediction of energy balance in high yielding dairy cows with test-day information.  
*J. Dairy Sci.* **84**: 471-481
- HEUWIESER, W. (1991)  
Beurteilung der Körperkondition bei Milchkühen.  
*Milchpraxis* **29**: 130-132
- HEUWIESER, W.; MANSFELD, R. (1992)  
Tierärztliche Bestandsbetreuung. Kritische Beobachtungen aus den USA.  
*Milchpraxis* **30** (2): 66-70
- HEUWIESER, W.; BERGMANN, J. (1996)  
Body condition scoring - Kühe nach Noten füttern.  
*Top Agrar* 1996, Nr. 3: R 8-11
- HIGGINS, R.J.; ANDERSON, W.S. (1983)  
Fat cow syndrome in a British dairy herd.  
*Vet. Rec.* **113**: 461-463
- HOFFMANN, M. (2003)  
Erhaltung der Gesundheit bei hohen Leistungen.  
*Nutzierpraxis aktuell* **7**
- HOFFMANN, M. (2005)  
Die strukturwirksame Rohfaser als Rationskriterium für Wiederkäuer.  
Institut für Tierernährung der Rheinischen Friedrich - Wilhelms- Universität Bonn.  
Bonner Förderkreis Tierernährung e.V.  
*LKV Sachsen April 2005*
- HOFFMANN, M.; STEINHÖFEL, O. (1990)  
Möglichkeiten und Grenzen zur Einschätzung der Energie- und Proteinversorgung durch Kontrolle des Milchwahnhstoffgehaltes.  
*Mh. Vet. Med.* **45**: 223-227
- HOFMANN, W. (1992)  
Rinderkrankheiten.  
Bd. 1.: Innere und chirurgische Erkrankungen.  
Eugener Ulmer: Stuttgart
- HOFMANN, R.R. (1995)  
Morphologische Adaption des Verdauungstraktes.  
*In*: ABEL, H.; FLACHOWSKY, G.; JEROCH, H.: Nutztierernährung.  
Gustav Fischer Verlag: Jena
- HOLTER, J.B.; SLOTNICK, M.J.; HAYES, H.H.; BOZAK, C.K.; URBAN, C.K.; MCGILLIARD, M.L. (1990)  
Effect of prepartum dietary energy on condition score, postpartum energy, nitrogen partitions and lactation production responses.  
*J. Dairy Sci.* **73**: 3502-3511
- HOLTER, J.B.; WEST, J.W.; MCGILLIARD, M.L. (1997)  
Predicting ad libitum dry matter intake and yield of Holstein cows.  
*J. Dairy Sci.* **80**: 2188-2199

- HONIG, H.; ROHR, K. (1982):  
Zur Bedeutung des Zerkleinerungsgrades bei Silomais. 1. Mitteilung: Einfluss des Zerkleinerungsgrades auf die Verluste durch unverdaut ausgeschiedene Körner und Kornbruchstücke.  
*Das wirtschaftseigene Futter* **28** (3):182-192
- HORBER, H.; MÄDER, H.; JUCKER, H. (1980)  
Ketonkörperkonzentration in Blut, Milch und Urin bei gesunden und an primärer Ketose erkrankten Milchkühen.  
*Schweiz. Arch. Tierheilk.* **12**: 553 – 179
- HORST, R.L. (1986)  
Regulation of calcium and phosphorus homeostasis in the dairy cow.  
*J. Dairy Sci.* **69**: 604-616
- HORST, R.; GOFF, J.; REINHARDT, T.; BUXTON, D. (1997)  
Strategies for preventing milk fever in dairy cattle.  
*J. Dairy Sci.* **80**: 1269-1280
- HOUGHTON, P.L.; TURLINGTON, L.M. (1992)  
Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A review.  
*J. Anim. Sci.* **70**: 930-941
- HULLAR, I.; BRAND, A. (1993)  
Nutritional factors affecting milk quality, with especial regard to milk protein: A review.  
*Act. Vet. Hung.* **41**: 11-32
- HUTH, F.-W. (1995)  
Die Laktation des Rindes-Analyse, Einfluss, Korrektur.  
Verlag Eugen Ulmer: Stuttgart
- HUTJENS, M. (1996a)  
Rumen acidosis.  
<http://www.aces.uiuc.edu/~ansystem/dairyrep96/Acidosis.html>
- HUZZEY, J. M.; VON KEYSERLINGK, M.A.G.; WEARY, D.M. (2005)  
Changes in feeding, drinking, and standing behaviour of dairy cows during the transition period.  
*J. Dairy Sci.* **88**: 2454–2461
- HUZZEY, J. M. ; DE VRIES, J. ; VALOIS, P.; KEYSERLINGK, M.A.G. (2006)  
Stocking density and feed barrier design affect the feeding and social behavior of dairy cattle.  
*J. Dairy Sci.* **89**: 126–133
- INGRAHAM, R.H.; KAPPEL, L.C. (1988)  
Metabolic profile testing.  
*Vet. Clin. North. Am.: Food Anim. Pract.* **4** (2): 391-411
- INGVARTSEN, K.L. (1994)  
Models of voluntary food intake in cattle.  
*Livestock Prod. Sci.* **39**: 19-38
- INGVARTSEN, K.L.; ANDERSEN, H.R.; FOLDAGER, J. (1992)  
Effect of sex and pregnancy on feed intake capacity of growing cattle.  
*Acta. Agric. Scand. sect. A: Anim. Sci.* **42**: 40-46
- ISO (2004):  
International organization for standardization.  
[www.iso.org](http://www.iso.org)
- JÄCK, S.; PROSCHMANN, S. (2004)  
Qualitätsprüfung und -bewertung ambulanter Pflegedienste, Grundlagen - Konzepte - Praktische Umsetzung  
Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart

- JACOBI, U. (1988)  
Stoffwechselüberwachung in Milchkuhbeständen.  
*In: ROSSOW, N.; HORVATH, Z.: Innere Krankheiten des Haustiere Bd. 2*  
Verlag Gustav Fischer: Jena: 525-535
- JACOBI, U.; ROSSOW, N.; LEMKE, B.; STAUFENBIEL, R.; BORETIUS, B.; KIRST, E. (1985)  
Einfluss ernährungsbedingter Stoffwechselstörungen der Milchkuh auf Lebendmasseentwicklung und Milchinhaltstoffe.  
*Tierzucht* **39**: 223-226
- JAGOS, P.; ILLEK, J.; SUCHÝ, P. (1991)  
Beziehungen zwischen Störungen im Energiestoffwechsel und der Milchezusammensetzung.  
*Mh. Vet. Med.* **46**: 698-699
- JENSEN, E. (1990)  
Umweltbedingte Einflüsse auf den Azetongehalt der Milch.  
Kiel, Univ. Kiel, Agrarwiss. Fak. Diss.
- JEPPESEN, R.; ENEMARK, J.M.D.; ENEVOLDSEN, C. (2006)  
Möglichkeiten der Ketonkörperbestimmung bei Milchkühen.  
World Buiatric Congress: Nizza *Nachlese*
- JILG, T.; WEINBERG, L. (1998)  
Konditionsbewertung: Jetzt auch bei Fleckvieh.  
*Top Agrar* 1998, Nr. **6**: R 12-15
- JOHANNSEN, U.; FÜRLL, M.; SCHÄFER, M.F.; EHRENTAUF, W.; DECKERT, W.  
GEINITZ, D. (1990)  
Untersuchungen zum Lipidgehalt der Leber von Kühen in Abhängigkeit vom Laktationsstadium.  
*Symposium Energie- und Fettstoffwechsel der Milchkuh*  
Berlin, 23-24 Oktober 1990: 319-326
- JOHNSON, A. (1991)  
Praxisneuorientierung, Bestandsbetreuung in Milcherzeugerbetrieben.  
*Vet* **9**: 6-16
- JOHNSON, C.L. (1984)  
The effect of feeding in early lactation on feed intake, yields of milk, fat and protein and on live-weight change over one lactation in dairy cows.  
*J. Agric. Sci. Cambridge* **103**: 629
- JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H.; DAVIDSON, D.; RO BUTTI, J.L.; SWIFT, M.; MAHANNA, W.C.; SHINNERS, K. (2002)  
Corn silage management I: Effects of hybrid, maturity, and mechanical processing on chemical and physical characteristics.  
*J. Dairy Sci.* **85**: 833-853
- JONAS, K. (1971)  
Mineralstoffbestimmung im Harn -Methoden und Bedeutung als diagnostische Möglichkeit zur rechtzeitigen Erkennung von Fehlernährung bei Milchkühen.  
*Mh. Vet. Med.* **26**: 441-445
- JONES, G.P.; GARNSWORTHY, P.C. (1989)  
The effect of dietary energy content on the response of dairy cows to body condition at calving.  
*Anim. Prod.* **49**: 183-189
- JONSSON, G. (1978)  
Milk fever prevention.  
*Vet. Rec.* **102**: 165-169

- JORDAN, E. R.; FOURDRAINE, R.H. (1993)  
Characterization of the management practices of the top milk producing herds in the country.  
*J. Dairy Sci.* **76**: 3247-3256
- JORGENSEN, N.A.; SCHULTZ, L.H.; BARR, G.R. (1965)  
Factors influencing milk fat depression on rations high in concentrate.  
*J. Dairy Sci.* **48**: 1031-1039
- KAMPHUES, J.; (1993)  
Neue Entwicklungen im Bereich der Rinderfütterung.  
*Wien. Tierärztl. Mschr.* **80** (1): 15-21
- KAMPHUES, J.; (1996)  
Das DCAB - Konzept in der Gebärpareseprophylaxe.  
*Übers. Tierernährung* **24**: 129-135
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (1997)  
Clinical biochemistry of domestic animals.  
Academic Press
- KARSAI, F.; SCHÄFER, M. (1984)  
Diagnostische Erfahrungen bei metabolisch bedingten Leberkrankheiten der Milchkühe.  
*Mh. Vet. Med.* **39**: 181-186
- KARSAI, F.; GAAL, T. (1987)  
Änderungen gewisser Kennwerte des Fettstoffwechsels bei Milchkühen im geburtsnahen Zeitraum.  
*Dtsch. tierärztl. Wschr.* **94**: 264-266
- KASKE, M.; BEYERBACH, M.; HAILU, Y.; GÖBELS, W.; WAGNER, S. (2002)  
The assessment of the frequency of chews during rumination enables an estimation of rumination activity in hay-fed sheep.  
*J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **86**: 83 - 89
- KAUFMANN, W. (1976)  
Zur Bedeutung der Energieversorgung hochleistender Milchkühe für den Milcheiweißgehalt und die Fruchtbarkeit.  
*Kieler Milchwissensch. Forschungsber.* **38**: 347-357
- KAUFMANN, W. (1982)  
Variation in der Zusammensetzung des Rohstoffes Milch unter besonderer Berücksichtigung des Harnstoffgehaltes.  
*Milchwissenschaft* **37** (1): 6-9
- KAUPPINEN, K. (1984)  
ALAT, AP, ASAT, GGT, OCT activities and urea and total bilirubin concentration in plasma of normal and ketotic dairy cows.  
*Zbl. Vet. Med. A* **31**: 567-576
- KIRCHGESSNER, M.; SCHWARZ, F. (1984)  
Einflussfaktoren auf die Grundfutteraufnahme bei Milchkühen.  
*Übers. Tierernährung* **12**: 187-214
- KIRCHGESSNER, M.; KREUZER, M. (1985)  
Harnstoff und Allantoin in der Milch von Kühen während und nach Verfütterung zu hoher und zu niedriger Proteinmengen.(b).  
*Z. Tierphysiol., Tierernährg., Futtermittelkde.* **54**: 141-151
- KIRCHGESSNER, M.; FRIESECKE, H.; KOCH, G. (1965)  
Fütterung und Milchezusammensetzung.  
1. Aufl. BLV-Verlag: München, Basel. Wien

- KIRCHGESSNER, M.; ROTH-MAIER, D.A.; RÖHRMOSER, G. (1985)  
Harnstoffgehalte in Milch von Kühen mit Energie- bzw. Proteinmangel und anschließender Realimentation.  
*Z. Tierphysiol., Tierernähr., Futtermittelkde.* **53**: 264-270
- KIRCHGESSNER, M.; KREUZER, M.; ROTH-MAIER, D.A. (1986)  
Milk urea and protein content to diagnose energy and protein malnutrition of dairy cows.  
*Arch. Anim. Nutr.* **36**: 192-197
- KIRST, E. (2001)  
Qualitätsmanagementsysteme mit tierärztlicher Bestandskontrolle in Milcherzeugerbetrieben.  
*Prakt. Tierarzt* **82** (9): 702-715
- KLAWUHN, D.; STAUFENBIEL, R. (1997)  
Aussagekraft der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt beim Rind.  
*Tierärztl. Praxis* **25**: 133-138
- KLEE, W. (2002)  
Vorlesungsskript Innere Medizin des Rindes.  
[www.lmu-muenchen.de](http://www.lmu-muenchen.de)
- KLEIBÖHMER, C.; HEUWIESER, W.; BERGMANN, J.; OCHSMANN, A. (1998)  
Untersuchungen zur Erlernbarkeit und Genauigkeit der Körperkonditionsbeurteilung (BCS) beim Rind.  
*Prakt. Tierarzt* **79**: 50-61
- KOLB, E. (1971)  
Aufstellung einer Energiebilanz und Formen der Energie.  
*In: Ernährungsphysiologie der landwirtschaftlichen Nutztiere.*  
Gustav Fischer Verlag: Jena
- KOLB, E. (1989)  
6. Die Physiologie der Verdauung und Resorption.  
*In: Lehrbuch der Physiologie der Haustiere Teil 1.*  
Gustav Fischer Verlag: Jena
- KONONOFF, P.J. (2002)  
The effect of ration particle size on dairy cows in early lactation.  
Pennsylvania, Pennsylvania State University, Diss.
- KONONOFF, P.J.; HEINRICHS, A.J.; BUCKMASTER, D.R. (2003)  
Modification of the Penn State Forage and total mixed ration particle separator and the effect of moisture content on its measurements.  
*J. Dairy Sci.* **85**: 1858-1863
- KORVER, S.; VAN ARENDONK, J.A.; KOOPS, W.J. (1985)  
A function for live-weight change between two calvings in dairy cattle.  
*Anim. Prod.* **40**: 233-241
- KOSSAIBATI, M.A.; ESSLEMONT, R.J. (1997)  
The costs of production diseases in dairy herds in England.  
*Vet. J.* **154** (1): 41-51
- KRAFT, W.; DÜRR, U.M. (1999)  
Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin.  
5. Aufl. Schattauer-Verlag: Stuttgart, New York
- KRIEGER, S.; SCHIEFER, G. (2004a)  
Qualitätssysteme der Agrar- und Ernährungswirtschaft.  
*Ernährung im Focus* **5**: 129-133

- KRIEGER, S.; SCHIEFER, G. (2004b)  
Konzeption von Integrationsmodellen für das Qualitätsmanagement in Produktionsketten.  
*Poster des Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre; Universität Bonn*
- KRONFELD, D. S.; DONOGHUE, R.L.; COPP, R.L.; STEARNS, F.M.; ENGLE, R.H. (1982)  
Nutritional status of dairy cows indicated by analysis of blood.  
*J. Dairy Sci.* **65**: 1925-1933
- KUNZ; P.; BLUM, J.W. (1981)  
Effect of pre- and postparturient energy intake on blood plasma levels of hormones and metabolites in cows.  
*Int. J. Vit. and Nutrition Res.* **51** (2): 195-197
- KUNZ; P.; BLUM, J.W. (1985b)  
Relationships between energy balance and blood levels of hormones and metabolites in dairy cows during late pregnancy and early lactation.  
*Z. Tierphysiol.* **54**: 239-248
- LAISTER, S. (2003)  
Allgemeiner Überblick über die Grundsätze einer artgemäßen Tierhaltung  
Ed. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft.  
Gumpensteiner Bautagung 2003
- LAND, C.; LEAVER, J.D. (1981)  
The effect of body condition at calving on the production of Friesian cows and heifers.  
*Br. Soc. Anim. Prod.* **32**: 362-363
- LANG, G.U. (1995)  
Das Futteraufnahmevermögen von Milchkühen.  
Hohenheim: Universität Hohenheim; Institut für Tierernährung;
- LANTZSCH, G.; KAUFMANN, O. (2002)  
Die Transitionsperiode. Anforderungen an Gesundheitsmanagement und Produktionstechnik.  
*Milchpraxis* **1**: 16-19
- LEE, A.J.; TWARDOCK, A.R.; BUBAR, R.H.; HALL, J.E.; DAVIS, C.L. (1978)  
Blood metabolic profiles: Their use and relation to nutritional status of dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **61**: 1652-1670
- LEHWENICH, T. (1999)  
Untersuchungen zur Stoffwechselüberwachung in der Bestandsbetreuung von Milchviehherden.  
Berlin: Freie Universität., Tierärztl. Fak., Diss.
- LENK, R.; HOFFMANN, M.; DÄBERITZ, H.; PREDIGER, D.; DITTRICH, A. (1985)  
Untersuchungen zum Verzehr- und Wiederkauverhalten an Schafen.  
*Arch. Tierernährung* **35**: 53-59
- LEONARDI, C.; ARMENTANO, L.E. (2003)  
Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **86**: 557-564
- LKV (2001)  
- Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V.  
Leistung- und Qualitätsprüfung in der Rinderzucht in Bayern.  
[www.lkv.bayern.de/media/mlp\\_Jahresbericht2001.pdf](http://www.lkv.bayern.de/media/mlp_Jahresbericht2001.pdf)
- LKV (2002)  
- Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V.  
Leistung- und Qualitätsprüfung in der Rinderzucht in Bayern.  
[www.lkv.bayern.de/media/mlp\\_Jahresbericht2002.pdf](http://www.lkv.bayern.de/media/mlp_Jahresbericht2002.pdf)

LKV (2003)

- Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V.

Leistung- und Qualitätsprüfung in der Rinderzucht in Bayern.

[www.lkv.bayern.de/media/mlp\\_Jahresbericht2003.pdf](http://www.lkv.bayern.de/media/mlp_Jahresbericht2003.pdf)

LLAMAS-LAMAS, G.; COMBS, D.K. (1991)

Effect of forage to concentrate ratio and intake level on utilization of early vegetative alfalfa silage by dairy cows.

*J. Dairy Sci.* **74**: 526-536

LOBER, U.; GEINITZ, D.; JAKOB, W.K.; FLACHOWSKY, G.; TEUBER, D. (1986)

Untersuchungen ausgewählter Stoffwechsel- und Rohmilchparameter bei Stickstoffüberschuss im Ernährungsregime der Kühe.

*Mh. Vet. Med.* **41**: 649-653

LOOSMORE, R.M.; ALLCROFT, R. (1951)

Technique and use of liver biopsie in cattle.

*Vet. Rec.* **63**: 414-416

LOSAND, B. (1999)

Fütterungssysteme im Vergleich. Über das Zusammenspiel von Tier, Haltung und Fütterung.

*In: Fütterung der 10.000-Liter-Kuh.*

*DLG-Band 196*: 33-42

LÖSCHNER, U.; STAUFENBIEL, R. (1996)

Schätzung der Rückenfettdicke als Methode der Körperkonditionsbeurteilung bei Milchrindern.

*Prakt. Tierarzt* **77**: 816-824

LOTTHAMMER, K.-H. (1979)

Einfluss der Fütterung und Futterproduktion auf Gesundheit und Fruchtbarkeit von Milchrindern.

*Tierärztl. Praxis* **7**: 425-438

LOTTHAMMER, K.-H. (1981)

Gesundheits- und Fruchtbarkeitsstörungen beim Milchrind.

*Tierärztl. Praxis* **9**: 541-551

LOTTHAMMER, K.-H. (1991)

Beziehungen zwischen einigen Blut- und Milchhaltsstoffen als Indikatoren der Energieversorgung und der Fruchtbarkeit sowie Euter- und Stoffwechselstörungen bei Milchrindern.

*Mh. Vet. Med.* **46**: 639-643

LOTTHAMMER, K. (1996)

Diagnostik und Maßnahmen bei Fruchtbarkeitsstörungen als Bestandsproblem.

*In: GRUNERT, E. (Hrsg.) :Bd. 1 Buiatrik. Euterkrankheiten, Geburtshilfe und Gynäkologie, Andrologie und Besamung.*

5. Auflage, Verlag Schaper: Hannover: S. 248

LOTTHAMMER, K. H.; WITTKOWSKI, G. (1994)

Fruchtbarkeit und Gesundheit der Rinder.

1. Aufl., Ulmer Verlag: Stuttgart

LÖSCHNER, U.; STAUFENBIEL, R.; (1996)

Schätzung der Rückenfettdicke als Methode der Körperkonditionsbeurteilung bei Milchrindern.

*Prakt. Tierarzt* **77**: 816-824

LUCEY, S.; ROWLANDS, J.; RUSSEL, A. (1986)

Short-term associations between disease and milk yield of dairy cows.

*J. Dairy Res.* **53**: 7-15

- LUTZ, B. (2000)  
Kuhkomfort als Voraussetzung für hohe Leistungen (Stallklima, Haltung, Bewegung).  
In *27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 6.-8. Juni* (ed. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft)  
Gumpenstein
- LÜGNER, E.; LÜGNER, D. (1989)  
Untersuchungen zur Leberverfettung bei der Milchkuh.  
Berlin: Humboldt-Universität, Ti. Fak., Diss.
- LÜPPING, W. (1990)  
Milchuntersuchungen – ein Parameter zur Beurteilung der wiederkäuergerechten  
Fütterung?  
*Prakt. Tierarzt* **71** (Colleg. Vet. XX): 36-39
- MAEKAWA, M.; BEAUCHEMIN, K.A.; CHRISTENSEN, D.A. (2002)  
Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, and  
ruminal pH of lactating dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **85**: 1165-1175
- MAHLKOW-NERGE (2003a)  
Gesunderhaltung der Hochleistungskuh durch gezielte Fütterungsmaßnahmen.  
*Großtierpraxis* **4** (8): 17-27
- MAHLKOW-NERGE (2003b)  
Was die Kühe dem Tierarzt "sagen".  
*Nutzierpraxis aktuell* **5**
- MAISEY, I.; ANDREWS, A.H.; LAVEN, R. (1993)  
Efficacy of recombinant bovine somatotropin in the treatment of fat cow syndrome.  
*Vet. Rec.* **18**: 293-296
- MAKARECHIAN, M.; ARTHUR, P.F. (1990)  
Effects of body condition and temporary calf removal on reproductive performance of range cows.  
*Theriogenology* **34** (3): 435-443
- MANSFELD, R. (1998)  
Dairy Herd Controlling System. Konzept und Umsetzung; Qualitätssicherung und  
Tiergesundheitsmanagement im Erzeugerbetrieb.  
In: *EUROTIER 1998* (Hrsg.) 2. Internationaler Congress für Tierärzte und Landwirte 10.-12. November  
Hannover,  
**Band 2** Referate
- MANSFELD, R. (1999)  
Qualitätsmanagement in Milcherzeugerbetrieben mit integrierter tierärztlicher Bestandsbetreuung.  
*Milchpraxis* **37** (2): 72-75
- MANSFELD, R. (2001a)  
Qualitätsmanagementsysteme in der Praxis.  
In: *Tagungsunterlagen zur 1. Blockfortbildung "Bestandsbetreuung Rind", der Interessengemeinschaft  
Integrierte Tierärztliche Bestandsbetreuung Rind in Zusammenarbeit mit der Freien Universität Berlin,  
der Tierärztlichen Hochschule Hannover und der Ludwig-Maximilians-Universität München, Modul A:*  
Würzburg: 11-39
- MANSFELD, R. (2001b)  
Qualitätsmanagement in der Landwirtschaft mit integrierter Tierärztlicher Bestandsbetreuung (ITB).  
In: *BPT- Kongress Hannover 20-23.9.:* 5-8
- MANSFELD, R. (2002)  
QM-Systeme in der ITB - das Veterinary Herd Controlling System (VHC-System).  
<http://212.87.35.103/veranstaltsspecial/bpt2002/pdf/ACF5E8.pdf>

- MANSFELD, R. (2003)  
Begriffe, Definitionen und Erläuterungen zur Tierärztlichen Bestandsbetreuung mit besonderer Berücksichtigung arzneimittelrechtlicher Aspekte.  
[www.vetcoach.de](http://www.vetcoach.de)
- MANSFELD (2007)  
Persönliches Gespräch vom 18.10.2007.
- MANSFELD, R.; HEUWIESER, W. (2000)  
Monatlicher Futtercheck.  
*Milchpraxis* **38** (3): 126-129
- MANSFELD, R.; HOEDEMAKER, M.; De KRUIF, A. (2007)  
Einführung in die Bestandsbetreuung.  
*In: De KRUIF, A.; MANSFELD, R.; HOEDEMAKER, M. (Hrsg.)*  
Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind.  
2. Auflage, Enke Verlag: Stuttgart
- MARKUSFELD, O.; NAHARI, N.; ADLER, H. (1988)  
Traits associated with the "fat cow syndrome" in dairy cattle. A combined clinical, epidemiological and biochemical study of a multifactorial disease syndrome.  
*Isr. J. Vet. Med.* **44** (3): 176-182
- MARKUSFELD, O.; GALON, N.; EZRA, E. (1997)  
Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows.  
*Vet. Rec.* **141**: 67-72
- MARTENS, H. (1995)  
Die Konzentration von Mineralstoffen im Plasma von Wiederkäuern. Geeigneter Parameter zur Beurteilung der Mineralstoffversorgung?  
*Tierärztl. Umsch.* **50**: 321-326
- MARTIG, J. (2002)  
Hypokalzämische Gebärlähmung.  
*In: DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.-D.; STÖBER, M.: Innere Medizin und Chirurgie des Rindes.*  
4. Aufl., Parey Verlag im Blackwell Verlag GmbH: Berlin Wien
- MARTIN, R.; MANSFELD, R. (2000)  
Integrierte Tierärztliche Bestandsbetreuung. Ergebnisse einer Umfrage.  
*Prakt. Tierarzt* **12**: 1073-1075
- MARTIN, R.; MANSFELD, R.; HOEDEMAKER, M.; De KRUIF, A. (2007)  
Milchleistung und Fütterung.  
*In: De KRUIF, A.; MANSFELD, R.; HOEDEMAKER, M. (Hrsg.)*  
Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind.  
2. Auflage, Enke Verlag: Stuttgart
- MASING, W. (1994)  
Handbuch Qualitätsmanagement.  
3. Aufl., Carl Hanser Verlag: München, Wien
- MC GUIRE, M.A.; BAUMANN, D.E. (2003)  
Milk fat.  
*In Encyclopedia of dairy sciences, Academic Press* (ed. Roginsky, H.; Fuquay, J.W.; Fox, P.F.)  
London: 1828-1834
- MEERMANN, A.; AKSOY, G. (1983)  
Untersuchungen des Labmagen- und des Pansensaftes, des Blutserums sowie des roten Blutbildes bei gesunden und bei an Labmagenverlagerungen erkrankten Rindern.  
*Dtsch. tierärztl. Wschr.* **90**: 208-213

- MERTENS, D.R. (1997)  
Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **80**: 1463 – 1481
- METHODENBUCH VDLUFA (1988)  
3. Erg.  
Band III 6.5.1
- METHODENBUCH VDLUFA (1993)  
3. Erg.  
Band III 6.5.3.
- METZNER, M.; HEUWIESER, W.; KLEE, W. (1993)  
Die Beurteilung der Körperkondition (body condition score) im Herdenmanagement.  
*Prakt. Tierarzt* **11**: 991-998
- MEYER, U. (2004a)  
Einfluss einer Tränkewasserdesinfektion auf die Futteraufnahme und die Milchleistung von Kühen.  
*In: BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.): Jahresbericht 2004:*  
Braunschweig
- MEYER, U. (2004b)  
Untersuchungen zum Einfluss der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) auf die Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen.  
*In: BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.): Jahresbericht 2004:*  
Braunschweig
- MEYER, U.; EVERINGHOFF, M.; GÄDEKEN, I.; FLACHOWSKY, G. (2002)  
Untersuchungen zur Wasseraufnahme von Milchkühen.  
*In: BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.): Jahresbericht 2002:*  
Braunschweig
- MEYLAN, M. (2003/04)  
Das Fettmobilisationssyndrom der Milchkühe.  
Bern, Universität, Tierärztl. Fak., Vorlesungsskript
- MIETTINEN, P. (1993)  
Propylenglycol in prevention of bovine ketosis.  
*Acta Vet. Scand. Suppl.* **89**: 135-136
- MILLER, S. (2002)  
Qualitätssicherung in der Landwirtschaft.  
*Pressegespräch am Bayerischen Verbrauchertag: 6*
- MOE, P.W.; TYRELL, H.F. (1972)  
Metabolizable energy requirements of pregnant dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **55**: 480-483
- MOE, P.W.; TYRELL, H.F. (1986)  
The physiological bases of nutrient responses during lactation.  
*Proceed. Nutr. Soc.* **45**: 215
- MOE, P.W.; TYRELL, H.F.; FLATT, W.P. (1971)  
Energetics of body tissue mobilization.  
*J. Dairy Sci.* **54**: 548-553
- MOHRENSTECHE-STRIE, J. (1988)  
Neuer Harnstofftest deckt Fütterungsfehler auf.  
*Top Agrar 1988, Nr. 12 (spezial):* R12-R13

- MOONEY, C.S.; ALLEN, M.S. (1997)  
Physical effectiveness of the neutral detergent fiber of whole linted cottonseed relative to that of alfalfa silage at two length of cut.  
*J. Dairy Sci.* **80**: 2052-2061
- MOORE, D.A. (1997)  
Managing dairy cows during the transition period: focus on ketosis.  
*Vet. Med.* **92**: 1061-1072
- MOORE, S.J.; VANDEHAAR, M.J.; SHARMA, B.K.; PILBEAM, T.E.; BEEDE, D.K.; BUCHOLTZ, H.F.; LIESMAN, J.S.; HORST, R.L.; GOFF, J.P. (2000)  
Effects of altering dietary cation-anion difference on calcium and energy metabolism in peripartum cows.  
*J. Dairy Sci.* **83**: 2095-2104
- MORROW, D. (1975)  
Fat cow syndrome.  
*J. Dairy Sci.* **59**: 1625-1629
- MÜLLER, U. (1996)  
Weiterentwicklung von Prüfplänen für Gesundheitsvorsorge- und Qualitätsmanagementsysteme in der Milchwirtschaft.  
*In: Forschungs- und Tagungsberichte* (Hrsg: Institut für Anatomie, Physiologie und Hygiene der Haustiere) **Band 5**; Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität: Bonn
- NAGEL, S.; HARMS, K.; MAHNKE, E.; PIATKOWSKI, B. (1975)  
Zur quantitativen Bestimmung der Kau- und Wiederkauaktivität bei Milchkühen.  
*Arch. Tierernährung* **25** (1): 21-26
- NEBEL, R.L.; MC GILLIARD, M.L. (1993)  
Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **76**: 3257-3268
- NEILSON, D.R.; WHITTEMORE, C.T. (1981)  
Backfat area changes in high yielding dairy cows.  
*Anim. Prod.* **32**: 363-363
- NOCEK, J.E.; BRAUND, D.G. (1985)  
Effect of feeding frequency on diurnal dry matter and water consumption, liquid dilution rate, and milk yield in first lactation.  
*J. Dairy Sci.* **68**: 2238-2247
- NOORDHUIZEN, J.P. (2002a)  
Veterinary monitoring for herd health, quality control and regulatory purposes.  
*In XXII World Buiatrics Congress*: Hannover
- NOORDHUIZEN, J.P.; WILBRINK, H.; DOBBELDAAR, P.; BRAND, A. (1985)  
Veterinary herd health and production service on dairy farms. V. Index list on metabolic/nutritional diseases, body condition score and ration composition.  
*Prev. Vet. Med.* **3** (3): 289-300
- NORDLUND, K. (2006a)  
Improving fresh cow performance: Objective monitors and herd management practice.  
*In 2. Berliner Tagung "Fruchtbarkeit beim weiblichen Rind"* Berlin 11. Februar 2006
- NORDLUND, K. (2006b)  
Transition cow index.  
Power-Point-Präsentation of University of Wisconsin  
[http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/tci/TCI-Nordlund\\_with\\_notes.pdf](http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/tci/TCI-Nordlund_with_notes.pdf)

- NORDLUND, K.; GARRETT, E.; OETZEL, G. (1995)  
Herd-based rumenocentesis: a clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis in dairy herds.  
*Comp. Contin. Educ. Pract. Vet.* **17**: 48-56
- NRC (National Research Council) (2001)  
Nutrient requirement of dairy cattle.  
7<sup>th</sup> rev. ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- OETZEL, G. (1993)  
Use of anionic salts for prevention of milk fever in dairy cows.  
*Comp. Contin. Educ. Pract. Vet.* **15**: 1138-1146
- OETZEL, G. (2002)  
The dietary cation - anion difference concept in dairy cattle nutrition: possibilities and pitfalls.  
*In*: KASKE, M.; SCHOLZ, H.; HÖLTERSINKEN, M.(Hrsg.): Recent developments and perspectives in bovine medicine, keynote lecture.  
XXII World Buiatric Congress 18.-23. August Hannover: 198-208
- OLDHAM, J.D. (1984)  
Protein-Energy Interrelationships in Dairy Cows.  
*J. Dairy Sci.* **67**: 1090-1114
- OLOFSSON, J. (1999)  
Competition for total mixed diets fed for ad libitum intake using one or four cows per feeding station.  
*J. Dairy Sci.* **82**: 69-79
- OLTNER, R.; WIKTORSSON, H. (1983)  
Urea concentrations in milk and blood as influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows.  
*Livestock Prod Sci* **10**: 457-467
- OLTNER, R.; BENGTSSON, S.; LARSSON, K. (1985a)  
Flow injection analysis for the determination of urea in cow's milk.  
*Acta Vet. Scand.* **26** (3): 396-404
- OLTNER, R.; EMANUELSON, M.; WIKTORSSON, H. (1985b)  
Urea concentrations in milk in relation to milk yield, live weight, lactation number and amount and composition of feed given to dairy cows.  
*Livestock Prod Sci* **12**: 47-57
- ORTH, H.W.; H. PETERS (1975):  
Ein Verfahren zur Bestimmung der Halmlänge mit Hilfe eines Schwingsiebes.  
*Grundlagen der Landtechnik* **25** (6): 187-188
- OTTO, K.; FERGUSON, J.; FOX, D.; SNIFFEN, C. (1991)  
Relationship between body condition score and composition of ninth to eleven rib tissue in Holstein dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **74**: 852-859
- OWENS, F.; SECRIST, D.; HILL, W.; GILL, D. (1998)  
Acidosis in cattle: A review.  
*J. Anim. Sci.* **76**: 275-286
- PARTSCHEFELD, M.; JAHREIS, G.; SCHEINPLUG, G.; JUNKERT, F. (1982)  
Die Milchwahnharnstoffkonzentration - Indikator einer ausgewogenen Energie- Proteinversorgung bei Milchkühen.  
*Mh. Vet. Med.* **37**: 902-905
- PAYNE, J.M.; PAYNE, S. (1987)  
The metabolic profile test.  
Oxford University Press: Oxford, New York, Tokio

- PAYNE, J.M.; DEW, S.M.; MANSTON, R.; FAULKS, M. (1970)  
The use of a metabolic profile test in dairy herds.  
*Vet. Rec.* **87**: 150-158
- PEDRON, O.; CHELI, F.; SENATORE, E.; BAROLI, D.; RIZZI, R. (1993)  
Effect of body conditioning score at calving on performance, some blood parameters, and milk fatty acid composition in dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **76**: 2528-2535
- PENNINGTON, J.A. (2000)  
Factors affecting fat percent in milk of lactating cows.  
[http://www.uaex.edu/Other\\_Areas/publications/PDF/FSA-4014.pdf](http://www.uaex.edu/Other_Areas/publications/PDF/FSA-4014.pdf)
- PIATKOWSKI, B. (1982)  
Zur Beeinflussung des Milcheiweißgehaltes und dessen Zusammensetzung durch die Fütterung.  
*Tagungs-Bericht Akademie d. Landwirtschaftswissenschaften d. DDR; Berlin* **196**: 121
- PIATKOWSKI, B.; NAGEL, S. (1975)  
Ergebnisse über die Kau- und Wiederkauaktivität von Kühen bei Rationen mit Getreidestroh verschiedener physikalischer Form und nach chemischer Behandlung mit Natronlauge.  
*Arch. Tierernährung* **25** (8): 575-582
- PIATKOWSKI, B.; VOIGT, J.; GIRSCHEWSKI, H.; STEGER, H. (1974)  
Zur Feststellung und Behandlung der subklinischen Ketose bei Milchkühen.  
*Mh. Vet. Med.* **29** (14): 532-534
- PIATKOWSKI, B.; NAGEL, S.; BERGNER, E. (1977)  
Das Wiederkauverhalten von Kühen bei unterschiedlicher Trockensubstanzaufnahme und verschiedener physikalischer Form von Grasheu.  
*Arch. Tierernährung* **27** (9): 563-569
- PIATKOWSKI, B.; GÜRTLER, H.; VOIGT, J. (1990)  
Grundzüge der Wiederkäuerernährung.  
5. Futteraufnahme beim Wiederkäuer  
Gustav Fischer Verlag: Jena: 133-155
- PICHHARDT, K. (1994):  
Qualitätssicherung Lebensmittel.  
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- PITT, R.E.; VAN KESSEL, J.S.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; BARRY, M.C.; VAN SOEST, P.J. (1996)  
Prediction of ruminal volatile fatty acids and pH within the net carbohydrate and protein system.  
*J. Anim. Sci.* **74**: 226-244
- RADOSTITS, O.M. (2001)  
Herd health: food animal production medicine.  
3rd edition; Verlag Saunders: Philadelphia
- RAP ( Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere) (1999)  
7. Fütterungsempfehlung für die Milchkuh - Schätzung des Futtermittelsverzehrs  
*Fütterungsempfehlung und Nährwerttabellen für Wiederkäuer*: 83-112
- RAYSSIGUIER, Y.; MAZUR, A.; GUEUX, E.; REID, I.M.; ROBERTS, C.J. (1988)  
Plasma lipoproteins and fatty liver in dairy cows.  
*Res. Vet. Sci.* **45**: 389-393
- REDETZKY, R. (2000)  
Biochemisches Blutprofil, Milchinhaltstoffe und Milchmengenleistung als Kriterien zur laktationsbegleitenden Beurteilung des Gesundheitszustandes hochleistender HF – Kühe in Anbindehaltung.  
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

- REFSDAL, A.O.; BAEVRE, L.; BRUFLOT, R. (1985)  
Urea concentration in bulk milk as an indicator of the protein supply at the herd level.  
*Acta Vet. Scand.* **26** (2): 153-163
- REHAGE, J.; MERTENS, M.; STOCKHOFE-ZURWIEDEN, N.; KASKE, M.; SCHOLZ, H. (1996)  
Post surgical convalescence of dairy cows with left abomasal displacement in relation to fatty liver.  
*Schweiz. Arch. Tierheilk.* **138**: 361-368
- REID, I.M. (1983)  
Reproductive performance and fatty liver in Guernsey cows.  
*Anim. Reprod. Sci.* **5**: 275-279
- REID, I.M.; ROBERTS, C.J. (1983)  
Subclinical fatty liver in dairy cows.  
*Irish. vet. J.* **37**: 104-110
- REID, I.M.; ROBERTS, C.J. TREACHER, R.J.; WILLIAMS, L.A. (1986)  
Effect of body condition at calving on tissue mobilization, development of fatty liver and blood chemistry of dairy cows.  
*Anim. Prod.* **43**: 7-15
- REIST, M.; ERDIN, D.; VON EUW, D.; TSCHUEMPEL, K.; LEUENBERGER, H.; CHILLIARD, Y.; HAMMON, H.M.; MOREL, C.; PHILIPONA, C.; ZBINDEN, Y.; KUENZI, N.; BLUM, J.W. (2002)  
Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **85**: 3314-3327
- REITER, K.; TUTSCH, S.; KOSSMANN, A. (2006)  
Tiergerechtigkeit der Haltungssysteme.  
*Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft* **15**: 37-81
- RICHARDT, W. (2003)  
Milchinhaltsstoffe als Indikatoren für die Fütterung und Gesundheit von Milchkühen.  
[www.milchinhaltsstoffe\\_fuetterung\\_richardt\\_vilomix\\_04.de](http://www.milchinhaltsstoffe_fuetterung_richardt_vilomix_04.de)
- RIECKHOFF, T. (1992)  
Aussage der Gesamtkörperwasserbestimmung und der Gehalt Rückenfettdickenmessung zum Körperfettgehalt der Milchkuh.  
Berlin: Humboldt Universität; Tierärztl. Fak., Diss.
- RIEMEIER, A.; LEBZIEN, P.; HÜTHER, L. (2003)  
Einfluss der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) auf Pansenfermentation, mikrobielle Proteinsynthese, nXP - Menge und Stickstoffausscheidung.  
*FAL Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft*: 60-61
- RIJPKEMA, Y.S.; VAN REEUWIJK, L.; GOEDHART, P.W. (1990)  
Effects of pattern of concentrate feeding on milk production of dairy cows offered silage ad libitum.  
*Neth. J. Agric. Sci.* **38**: 461-474
- ROBERTS, C.J.; REID, I.M.; DEW, S.M.; STARK, A.J.; DAIRD, G.D.; COLLINS, R.; MATHER, D. (1978)  
The effects of underfeeding for 6 months during pregnancy and lactation on blood constituents, milk yield and body weight of dairy cows.  
*J. Agric. Sci. Cambridge* **90**: 383-394
- ROOK, A.J.; GILL, M.; WILLINK, R.D.; LISTER, S.J. (1991)  
Prediction of voluntary intake of grass silages by lactating cows offered concentrates at a flat rate.  
*Anim. Prod.* **52**: 407-420

- ROSELER, D.K.; FOX, D.G.; CHASE, L.E.; PELL, A.N.; STONE, W.C. (1997)  
Development and evaluation of equations for prediction of feed intake for lactating Holstein dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **80**: 878-893
- ROSENBERGER, G. (1990)  
Die klinische Untersuchung des Rindes.  
3. Aufl., Verlag Paul Parey: Berlin und Hamburg
- ROSENBERGER, G. (1994)  
Krankheiten des Rindes.  
3. Aufl. (unter Mitarbeit von: Dirksen, G.; Gründer, H.-D.; Stöber, M.); Blackwell Wissenschafts-Verlag:  
Berlin
- ROSSOW, N. (1990)  
Gestaltung der Trockenstehperiode zur Verhütung von Stoffwechsel- und Fertilitätsstörungen bei  
Milchkühen.  
*Mh. Vet. Med.* **45**: 426-431
- ROSSOW, N. (2002a)  
Die Führung der Milchkuh durch die Trockensteh- und Transitperiode.  
Teil 1: Die Stoffwechselsituation im geburtsnahen Zeitraum.  
[www.portal-rind.de](http://www.portal-rind.de) Artikel 6
- ROSSOW, N. (2002b)  
Calciumstoffwechsel im geburtsnahen Zeitraum - Prophylaxe und Therapie von Hypocalcämie und  
Gebärparese.  
[www.portal-rind.de](http://www.portal-rind.de) Artikel 3
- ROSSOW, N. (2003a)  
Fettmobilisationssyndrom der Milchkuh.  
[www.portal-rind.de](http://www.portal-rind.de) Artikel 45
- ROSSOW, N. (2003b)  
Produktionsbegleitende Stoffwechseluntersuchungen in Milchkuhbeständen.  
[www.portal-rind.de](http://www.portal-rind.de) Artikel 66
- ROSSOW, N. (2003c)  
Nutzung der Ergebnisse der Milchleistungsprüfung für die Fütterungs- und Stoffwechselkontrolle.  
[www.portal-rind.de](http://www.portal-rind.de) Artikel 68
- ROSSOW, N. (2004)  
Milchfett- und Milcheiweißinversion bei Milchkühen - was steckt dahinter?  
[www.portal-rind.de](http://www.portal-rind.de) Artikel 72
- ROSSOW, N.; STAUFENBIEL, R. (1983)  
Störungen des Lipidstoffwechsels bei der Milchkuh unter besonderer Berücksichtigung des Lipolyse.  
*Mh. Vet. Med.* **38**: 404
- ROSSOW, N.; JACOBI, U.; SCHÄFER, M.; LIPPMANN, R.; FURCHT, G.; SLANINA, L.; VRZGULA,  
L.; EHRENTAUF, W. (1987)  
Stoffwechselüberwachung bei Haustieren -Probleme, Hinweise, Referenzwerte.  
*Tierhygiene - Information, Eberswalde - Finow* **19**
- ROSSOW, N.; STAUFENBIEL, B.; STAUFENBIEL, R.; BAUER, J. (1989)  
Stoffwechselüberwachung bei Milchkühen durch Bewertung und Korrektur des Körperfettansatzes.  
*Mh. Vet. Med.* **44**: 590-594
- ROSSOW, N.; STAUFENBIEL, B.; JACOBI, U. (1990)  
Die Nutzung von Milchinhaltstoffen für die Stoffwechselüberwachung bei Milchkühen.  
*Mh. Vet. Med.* **45**: 686-690

- ROSSOW, N.; STAUFENBIEL, B.; STAUFENBIEL, R.; GÜRTLER, H.; DARGEL, D.; NEUER, R. (1991)  
Zur Bewertung erhöhter Ketonkörperkonzentrationen bei der Milchkuh.  
*Mh. Vet. Med.* **46**: 11-17
- ROSSOW, N.; BOLDUAN, G.; STAUFENBIEL, R. (1994)  
Störungen des Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels.  
*In*: ROSSOW, N.; BOLDUAN, G.: Stoffwechselstörungen bei Haustieren.  
G. Fischer Verlag: Jena
- RÖHRMOSER, G.; KIRCHGESSNER, M. (1982)  
Milchleistung und Milchinhaltsstoffe von Kühen bei energetischer Unterversorgung und anschließender Realimentation.  
*Züchtungskunde* **54** (4): 276-287
- RÖTHLINSHÖFER, R. (2006)  
Optimierungsmöglichkeiten der Milchviehhaltung im Anbindestall.  
[http://www.alf-uf.bayern.de/tierhaltung/20263/linkurl\\_0\\_3.pdf](http://www.alf-uf.bayern.de/tierhaltung/20263/linkurl_0_3.pdf)
- RUCKEBUSCH, Y. (1970)  
Der Einfluss der Nahrung auf das Wiederkauverhalten bei Rindern und Schafen.  
*Mh. Vet. Med.* **25**: 184 – 191
- RUEGG, P.L. (1991)  
Body condition scoring in dairy cows: Relationships with production, reproduction, nutrition, and health.  
*Comp Contin Educ Prac Vet* **13**: 1309-1313
- RUEGG, P.L.; GOODGER, W.J.; HOLMBERG, C.A.; WEAVER, L.D.; HUFFMANN E.M. (1992)  
Relation among body condition score, milk production and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high producing Holstein dairy cows in early lactation.  
*Am. J. Vet. Res.* **53** (1): 5-9
- RUEGG, P.L.; MILTON, R. (1995)  
Body condition scores of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: Relationship with yield, reproductive performance, and disease.  
*J. Dairy Sci.* **78**: 552-564
- RUTTER, L.M.; RANDEL, R.D. (1984)  
Postpartum nutrient intake and body condition: Effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle.  
*J. Anim. Sci.* **58** (2): 265-269
- RUTTER, S.M.; CHAMPION, R.A.; PENNING, P.D. (1997)  
An automatic system to record foraging behaviour in free-ranging ruminants.  
*Appl. Anim. Behaviour Sci.* **54**: 185-195
- SALEWSKI, A. (1997)  
Ketose und Mineralstoffstörungen beim Rind.  
*Milchpraxis* **35**: 153-156
- SALEWSKI, A.; FINKENSTAEDT, L.; SCHOCH, M. (1991)  
Mit dem Harnstofftest die Fütterung überprüfen?  
*Top Agrar* 1991, Nr. **10**: 28-29
- SALTMAN, R.L. (1990)  
The use of body condition scoring in dairy production medicine.  
*Bovine Pract.* **25**: 141-142
- SAMBRAUS, H.H. (1996)  
Atlas der Nutztierassen.  
5. Aufl.; Verlag Ulmer: Stuttgart

- SANTINI, F.J.; HARDIE, A.R.; JORGENSEN, M.A.; FINNER, M.F. (1983)  
Proposed use of adjusted intake based on forage particle length for calculation of roughage indexes.  
*J. Dairy Sci.* **66**: 811-820
- SCHÄFER, M.; FÜRL, M. (1990)  
Fettlebersyndrom der Milchkuh - Erkennung und Verhütung.  
*Prakt. Tierarzt* **71** (colleg. vet. XXI): 19-22
- SCHÄFERS, M. (2000)  
Untersuchungen zur Körperkonditionsbeurteilung bei Milchkühen der Rasse "Fleckvieh" unter den  
Haltungsbedingungen des nördlichen Oberbayerns.  
München, Ludwig-Maximilians-Univ., Tierärztl. Fak., Diss.
- SHELLHORN, F.; BECK, J.; POLLMANN, U. (2001)  
Verhalten von Hochleistungskühen bei einem Tier-Fressplatzverhältnis von 2,1:1.  
*In: 33. Internationale Arbeitstagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der Deutschen  
Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (Hrsg. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der  
Landwirtschaft e. V. (KTBL)) Vol. 407 Freiburg/Breisgau 15. - 17. November*
- SCHNEIDER, P. (1987)  
Modellversuch an SB - Kühen zur Analyse minorer Bestandteile der Milch nach oraler Verabreichung  
von Buttersäure.  
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- SCHOLZ, H. (1990)  
Stoffwechselkontrolle in der Milchkuhherde an Hand von Blut- und Milchparametern.  
*Prakt. Tierarzt* **71** (Colleg. Vet. XXI): 32-35
- SCHOLZ, H. (1997)  
Stoffwechselgesundheit der Hochleistungskuh – Herausforderung für Landwirt und Tierarzt.  
*Arch Tierz Sonderheft* **40**: 108-112
- SCHRADER, L.; KEIL, N.M.; RÖLLI, D.; NYDEGGER, F. (2001)  
Einfluss einer erhöhten Tier-Fressplatzverhältnisses auf das Verhalten von Milchkühen  
unterschiedlichen Ranges im Laufstall.  
*In 33. Internationale Arbeitstagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der Deutschen  
Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (ed Kuratorium für Technik und Bauwesen in der  
Landwirtschaft e. V. (KTBL)) Vol. 407 Freiburg/Breisgau 15. - 17. November*
- SCHRAPPE, M. (2004)  
Qualität in der Gesundheitsversorgung in Gesundheitsökonomie, Qualitätsmanagement und  
Evidence-based Medicine. Eine systematische Einführung (Hrsg. LAUTERBACH, K.W.; SCHRAPPE,  
M.);  
2. Aufl. Verlag Schattauer: Stuttgart
- SCHÜLTEN, A. (1993)  
Untersuchungen über die Wirksamkeit eines Gebärpäreseprophylaxeverfahrens beim Rind und  
Erhebungen über das Gebärpäreseaufkommen in Ostwestfalen-Lippe.  
Gießen, Univ. Gießen, Tierärztl. Fak., Diss.
- SCHULTZ, L.H. (1968)  
Ketosis in dairy cattle.  
*J. Dairy Sci.* **51**: 1133-1140
- SCHULTZ, L.H.; MYERS, M. (1959)  
Milk test for ketosis in dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **42**: 705-710
- SCHURIG, M.; G. RÖDEL; K. WILD (1996)  
Schnittlängenqualität - ein neues Verfahren zur Beurteilung von Maishäckselgut, *Landtechnik* **51** (3):  
146-147

- SCHWABENBAUER 2003  
Zit. Nach BLAHA, T.; WENDERDEL, C. (2004)  
Die Identitätskrise der Nutztierpraxis.  
*Dtsch. Tierärztebl.* **1**: 19-24
- SCHWARZ, F. (2000)  
Fütterung hochleistender Milchkühe. (Energie- und Proteinversorgung, Wiederkäuergerechtigkeit).  
In *27. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema Management von Hochleistungskühen, Grünlandwirtschaft und Milchproduktion, biologische Wirtschaftsweise* (ed Lehrstuhl für Tierernährung, TU München, Freising, Weihenstephan) Gumpenstein 6.-8. Juni: 19-25
- SCHWARZ, F.J.; M. KIRCHGESSNER, (1982)  
Häcksellänge von Maissilage und ihr Einfluss auf Futteraufnahme und Milchleistung.  
*Das wirtschaftseigene Futter* **28**:97-106
- SCHWARZ, F.; KIRCHGESSNER, M. (1985)  
Grundfutteraufnahme von Milchkühen in Abhängigkeit von Lebendgewicht, Zahl der Laktationen, Kraftfutterzufuhr und Grundfutterqualität.  
*Züchtungskunde* **57** (4): 267-277
- SCHWARZ, F.J.; GRUBER, L. (1999)  
Futteraufnahme - Einflussfaktoren und Abschätzung.  
In: *Fütterung der 10.000-Liter-Kuh. DLG-Band 196*: 171-193
- SCHWARZ, F.; HEINDL, U.; KIRCHGESSNER, M. (1996)  
Zur Schätzung der Grundfutteraufnahme von Milchkühen.  
*Züchtungskunde* **68** (1): 65-76
- SCHWARZ, F.J.; PREISSINGER, W.; KIRCHGESSNER, M. (1997)  
Verdaulichkeit und Energiegehalt von unterschiedlich zerkleinerter Maissilage bei Rindern und Schafen.  
*Agribiol. Res.* **50** (3): 225-236
- SEGGEWISS, S. (2004)  
Überprüfung der Bedeutung von Milchinhaltsstoffen für die Beurteilung der Energie- Protein- und Strukturversorgung von HF – Kühen.  
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- SEVINC, M.; ASLAN, V. (1998)  
Relationship between parturient paresis and the fat cow syndrome in dairy cows.  
*Turk Veterinerlik ve Hayvancilik Dergisi* **22** (Abstract): 23-28
- SEVINC, M.; BASOGLU, A.; OZTOK, I.; SANDIKCI, M.; BIRDANE, F. (1998)  
The clinical-chemical parameters, serum lipoproteins and fatty infiltration of the liver in ketotic cows.  
*Turk Veterinerlik ve Hayvancilik Dergisi* **22** (Abstract): 443-447
- SHABI, Z.; BRUCKENTAL, I.; ZAMWELL, S.; TAGARI, H.; ARIELI, A. (1999)  
Effects of extrusion of grain and feeding frequency on rumen fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition in dairy cow.  
*J. Dairy Sci.* **82**: 1252-1260
- SHAVER, R.D. (2002)  
Rumen acidosis in dairy cattle: Bunk management considerations.  
*Adv. Dairy Techn.* **14**: 241-249
- SINELL, H.J. (1992)  
Einführung in die Lebensmittelhygiene.  
3. Aufl.; Verlag Paul Parey: Berlin, Hamburg
- SISCHO, W.M. (1997)  
Implementing a quality assurance program using a risk assessment tool an dairy operations.  
*J. Dairy Sci.* **80**: 777-787

- SMART, M.E.; NORTHCOTE, M.J. (1985)  
Liver biopsies in Cattle.  
*Comp. cont. educ. pract. vet.* **7**: 327-323
- SPIEKER, R. (1989)  
Der Einfluss der Tageszeit auf die renale Ausscheidung einiger Mineralstoffe bei Rindern.  
*Berl. Münch. Tierärztliche. Wschr.* **102**: 52-56
- SPIEKERS, H. (2002)  
Empfehlungen zur Fütterung der Hochleistungskuh in den Phasen Laktationsende, Trockenstehzeit und Laktationsbeginn.  
In *28. Viehwirtschaftliche Fachtagung*: Gumpenstein, 24.-25.4.
- SPIEKERS, H.; POTTHAST, V. (2004)  
Erfolgreiche Milchviehfütterung.  
4. Auflage; Frankfurt: DLG – Verlag
- SPIEKERS, H.; ENGELHARD, T.; RODEHUTSCORD, M. (2002)  
Strukturbewertung bei der Milchkuh.  
[www.landw.uni-halle.de](http://www.landw.uni-halle.de)
- SPOHR, M.; WIESNER, H.U. (1991)  
Kontrolle der Herdengesundheit und Milchproduktion mit Hilfe der erweiterten Milchleistungsprüfung.  
*Milchpraxis* **29**: 231-236
- SPOHR, M.; BEENING, J.; SCHOLZ, H. (1992)  
Informationen aus der Milch des Rindes zur Überprüfung von Fütterung und Gesundheit.  
*Prakt. Tierarzt* (coll. Vet. XXIII): 52-56
- STANGASSINGER, M. (2000) :  
Indikatoren der metabolischen Leistungsgrenzen bei Milchkühen.  
BAT-Beratertagung, Weihenstephan: 129-138
- STANGASSINGER, M. (2003)  
Beurteilung und Aussagekraft der Untersuchung von Blutparametern zur Erkennung von Fütterungsfehlern.  
In *30. Viehwirtschaftliche Fachtagung*; Gumpenstein 24.-25.4.: 1-8
- STANTON, T.L.; JONES, L.R.; EVERETT, R.W.; KACHMANN, S.D. (1992)  
Estimating milk, fat and protein lactation curves with a test day model.  
*J. Dairy Sci.* **75**: 1691-1697
- STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W.; CLARK, J.H. (1990)  
Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **73**: 938-947
- STARCK, N. (2000)  
Wirtschaftsbegriffe im sozialen Kontext  
<http://www.qmnow.de/5.htm>
- STAUFENBIEL, R. (1992)  
Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes - Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke.  
*Mh. Vet. Med.* **47**: 467-474
- STAUFENBIEL, R. (1997a)  
Konditionsbeurteilung von Milchkühen mit Hilfe der sonographischen Rückenfettdickenmessung.  
*Prakt. Tierarzt* (coll. vet. XXVII): 87-92

- STAUFENBIEL, R. (1999)  
Prophylaxe der Gebärparese, Teil 1.  
*Nutztierspiegel* **3**: 262-267
- STAUFENBIEL, R. (2000)  
Prophylaxe der Gebärparese, Teil 2.  
*Nutztierspiegel* **1**: 58-61
- STAUFENBIEL, R. (2001)  
Zur Stabilisierung von Gesundheit und Leistung (Teil 1). Stoffwechselüberwachung der Milchkuhherde.  
*Großtierpraxis* **2** (12): 5-21
- STAUFENBIEL, R. (2002)  
Stoffwechselüberwachung der Milchviehherde - Zur Stabilisierung von Gesundheit und Leistung (Teil 2).  
*Großtierpraxis* **3**: 5-13
- STAUFENBIEL, R.; ROSSOW, N. (1979)  
Zur Bedeutung der humanmedizinischen Fettsuchtforschung für das Studium der Adipositas bei Haustieren.  
*Berichte, Humboldt-Univ.; Berlin*: 8-15
- STAUFENBIEL, R.; WIEDEMANN, F. (1979)  
Zur Bedeutung des über die Gesamtkörperwasserbestimmung ermittelten Fettgehaltes im Tierkörper und der Rückenfettdickemessung beim Rind.  
*Berichte, Humboldt-Univ.; Berlin*: 43-46
- STAUFENBIEL, R.; LÜGNER, D. (1987)  
Zur Bestimmung des Leberfettgehalts bei der Milchkuh.  
*Berichte Humboldt-Univ. Berlin*. **7**: 43-45
- STAUFENBIEL, R.; ROSSOW, N.; JACOBI, U. (1979)  
Zur Milchproduktion aus der Sicht des Energie- und Fettstoffwechsels.  
*Berichte, Humboldt-Univ.; Berlin*: 40-43
- STAUFENBIEL, R.; BEILIG, S.; WOLF, J.; ROSSOW, N. (1989a)  
Eignung der Untersuchungsgrößen des Energie- und Fettstoffwechsels zur Einzeltiercharakterisierung von Milchkühen.  
*Mh. Vet. Med.* **44**: 637-643
- STAUFENBIEL, R.; LAURITSEN, L.; STAUFENBIEL, B.; ROSSOW, N. (1989c)  
Beziehungen zwischen der Rückenfettdicke im postpartalen Zeitraum und dem Leistungsvermögen von Jungkühen.  
*Mh. Vet. Med.* **44**: 836-840
- STAUFENBIEL, B.; ROSSOW, N.; KIRST, E. (1990a)  
Experimentelle Untersuchungen zur Beurteilung der Energiebilanz der Milchkuh  
1. Mitteilung: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe.  
*Arch. Exp. Veterinarmed.* **44** (1): 143-55
- STAUFENBIEL, R.; LÜGNER, D.; LÜGNER, E.; ROSSOW, N. (1990b)  
Zur Beurteilung des Leberfettgehaltes bei der Milchkuh.  
*Mh. Vet. Med.* **45**: 532-537
- STAUFENBIEL, R.; STAUFENBIEL, B.; LACHMANN, I.; KLUKAS, H. (1991a)  
Fettstoffwechsel und Fruchtbarkeit bei der Milchkuh.  
*Prakt. Tierarzt* **73** (Colleg Vet. XXII): 18-25
- STAUFENBIEL, R.; LÜGNER, D.; LÜGNER, E.; DARGEL, D.; ROSSOW, N. (1991b)  
Zur Beurteilung des Leberfettgehalts bei der Milchkuh.  
*Mh. Vet. Med.* **46**: 798-805

- STAUFENBIEL, R.; STAUFENBIEL, B.; ROSSOW, N.; WIEDEMANN, F. (1993a)  
Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes - Vergleich der Aussage der Rückenfettdicke mit anderen Untersuchungsgrößen.  
*Mh. Vet. Med.* **48**: 167-174
- STAUFENBIEL, R.; STAUFENBIEL, B.; ROSSOW, N.; KLUKAS, H.; JOHANNSEN, U. (1993b)  
Diagnostik der Leberverfettung bei der Milchkuh.  
*Dtsch. tierärztl. Wschr.* **100**: 225-230
- STÄRK, K. (2000)  
Lebensmittelsicherheit durch Herdenmanagement.  
*Schweizer Archiv Tierheilk.* **142** (2): 673-678
- STEEN, A. OSTERAS, O.; GRONSTOL, H. (1996)  
Evaluation of bulk milk analyses of acetone, urea and the fat-lactose-quotient as diagnostic aids in preventive veterinary medicine.  
*J. Vet. Med.* **A 43**: 261-269
- STEGER, H.; GIRSCHEWIKSI, H.; PIATKOWSKI, B.; VOIGT, J. (1972)  
Die Beurteilung des Ketosisstatus laktierender Rinder aus der Konzentration der Ketonkörper in Blut und des Acetons in der Milch.  
*Arch. Tierernährung* **22**: 157-162
- STEINWIDDER, A.; HÄUSLER, J. (1998)  
Beurteilung der Körperkondition von Milchkühen - Methode, Aussagekraft und praktische Anwendung.  
25. Viehwirtschaftliche Fachtagung; BAL Gumpenstein
- STEINWIDDER, A.; GRUBER, L. (1999)  
Einflussfaktoren auf den Milchharnstoffgehalt.  
In 26. *Viehwirtschaftliche Fachtagung, 18-19. Mai* (ed. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft): 15-25 Gumpenstein
- STEINWIDDER, A.; ZEILER, E. (2003)  
Einfluss von Partikellänge und Trockenmassegehalt von Grassilage bei unterschiedlichem Kraffutterniveau auf Pansenparameter, Verdaulichkeit und Futteraufnahme von Rindern.  
30. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 24-25. April Gumpenstein Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft
- STONE, J. B. (2004)  
Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in Dairy cattle.  
*J. Dairy Sci.* **87** (E. Suppl.): E13-E26
- STORRY, J.E.; BRUMBY, P.E.; HALL, A.J.; JOHNSON, V.W. (1974)  
Responses in rumen fermentation and milk-fat secretion in cows receiving low-roughage diets supplemented with protected tallow.  
*J. Dairy Res.* **41**: 165-173
- STÖBER, M. (2002)  
Fütterungs- und stoffwechselbedingte Krankheiten der Leber.  
In: DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.-D.; STÖBER, M.: *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*  
4. Aufl., Parey Verlag im Blackwell Verlag GmbH: Berlin Wien
- SUDWEEKS, E.M.; ELY, L.O.; MERTENS, D.R.; SISK, L.R. (1981)  
Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughage value index system.  
*J. Anim. Sci.* **53** (5): 1406-1411
- SUSMEL, P.M.; SPANGHERO, M.; STAFEANON, B.; MILLS, C.R.; CARGNELUTTI, C. (1991)  
Effect of NDF concentration and physical form of fescue hay on rumen degradability, intake and rumen turn - over of cows.  
*Anim. Prod.* **53**: 305-313

- SUTTON, J.D.; MORANT, S.V. (1989)  
A review of the potential of nutrition to modify milk fat and protein.  
*Livestock Prod. Sci.***23**: 219-237
- SÜDEKUM, K.-H. (1999)  
Wiederkäuergerechte Ernährung der Hochleistungskuh.  
In *26. Viehwirtschaftliche Fachtagung Gumpenstein, 18.-19.5.*
- SÜDEKUM, K.-H. (2003)  
Die Vorbereitungsfütterung der Hochleistungskuh - Theorie und Praxis.  
*Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel, Heft 98*:  
115-124
- SVENNERSTEN-SJAUNJA, K.; SJAUNJA, L.-O.; BERTILSSON, J.; WIKTORSSON, H. (1997)  
Use of regular milking records versus daily records for nutrition and other kinds of management.  
*Livestock Prod. Sci.***48**: 167-174
- TATAJ, M.; STEINGASS, H.; SUSENBETH, A.; LANG, G.U.; DROCHNER, W. (1999)  
Einfluss der Partikellänge von Heu auf Verdauungsvorgänge und Futteraufnahme bei Wiederkäuern  
bei Variation von Kraftfutter- und Fütterungsniveau.  
1. Mitteilung: Kauaktivität und Fermentation im Pansen.  
*Arch. Anim. Nutr.* **52**: 167 – 184
- TESSEMANN, N.J.; RADLOFF, H.D.; KLEINMANS, J.; DHIMAN, T.R.; SATTER, L.D. (1991)  
Milk production response to dietary forage: grain ratio.  
*J. Dairy Sci.* **74**: 2696-2707
- THAYSEN, J. (1999)  
Spitzensilagen und wie man sie macht.  
In *Fütterung der 10.000 - Liter – Kuh*  
DLG **196**: 103-126
- THILSING-HANSEN, T.; JORGENSEN, R.J.; OSTERGAARD, S. (2002)  
Milk fever control principles: a review.  
*Acta Vet. Scand.* **43**: 1-19
- TISCHER, M. (2002)  
Gesunde Kühe durch Strategie: tierärztliche Bestandsbetreuung in Milchviehbetrieben.  
*Milchpraxis* **40**: 126-131
- TOOLKAMP, B.J.; SCHWEITZER, D.P.; KYRIAZAKIS, I. (2000)  
The biologically relevant unit for the analysis of short-term feeding behavior of dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **83**: 2057-2068
- TORNQUIST, S.J.; VAN SAUN, R.J. (1999)  
Comparison of biochemical parameters in individual and pooled bovine sera.  
*Vet. Pathol.* **36** (5): 487
- TOTH, L.; CSENDES, P.; GAAL, T. (1989)  
Untersuchungen und Bedeutungen der Ketonurie bei laktierenden Kühen.  
*Dtsch. tierärztl. Wschr.* **96**: 10-14
- TRAN, T.-D. (1997)  
Mit Elektrolyten - Balance gegen Milchfieber?  
*Rinderwelt* **22**: 26-28
- TREACHER, R.J.; REID, I.M.; ROBERTS, C.J. (1986)  
Effect of body condition at calving on the health and performance of dairy cows.  
*Anim. Prod.* **43**: 1-6

- TUCKER, W.B.; HOGUE, J.F.; ADAMS, G.D.; ASLAM, M.; SHIN, I.S.; MORGAN, G. (1992)  
Influence of dietary cation-anion balance during the dry period on the occurrence of parturient paresis  
cow fed excess calcium.  
*J. Anim. Sci.* **70**: 1238-1250
- UDE, G.; GEORG, H. (2002)  
Tiergerechte Fressplatzgestaltung für Milchkühe in Laufställen.  
*Landtechnik* **57**(1): 48-49
- UNGLAUB, W. (1983)  
Untersuchungen zur Bestimmung und zum Gehalt des Acetons in Milch.  
*Tierärztl. Umsch.* **38**: 534-544
- UNTERMANN, F., P. JAKOBS u. R. STEPHAN (1996):  
35 Jahre HACCP-System. Vom NASA-Konzept bis zu Definitionen des Codex Alimentarius.  
*Fleischwirtschaft* **76**: 589-594
- VADIVELOO, J.; HOLMES, W. (1979)  
The prediction of the voluntary feed intake of dairy cows.  
*J. Agric. Sci.* **93**: 553-562
- VAGTS, H.; (1999)  
Der Einfluss der Ketose auf die Eutergesundheit und Milchqualität.  
Berlin, Hum
- VAN SAUN, R.J. (1991)  
Dry cow nutrition.  
*Vet. Clin. of North Am.: Food Anim. Pract.* **7** (2): 599-620
- VAN SOEST, P.J (1965)  
Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in  
relation to chemical composition and digestibility.  
*J. Anim. Sci.* **24**: 834 – 843
- VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. (1967)  
Use of detergents in the analysis of fibrous feeds.  
IV. Determination of Plant Cell-Wall Constituents  
*J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **50** (1): 50-56
- VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. (1968)  
Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate.  
*J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **51** (4): 780-787
- VASILATOS, R.; WANGSNESS, P.J. (1980)  
Feeding behavior of lactating dairy cows as measured by time-lapse photography.  
*J. Dairy Sci.* **63**: 412-416
- VAZQUEZ-ANON, M.; BERTICS, S.; LUCK, M.; GRUMMER, R.R. (1994)  
Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **77** (6): 1521-1528
- VILLA-GODOY, A.; HUGHES, T.L.; EMERY, R.S.; CHAPIN, L.T.; FOGWELL, R.L. (1988)  
Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **71**: 1063-1072
- WAAGE, S. (1993)  
Incidence of milk fever and ketosis in Norway.  
*Acta Vet. Scand. Suppl.* **89**: 139-140

- WAGNER-STORCH, A. M.; PALMER, R. W. (2003)  
Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus an automatic milking system.  
*J. Dairy Sci.* **86**: 1494-1502
- WALTNER, S.S.; MC NAMARA, J.P.; HILLERS, J.K. (1993)  
Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle.  
*J. Dairy Sci.* **76**: 3410-9
- WANGSNESS, P.J.; MULLER, L.D. (1981)  
Maximum forage for dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **64**: 1-13
- WANNER, M. (1991)  
Fütterung und Fruchtbarkeit der Milchkuh.  
*Prakt. Tierarzt* **72** (Colleg. Vet. XXII): 9-11
- WEINDLMAIER, H.; SCHMITZ, S.; ROWEDDER, D. (1996)  
Qualitätsmanagementsysteme nach DIN EN ISO 9000 ff. in der bayerischen Ernährungswirtschaft.  
*Schule und Beratung* **11**: II. 1 - II. 5
- WELCH, J.G. (1982):  
Rumination, particle size and passage from the rumen.  
*J. Anim. Sci.* **54**: 885 - 894
- WELCH, J.G.; SMITH, A.M. (1969)  
Effect of varying amounts of forage intake on rumination.  
*J. Anim. Sci.* **28**: 827 – 829
- WEENINGER, A. (1992)  
Computergestützte Herdenbetreuung in einer Tierarztpraxis unter Verwendung von Azeton und Harnstoff in der Milch zur Stoffwechselkontrolle der Kühe.  
München, Ludwig-Maximilians- Univ., Tierärztl. Fak., Diss.
- WHITAKER, D.A.; KELLY, J.M.; SMITH, E.J. (1983)  
Subclinical ketosis and serum beta-hydroxybutyrate levels in dairy cattle.  
*Br. Vet. J.* **139**: 462-463
- WHO, CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (1996)  
General Principles of Food Hygiene, Annex: HACCP System and Guidelines for its Application.  
In *Report of the Twenty-ninth Session of the Codex Committee on Food Hygiene: ALINORM 97/13A, Appendix II*; Washington D.C.
- WILDMAN, E.; JONES, G.; WAGNER, P.; BOMAN, R. (1982)  
A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics.  
*J. Dairy Sci.* **65**: 495-501
- WILKE, G. (1996)  
Milchfieber: Mit sauren Salzen vorbeugen?  
*Top Agrar* 1996, Nr. **H2**: R15-R17
- WINKELMANN, J. (2006)  
Sicherung Hygienischer Standards in Maissilagen.  
*Nutzierpraxis aktuell*
- WIRTZ, N.; SPIEKERS, H.; BERNTSEN, M.; TRAPPMANN, W.; THOLEN, E.; PFEFFER, E. (2003)  
Abschätzung der Futteraufnahme von Milchkühen - tierindividuell oder nach Gruppenmerkmalen.  
VDLUFA - Tagung

- WITTENBURG, H.; HENSELER, G.; HOFFMANN, L. (1974)  
Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion.  
9. Mitteilung: Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Milch von Hochleistungskühen im Frühstadium der Laktation.  
*Arch. Tierernährung* **24** (2): 139-148
- WOLF, J.; LEHMANN, G. (1987)  
Nutzungsdauer und Lebendleistung von Milchkühen und ihre ökonomischen Auswirkungen.  
*Tierzucht* **41**: 223
- WOOD, P.D.; KING, J.O.; YODAN, P.G. (1980)  
Relationship between size, live-weight change and milk production characters in early lactation in dairy cattle.  
*Anim. Prod.* **31**: 143-151
- WOODFORD, J.A.; JORGENSEN, N.A.; BARRINGTON, G.P. (1986)  
Impact of dietary fiber and physical form on performance of lactating dairy cows.  
*J. Dairy Sci.* **69**: 1035-1047
- WRIGHT, J.A.; ROOK, J.A.; WOOD, P.D. (1974)  
The responses in milk solids-non-fat and protein contents to improve feeding of cows receiving winterstall diets and underfed for varying periods.  
*J. Dairy Res.* **41**: 155-164
- ZIEGER, P. (2003)  
Fruchtbare Kühe erfüttern.  
*Milchpraxis* **3**: 112-118
- ZULU, V.C.; NAKAO, T.; MORIYOSHI, M.; NAKADA, K.; SAWAMUKAI, Y.; TANAKA, W.-C. ZHANG (2001)  
Relationship between body condition score and ultrasonographic measurement of subcutaneous fat in dairy cows.  
*Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **14**: 816-820

## 8. Verzeichnisse

	<b>Abbildungsverzeichnis:</b>	
1	<i>Beispiele für Qualitätssysteme in der Agrar- und Ernährungswirtschaft (KRIEGER et SCHIEFER 2004).</i>	17
2	<i>Intensitätspyramide (MANSFELD 2001a).</i>	22
3	<i>Abgangsursachen 2003 (LKV 2004).</i>	27
4	<i>Darstellung der mit der Pansenazidose zusammenhängenden Begleiterkrankungen (ROSSOW 2004).</i>	34
5	<i>Beschreibung der Transitperiode (GRUMMER 1995; DRACKLEY 1999).</i>	52
6	<i>Chemische Zusammensetzung einer Pflanze (nach SPIEKERS et POTTHAST 2004).</i>	63
7	<i>Schüttelsystem für den „Penn state particle separator“ der Pennsylvania State University Schüttelbox (DLG 2001; KONONOFF 2002).</i>	82
8	<i>Abschätzung der negativen Energiebilanz in einer Herde (HEUER 2001).</i>	98
9	<i>Energiebilanz, Milchleistung, Milchfett und Milcheiweiß bis zum 180. Laktationstag. (De VRIES et VEERKAMP 2000).</i>	121
10	<i>Regressionsgerade für die Beziehung zwischen <math>\beta</math>- Hydroxybutyrat Konzentration und den Fettgehalt der Milch in den Laktationsmonaten 1,2 und 3 (SEGGEWISS 2004).</i>	135
11	<i>Regressionsgeraden für die Beziehungen zwischen Blutharnstoff und Milchwahnhstoff in den Laktationsmonaten 1,2, und 3 (SEGGEWISS 2004).</i>	137
12	<i>Neun-Felder-Tafel zur Beurteilung der Fütterungssituation (SPOHR et WIESNER 1991).</i>	142
13	<i>Kalziumkonzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation (HAGMÜLLER 2002).</i>	172
14	<i>Erhebungsbogen für die Body condition score –Bestimmung (MARTIN et al. 2007).</i>	185
15	<i>Beispiel für die graphische Darstellung der empfohlenen Body condition score –Werte für Fleckviehkühe (in Anlehnung an SCHÄFFERS 2000). Der Bereich zwischen den roten Linien zeigt den Optimalbereich in dem sich die Werte im Laktationsverlauf bewegen sollen.</i>	186
16	<i>Gegenüberstellung von Tagesmilchmenge und Milcheiweißgehalt in einer Punktgraphik zur Beurteilung der energetischen Leistungsfähigkeit der Fütterung (erstellt nach Angaben von DEHNING 1989, SPOHR et WIESNER 1991, MARTIN et al. 2007).</i>	190
17	<i>Gegenüberstellung von Laktationstag und Milchfettgehalt (%) in einer Punktgraphik zur Beurteilung der Stoffwechselfgesundheit (nach Angaben von MANSFELD et HEUWIESER 2000). Der Bereich zwischen den roten Linien zeigt den Bereich, in dem sich die Werte befinden sollen.</i>	195

18	<i>Gegenüberstellung von Fett-Eiweiß-Quotient und Milchleistung (kg) in einer Punktegraphik zur Energie- und Rohfaserbeurteilung (nach Angaben von MANSFELD et HEUWIESER 2000). Der Bereich zwischen den roten Linien zeigt den Bereich, in die Werte befinden sollen.</i>	196
19	<i>Indikatoren zur Bewertung von Haltungssystemen (BRADE 2001).</i>	202
20	<i>oberes Bild: Laufstall mit Fressgitter (headlock barrier) unteres Bild: Laufstall mit Nackenriegel (post and rail) (FARMWEST 2007).</i>	205
21	<i>Modell eines Fressplatzes mit Nackenriegel für Rinder (HUZZEY et al. 2006).</i>	206
22	<i>Modell eines Fressplatzes für Rinder mit Fressgitter (HUZZEY et al. 2006).</i>	207
23	<i>Anzahl der Kühe pro Gruppe (4 Gruppen mit jeweils 6 Kühe) am Futtertisch über einen Zeitraum von 24 Stunden bei 1,0 m  Fressplatzbreite und 0,5 m  Fressplatzbreite (De VRIES et al. 2004).</i>	209
24	<i>Empfohlene Abmessungen des Futterplatzes mit Fressgitter (GÖT 2003).</i>	210
25	<i>Empfohlene Abmessungen des Standplatzes in der Anbindehaltung für Milchkühe (RÖTHLINGSHÖFER 2006).</i>	211
26	<i>Prozentualer Anteil der Kühe am Fressgitter innerhalb von 24 Stunden bei unterschiedlicher Fressgitterbreite.</i>   0,33 Fressgitter/Kuh  0,67 Fressgitter/Kuh  1 Fressgitter/Kuh  1,33 Fressgitter/Kuh  <i>In den 4 Gruppen befanden sich jeweils 9 Tiere (HUZZEY et al. 2006).</i>	213
27	<i>Empfohlene Maße (cm) von Trogtränken (GÖT 2003).</i>	216
28	<i>Anzahl der Kühe in Prozent, die über 24 Stunden am Futtertisch zu finden waren.</i> a) <i>Fütterung um 5.30h  ; um 5.30h und 15.30h  .</i> b) <i>Fütterung um 5.30h und 15.30h  ; und 5.30h, 11.00h, 15.15h und 22.30h  .</i> <i>(De VRIES et al. 2005)</i>	224

	<b>Tabellenverzeichnis:</b>	
1	<i>Grundregeln der Integrierten Tierärztlichen Bestandsbetreuung (MANSFELD et al. 2007).</i>	8
2	<i>Spezialkenntnisse des Tierarztes (MANSFELD et al. 2007).</i>	10
3	<i>Die sieben Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) – Prinzipien (SISCHO 1997; ALI ALI et al. 2002).</i>	20
4	<i>Vergleich Veterinary Herd Controlling–System (VHC) –System und Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) –Konzept (MANSFELD 2002).</i>	24
5	<i>Inhalte des Veterinary Herd Controlling–System (VHC) –Systems und Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) –Konzeptes (MANSFELD 2002).</i>	24
6	<i>Faktoren, die eine physiologische Ketonkörperkonzentration pathologisch steigern können (ROSSOW et al. 1991).</i>	30
7	<i>Literaturangaben zu Gebärpareseinzidenzen.</i>	49
8	<i>Inzidenz peripartaler Erkrankungen (Produktionskrankheiten) und Tag der Diagnosestellung post partum (FLEISCHER et al. 2001).</i>	50
9	<i>Mittelwerte und Spannweiten der Inzidenzen einiger peripartaler Erkrankungen in 61 Hochleistungsbetrieben in Nordamerika (JORDAN et FOURDRAINE 1991).</i>	50
10	<i>Auswahl der zur Kalkulation des TCI benutzte Parameter (NORDLUND aus ROSSOW 2006).</i>	53
11	<i>Vergleich des TCI von Kühen mit und ohne peripartale Erkrankungen (NORDLUND, aus ROSSOW 2006).</i>	54
12	<i>Empfehlungen zur Versorgung von Kühen mit NEL (GfE 2001).</i>	58
13	<i>Empfehlungen zur Versorgung von Kühen mit nutzbarem Rohprotein (nXP) (GfE 2001).</i>	61
14	<i>Mögliche Kenngrößen um Kohlenhydrate zu beschreiben (DLG 2001).</i>	62
15	<i>Kenn-, Mess-, und Zielgrößen für Stärke, beständige Stärke und unbeständige Stärke (DLG (2001).</i>	64
16	<i>Empfehlungen zur Versorgung trockenstehender Milchkühe mit Kohlenhydraten in der Gesamtration (DLG 2001).</i>	64
17	<i>Empfehlungen zur Versorgung der Milchkühe mit Kohlenhydraten in der Gesamtration in Abhängigkeit von Leistungsniveau und Laktationsstand (mod. nach DLG 2001).</i>	65
18	<i>Von der National Research Council (NRC) empfohlene Mindestversorgung an strukturierten Kohlenhydraten (NDF,ADF) sowie obere Grenzwerte für die Versorgung mit Nichtfaser–Kohlenhydraten (NFC) in Totaler-Misch-Ration (TMR) in Abhängigkeit der Konzentration an NDF aus Grobfutter in der Gesamtration bei ausreichender Partikellänge und hohen Anteilen an Maisstärke; Angaben in % der Trockenmasse (DLG 2001).</i>	67
19	<i>Zielgrößen für die Rationsplanung mit der Vorreraussetzung TMR, für eine Jahresmilchleistung von 9000 kg Milch (DLG 2001).</i>	68

20	<i>Kalziumfütterung ante partum in g/d.</i>	69
21	<i>Untersuchungen zum Einfluss der DCAB auf die Inzidenz der Gebärpause.</i>	71
22	<i>Empfehlungen für die DCAB in der Trockenstehphase.</i>	72
23	<i>Formeln zur Berechnung des Strukturwertes (DeBRABANDER et al. 1999; DLG 2001).</i>	74
24	<i>Strukturwertzielgrößen (De BRABANDER et al. 1999; DLG 2001).</i>	75
25	<i>Erforderlicher Mindest-Strukturwert (SW) je kg Trockenmasse der Gesamtration (DLG 2001).</i>	76
26	<i>Empfehlungen zur Versorgung trockenstehender Milchkühe mit Struktur in der Gesamtration (DLG 2001).</i>	76
27	<i>Empfehlungen zur Versorgung der Milchkühe mit Struktur in der Gesamtration in Abhängigkeit von Leistungsniveau und Laktationsstand (DLG 2001).</i>	76
28	<i>Untersuchungskriterien für die Entwicklung des Strukturfaktors (HOFFMANN 2005).</i>	77
29	<i>Kennzahl zur Beurteilung der Strukturwirksamkeit von Rationen für Milchkühe (HOFFMANN 2005).</i>	78
30	<i>Notwendige Menge an strukturwirksamer Rohfaser in Rationen für Milchkühe (HOFMANN 2005).</i>	79
31	<i>Anforderungen an den Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser bei unterschiedlicher Futteraufnahme (HOFFMANN 2003, 2005).</i>	79
32	<i>Anforderungen an die Partikelgröße in Rationen für Rinder (HOFFMANN 2003; 2005).</i>	80
33	<i>Grundsätze für die Bestimmung der Partikelgrößenverteilung zur Beurteilung der strukturwirksamen Rohfaser mittels Siebfraktionierung (HOFFMANN 2003).</i>	83
34	<i>Bereitstellung von qualitativ hochwertigem Wasser. Grenzwerte Schadstoffen in mg je l Wasser (NRC 2001).</i>	84
35	<i>Schätzgleichung für die Wasseraufnahme von Milchkühen mit Faktoren, die die Wasseraufnahme beeinflussen (MEYER et al. 2002).</i>	85
36	<i>Mittlere Aufnahme an Tränkewasser (in l) bei Stallfütterung in Abhängigkeit von Leistungsstadium und Temperatur (SPIEKERS et POTTHAST 2004).</i>	85
37	<i>Messergebnisse zur Futteraufnahme bei hoher Milchleistung (Forschungsstätten BRD) (SCHWARZ 2000).</i>	86
38	<i>Bedeutende Faktoren der Futteraufnahme (nach INGVARTSEN 1994).</i>	87
39	<i>Trockensubstanzaufnahme (kg/Tag) von Milchkühen in Abhängigkeit von verschiedenen Futterenergiegehalten (GfE 2001).</i>	88
40	<i>Trockensubstanzaufnahme (kg/Tag) von Milchkühen in Abhängigkeit von verschiedenen Lebendmassen (NRC 2001).</i>	89
41	<i>Lineare Regressionskoeffizienten (Lebendmasse, Milchleistung und Futterwert) verschiedener Formeln zur Schätzung von Grund- und Gesamtfutter in verschiedenen Laktationen.</i>	90

42	<i>Mittlere quadrierte (MSPE), absolute (APE) und relative Vorhersagefehler (RPE) von deutschen und amerikanischen Futteraufnahme-Schätzformeln und Anteile Bias (systematische Abweichungen), Regression und Zufallsabweichung am MSPE (in %) (SCHWARZ et GRUBER 1999).</i>	91
43	<i>Teil 1: Futteraufnahme-Schätzformeln (Gesamtfutteraufnahme, kg TM pro Tag) (GRUBER et al. 2004).</i>	92/93
43	<i>Teil 2: Beispiel für die Anwendung der Schätzformel (GRUBER et al. 2004).</i>	95
44	<i>Übersicht über Body condition score –Idealwerte zum Zeitpunkt der Kalbung und tolerierbare Verluste post partum in verschiedenen BCS-Systemen.</i>	102
45	<i>Beurteilung der Körperkondition verbal, mittels Body condition score, Rückenfettdicke und Körperfettgehalt (STAUFENBIEL 1997a).</i>	108
46	<i>Referenzwerte für Serum-Glukosewerte beim Rind.</i>	110
47	<i>Referenzbereiche für Glukose (mmol/l) im Laktationsverlauf (klinisch unauffällig).</i>	111
48	<i>Referenzwerte für Serum-Bilirubin beim Rind.</i>	112
49	<i>Beziehungen zwischen dem Bilirubin-Gehalt und dem Anteil von Kühen (in %) mit erhöhtem Ketonkörpergehalt im Blutserum (&gt; 0,5 mmol/l) in verschiedenen Stadien post partum (LOTTHAMMER 1991).</i>	113
50	<i>Referenzbereiche für Gesamtbilirubin (<math>\mu</math>mol/l) im Laktationsverlauf.</i>	114
51	<i>Non esterified fatty acid (NEFA) –Serumreferenzwerte beim Rind von verschiedenen Autoren.</i>	115
52	<i>Physiologische Ketonkörperkonzentrationen (<math>\beta</math>-Hydroxybutyrat (BHB); Azetazetat (AA); Azeton) im Blut (in mmol/l) (HAGERT 1991, modifiziert nach DIECKMANN 1986).</i>	116
53	<i><math>\beta</math>-Hydroxybutyrat (BHB) –Serumnormalwerte beim Rind.</i>	116
54	<i>Referenzbereiche für <math>\beta</math>-Hydroxybutyrat (BHB).</i>	116
55	<i>Erforderliche Veränderung in der Aufnahme bestimmter Nährstoffe zur Induktion einer signifikanten Abweichung (&gt; 1 SD) eines Blutbestandteils im Profil-Test bei laktierenden Kühen (LEE et al. 1978).</i>	118
56	<i>Häufigkeit von Auffälligkeiten im Blutprofil-Test (mit 14 Parametern) bei Milchkühen (ADAMS et al 1978).</i>	118
57	<i>Korrelation zwischen Energiebilanz und Milchmenge mit Angabe von Korrelationskoeffizienten (<math>r</math>), Irrtumswahrscheinlichkeit (<math>P</math>) und Anzahl der Milchproben (<math>N</math>) (SEGGEWISS 2004).</i>	123
58	<i>Durchschnittswerte für Milcheiweiß im Rahmen der Milchleistungsprüfung des LKV Bayern (LKV 2001/2002/2003).</i>	124
59	<i>Mittelwert für Milcheiweiß in Prozent bei verschiedenen Rassen (DUDA et SPANN 1991).</i>	125
60	<i>Faktoren, die den Milchproteingehalt beeinflussen (EMERY 1988).</i>	125
61	<i>Beurteilung der Eiweiß- und Harnstoffgehalte (DUDA 1991).</i>	129

62	<i>Durchschnittswerte für Milchfett im Rahmen der Milchleistungsprüfung des LKV Bayern (nach den Jahresberichten des LKV 2001,2002,2003).</i>	130
63	<i>Mittelwert für Milchfett in Prozent bei verschiedenen Rassen (DUDA et SPANN 1991).</i>	130
64	<i>Faktoren, welche den Milchfettgehalt beeinflussen (EMERY 1988).</i>	132
65	<i>Korrelation zwischen NEFA(non-esterified-fatty-acid)-Konzentrationen [<math>\mu\text{mol/l}</math>] und Milchfett [%] im 1., 2. und 3. Laktationsmonat (SEGGEWISS 2004).</i>	134
66	<i>Korrelationen zwischen dem Harnstoffgehalt in Blut und in der Milch von Rindern.</i>	136
67	<i>Physiologische Harnstoffgehalte in Blut und Milch bei Rindern.</i>	138
68	<i>Mittelwerte für Milchwarnstoff bei verschiedenen Rassen (DUDA et SPANN 1991).</i>	139
69	<i>Milchwarnstoffgehalte von Fleckvieh, Braunvieh und Schwarzbunten in verschiedenen Laktationsmonaten und Laktationsnummern (DUDA et SPANN 1991).</i>	139
70	<i>Grenzwerte für Fett-Eiweiß-Quotient als Hinweis auf Energiemangel bzw. Ketose.</i>	146
71	<i>Physiologische Ketonkörperkonzentrationen in der Milch (in <math>\text{mmol/l}</math>) nach Angaben im Schrifttum (HAGERT 1991, modifiziert nach DIECKMANN 1986) <math>\beta</math>-Hydroxybutyrat (<math>\beta</math>-HB); Azetazetat (AA), Azetat.</i>	147
72	<i>Beziehungen zwischen den Azetonkonzentrationen in Blut und Milch nach Angaben im Schrifttum.</i>	147
73	<i>Einteilung für die Beurteilung der Milchazetonkonzentrationen (ANDERSSON et EMANUELSON 1985).</i>	149
74	<i>Physiologische Ketonkörperkonzentrationen im Harn (in <math>\text{mmol/l}</math>) nach Angaben im Schrifttum (Hagert 1991, modifiziert nach Dieckmann 1986) <math>\beta</math>-Hydroxybutyrat (<math>\beta</math>-HB); Azetazetat (AA).</i>	150
75	<i>Bewertung des prozentualen Leberfettgehaltes (HERDT et al. 1983)</i>	153
76	<i>Mittlere Fress- und Wiederkauzeiten von Milchkühen bei verschiedenen Rationstypen (mod. nach De BRABANDER et al. 1999).</i>	154
77	<i>Mittlere Fress- und Wiederkauzeiten (HOFFMAN 2005).</i>	155
78	<i>Fressgeschwindigkeit und Wiederkauzeit von Kühen beim Verzehr einzelner Futterstoffe (mod. nach BALCH 1952).</i>	156
79	<i>Übersicht zum Verhalten vom Rind beim Wiederkauen (KOLB 1989).</i>	158
80	<i>Kau- und Wiederkauaktivität von 3 nichtlaktierenden Kühen bei Fütterung von Grasheu verschiedener physikalischer Form (PIATKOWSKI et al. 1977).</i>	160
81	<i>Schema zur Beurteilung der Kotkonsistenz (nach SKIDMORE 1990, modifiziert in der DLG-Information 2001).</i>	161
82	<i>Auswirkungen der Raufuttermenge auf die Milchzusammensetzung und -menge der verschiedenen Fettsäuren bei 4 HF-Kühen im fünften Laktationsmonat (mod. nach STORRY et al. 1974).</i>	165

83	<i>Physiologische Referenzwerte für den Harn-pH-Wert.</i>	167
84	<i>Bewertung verschiedener Harnparameter (KRAFT et DÜRR 1999; GELFERT et STAUFENBIEL 2002).</i>	169
85	<i>Grenzwerte für Blutkalzium.</i>	171
86	<i>Referenzwert für Kalziumkonzentrationen im Harn.</i>	173
87	<i>Hinweise für die Kalziumbestimmung im Harn in der Stoffwechselüberwachung (LEHWENICH 1999).</i>	175
88	<i>Anzustrebende Noten des Body condition score von Milchvieh (METZNER et al. 1993).</i>	184
89	<i>Fütterungssystem für Anbindehaltung (SPIEKERS et POTTHAST 2004).</i>	221
90	<i>Einordnung in drei Leistungsgruppen nach Milchleistung (DLG 2001).</i>	225
91	<i>Fütterungsstrategie für Milchkühe (SPIEKERS et POTTHAST 2004).</i>	226
92	<i>Voraussetzungen für eine Einzeltierfütterung (LOSAND 1999).</i>	226
93	<i>Kontrollmaßnahmen für die Benutzung eines Mischwagens (SPIEKERS et POTTHAST 2004).</i>	227
94	<i>Beispiel für die Beurteilung der Umsetzung der Rationsplanung einer TMR (DLG 2001).</i>	228
95	<i>Maßnahmen zur Förderung der Gärqualität von Grassilagen (THAYSEN 1999).</i>	229
96	<i>Auswirkungen verschimmelter Maissilage auf Milchleistung und –inhaltsstoffe sowie Stoffwechselfparameter von Milchkühen (ILLEK et MATEJICEK 2001).</i>	231
97	<i>Wirkung biogener Amine auf den tierischen Organismus (HOFFMANN 2005).</i>	232
98	<i>Grenz- und Referenzwerte in Gras-, Mais- und Ganzpflanzsilage aus Getreide (GPS) (THAYSEN 1999).</i>	232
99	<i>Bestimmung des Trockenmasse TM-Gehaltes (%) mittels der Wringprobe (DLG 2004).</i>	238
100	<i>Bewertung der Silage nach dem Buttersäure- und Essigsäuregehaltes in der Trockenmasse (TM) (DLG 2006).</i>	238
101	<i>Bewertung des pH-Wertes in Silage mit unterschiedlicher Trockenmassegehalte (TM) (DLG 2006).</i>	238
102	<i>Silagebewertung nach der Gesamtpunktzahl (DLG 2006).</i>	235
103	<i>Richtgrößen für die Dichte von Silagen (THAYSEN 1999).</i>	236
104	<i>Berechnung der Dichte.</i>	236
105	<i>Entnahmetechnik und Umgang mit Silage (SPIEKERS et POTTHAST 2004).</i>	237
106	<i>Sinnenprüfung zur Beurteilung von Futtermitteln (DLG 1998b).</i>	239
107	<i>Labortechnische Methoden zur Futterbeurteilung (mod. nach DLG 1998).</i>	240

<b>Übersichten:</b>		
1	<i>Kontrollpunkt Gesundheitsstatus</i>	56
2	<i>Kontrollpunkt Rationsgruppe</i>	180
3	<i>Kontrollpunkt Futteraufnahme</i>	181
4	<i>Kontrollpunkt Energieversorgung</i>	193
5	<i>Kontrollpunkt Strukturversorgung</i>	197
6	<i>Kontrollpunkt Mineralstoffversorgung</i>	199
7	<i>Faktor Haltung</i>	220
8	<i>Faktor Management</i>	244

## 9. Checklisten

### Checkliste 1: Generelle Veränderungen von Milchleistungsdaten:

#### Verhalten von Milchinhaltsstoffen bei unterschiedlichen Nährstoffangeboten (EICHER et al. 2002)

Nährstoffversorgung	Verhalten der Milchinhaltsstoffe		
	Harnstoff	Eiweiß	Fett
Energieüberschuss	-	(+)	-
Energiemangel	++	--	++
Rohproteinüberschuss	++	O	O
Rohproteinmangel	-	(-)	O
Energiemangel, Rohproteinmangel	O	--	++
Energieüberschuss, Rohproteinüberschuss	+	+	-
Energiemangel, Rohproteinüberschuss	+++	--	++
Energieüberschuss, Rohproteinmangel	-	(-)	-
Strukturmangel, Acidose	-	O	--
Ungeschützte Fette	-/+	+/-	++/--
Pansenstabile Fette	++	--	++
Ca – Seifen von Fetten	+	O	O

+ = Zunahme

- = Abnahme

o = kein Einfluss

(-) = wenig Einfluss

### Checkliste 2: Veränderungen von Milchinhaltsstoffen

#### 0. bis 30. Laktationstag

	Fett %	Eiweiß %	F/E	Harnstoff mg/l	Aceton mmol/l	Häufigkeit der Kühe %	
						rot <sup>1)</sup>	gelb <sup>2)</sup>
Konstellation:	<4	≤ 3,1				> 15	10-15
Bewertung:	Ohne Reserven gekalbt; Energiemangel, Fruchtbarkeitsstörungen, erhöhte Anfälligkeit für Infektionen						
Konstellation:	>5	>3,5	>1,5		0,26-0,99	>25	15-25
Bewertung:	Hoher Abbau von Körpermasse; Energiemangel, subklinische Ketose Fruchtbarkeitsstörungen						
Konstellation:	>5	≤ 3,1	>1,5		>1,00	> 15	8-15
Bewertung:	Fettmobilisationssyndrom, Ketose; Energiemangel, Fettleber, Fruchtbarkeitsstörungen						

<b>31. bis 100. Laktationstag</b>							
	Fett %	Eiweiß %	F/E	Harnstoff mg/l	Aceton mmol/l	Häufigkeit der Kühe %	
						rot <sup>1)</sup>	gelb <sup>2)</sup>
Konstellation:	Abfall um > 0,4% zum Vormonat	3,2-3,5	<1,0	- <sup>3)</sup>	-	>45	18-45
Bewertung:	Verdacht auf azidotische Belastung, Strukturmangel, Fruchtbarkeitsstörungen						
Konstellation:	>4	<3,1	>1,5	-	0,26-0,99	>20	10-20
Bewertung:	Energiemangel, subklinische Ketose, Fruchtbarkeitsstörungen, schlechte Persistenz						
Konstellation:	-	3,1-3,8	-	>300	-	>20	10-20
Bewertung:	Proteinüberschuss, Energie ausreichend, evtl Fruchtbarkeitsprobleme						
Konstellation:	-	3,1-3,8	-	<200	-	>20	-
Bewertung:	Energie ausreichend, Proteinmangel, niedriger Laktationsgipfel, Fruchtbarkeitsstörungen						
Konstellation:	-	<3,1	-	<200	>1,0	>20	-
Bewertung:	Energienmangel, Proteinüberschuss, Ketose, Leberbelastung, Fruchtbarkeitsstörungen, verminderte Infektabwehr						
<b>101. bis 200 Laktationstag</b>							
	Fett %	Eiweiß %	F/E	Harnstoff mg/l	Aceton mmol/l	Häufigkeit der Kühe %	
						rot <sup>1)</sup>	gelb <sup>2)</sup>
Konstellation:	Abfall um> 0,4% zum Vormonat	>3,8	<1,0	-	-	>20	15-20
Bewertung:	Strukturmangel, Energieüberschuss, erhöhter Körperfettansatz, azidotische Belastung						
Konstellation:	-	<3,2	-	-	-	>20	10-20
Bewertung:	Energienmangel, unzureichende Körperkondition, schlechte Persistenz						
Konstellation:	-	3,2-3,8	-	>300	-	>20	10-20
Bewertung:	Proteinüberschuss, Energie ausreichend						
Konstellation:	-	<3,2	-	<200	-	>10	5-10
Bewertung:	Energie- und Proteinmangel, Leistungsabfall						
Konstellation:	<3,5	>3,8	<1,0	>300	-	>20	10-20
Bewertung:	Energie- und Proteinüberschuss, erhöhter Körperfettansatz						
Konstellation:	-	<3,2	-	>300	-	>20	10-20
Bewertung:	Energienmangel, Proteinüberschuss, Leistungsabfall						
Konstellation:	-	>3,8	-	-	-	>20	10-20
Bewertung:	Energieüberschuss, erhöhter Körperfettansatz, Azidotische Belastung						

<b>201. Laktationstag bis Trockenstellen</b>							
	Fett %	Eiweiß %	F/E	Harnstoff mg/l	Aceton mmol/l	Häufigkeit der Kühe %	
						rot <sup>1)</sup>	gelb <sup>2)</sup>
Konstellation:	Abfall um > 0,4% zum Vormonat	>3,8	<1,0	-	-	>20	15-20
Bewertung:	Strukturmangel, Energieüberschuss, erhöhter Körperfettansatz, azidotische Belastung						
Konstellation:	-	<3,2	-	-	-	>20	10-20
Bewertung:	Energiemangel, unzureichende Körperkondition, schlechte Persistenz						
Konstellation:	-	3,2-3,8	-	>300	-	>20	10-20
Bewertung:	Proteinüberschuss, Energieversorgung ausreichend						
Konstellation:	-	<3,2	-	<200	-	>10	5-10
Bewertung:	Energie- und Proteinmangel, Gefahr der ungenügenden Kondition zu Laktationsende und postpartale Fruchtbarkeitsstörungen						
Konstellation:	<4,0	>3,8	<1,0	>300	-	>30	15-30
Bewertung:	Energie- und Proteinüberschuss (Fettansatz), Gefahr des postpartalen Fettmobilisationssyndrom, evtl. azidotische Belastung						
Konstellation:	-	<3,2	-	>300	-	>20	10-20
Bewertung:	Energiemangel, Proteinüberschuss, Gefahr der ungenügenden Körperkondition zu Laktationsende und postpartale Fruchtbarkeitsstörungen						
Konstellation:	-	>3,8	-	-	-	>20	10-20
Bewertung:	Energieüberschuss (Fettansatz), Gefahr des postpartalen Fettmobilisationssyndrom, evtl. azidotische Belastung						
<sup>1)</sup> Anzahl zu hoch, Problem zu bekämpfen <sup>2)</sup> Überprüfung erforderlich <sup>3)</sup> keine Angaben aus der Literatur							

**Checkliste 3: Milchleistung**

Überprüfung der Herdenmilchleistungskurve

**Checkliste 4: Wiederkauaktivität, Harn pH, BCS, Kotbeschaffenheit**

<b>Wiederkauaktivität</b>	
Kontrolle 1–2 Stunden nach der Futtergabe	
≥ 50-60% der Kühe kauen wieder	ausreichende Strukturversorgung
< 50% der Kühe kauen wieder	überprüfen der Strukturversorgung

<b>Harn-pH</b>			
7,0–8,4		physiologischer Harn pH-Wert	
< 6,0		azidotische Stoffwechsellage	
<b>BCS</b>			
Leistungsgruppe	Tage p. p.	Mittelwert	Bereich
<b>Kühe:</b>			
peripartal	-10 – 10	3,50	3,25 – 3,75
frühe Laktation	30 – 50	3,25	2,75 – 3,50
frühe Laktation	51 – 90	3,00	2,50 – 3,25
mittlere Laktation	91 – 180	3,50	3,00 – 3,50
Späte Laktation	> 180	3,50	3,00 – 3,75
Trockenstellen	-	3,50	3,25 – 3,75
<b>Färsen:</b>			
beim Belegen	-	3,00	2,75 – 3,25
beim Abkalben	-	3,50	3,25 – 3,75
<b>Kotbeurteilung</b>			
Note	Charakterisierung	Mögliche Ernährungsfehler	
1	Sehr flüssig „Erbsensuppen Konsistenz“ keine Ringe oder Grübchen Kotpfützen	Überschüssiges Rohprotein Überschüssige Stärke Niedriges Faserniveau Überschüssige Mineralstoffe (z. B. Kalium)	
2	Macht keine Haufen, verläuft weniger als 2,5 cm hoch Macht Ringe	Wie Note 1 Junges Weidegras	
3	„Haferbreikonsistenz“ steht bei etwa 4 cm Höhe 3-6 konzentrische Ringe/Grübchen	Ausbalancierte Fütterung	
4	Kot ist dick Klebt nicht an den Klauen Bildet keine Ringe/Grübchen	Negative RNB Überschuss an Faser, wenig Stärke z. B. Trockensteher/Färsenkot	
5	Feste Kotballen Stapel von 5-10 cm Höhe	Wie Note 4 Austrocknungserscheinungen der Kuh (Ketose)	

**Checkliste 5: Blutprofile, Pansensaft, NSBA, NSBA + Harnkalzium, Harnkalzium**

<b>Blutprofile</b>				
Referenzwerte für Serum–Glukosewerte (LOTTHAMMER 1981)				
Normbereich Glucose in mmol/l		Zeitraum		
3,0 – 4,0 >2,2 >2,8		Trockenstehphase bis fünf Wochen p. p. ab der 6. Woche		
Referenzwerte für Serum–Bilirubin beim Rind (LOTTHAMMER 1981)				
Höchstwert Bilirubin in µmol/l		Zeitraum		
4,5 <7,0 <5		Trockenstehphase bis zwei Wochen p. p. ab der 3. Woche		
Referenzwerte für Serum–NEFA beim Rind				
NEFA–Werte in mmol/l		Zeitraum		
0,1 – 0,2 0,2 – 0,4		a. p. p. p.		
Referenzwerte für Serum–BHB beim Rind (REHAGE et al.1996)				
> 1,0 mmol/l im Serum p.p.		Hinweis auf subklinische Ketosen		
<b>Pansensaft</b>				
> 25 % der Proben < pH 5,5		subklinische Azidosen		
<b>Verschiedene Harnwerte mit Bewertungen (GELFERT et STAUFENBIEL 2002; KRAFT et DÜRR 1999).</b>				
Basengehalt in mmol/l	Säuregehalt in mmol/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - Konzentration in mmol/l	NSBA – Wert in mmol/l	Bewertung
150 – 250	50 – 100	< 10	103 bis 197	Physiologische Werte
deutlich < 150	kaum Veränderung	kaum Veränderung	< 100	Kompensierte azidotische Belastung
< 150	> 100	> 10	NSBA im negativen Bereich	Nicht mehr kompensierte Azidose; akute Azidose oder chronische Überbelastung

<b>Kalziumbestimmung im Harn (LEHWENICH 1999)</b>					
16% - 84% - Pzt. mmol/l	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gesamt
	0,6 – 3,7	0,2 – 3,0	0,3 – 2,5	0,3 – 2,2	0,4 – 2,9
Referenzwert: ( $< 1,5$ ) <sup>b</sup>					
Aussagen	↓ indirekter Hinweis auf defizitäre Kalziumversorgung ↑ azidotische Stoffwechsellaage				
Beachtung anderer Parameter	NSBA, Phosphor (Harn)				

### Checkliste 6: Tier - Fressplatzverhältnis(TFV)

<b>Frischmelkende</b>		<b>Altmelkende</b>	
TFV < 1:1	optimal	TFV 1:1	optimal
TFV 1:1	akzeptabel	TFV 2,5:1	akzeptabel
TFV > 1:1	ungenügend	TFV 3:1	noch tolerierbar
		TFV > 3:1	ungenügend

**Checklisten 7 a/b/c: Sinnenprüfung in der Futterbewertung (DLG 2004)**
**Checkliste 7a: Grassilage**
**Beurteilung der Grassilage**
**Geruch: Prüfung auf Fehlgärung, Erwärmung, Hefen- und Schimmelbildung**

Beste Grassilage riecht angenehm säuerliche (aromatisch, würzig), ist frei von Buttersäure, hat keinen wahrnehmbaren Essigsäuregeruch und ist frei von anderen Fremdgerüchen	Punkte für Qualitätsabzug	
<b>Buttersäure (Geruch nach Schweiß, ranziger Butter)</b>		
nicht wahrnehmbar	0	
schwach, erst nach Fingerprobe (Reiben) wahrnehmbar	2	
auch ohne Fingerprobe schwach wahrnehmbar	3	
aus ca. 1m Entfernung deutlich wahrnehmbar	5	
schon aus weiterer Entfernung wahrnehmbar, fäkalartig	7	
<b>Essigsäure (stechender, beißender Geruch, Geruch nach Essig)</b>		
nicht wahrnehmbar	0	
schwach wahrnehmbar	1	
deutlich wahrnehmbar	2	
stark wahrnehmbar, unangenehm stechend	4	
<b>Erwärmung (Röstgeruch)</b>		
nicht wahrnehmbar	0	
schwacher Röstgeruch, angenehm	1	
deutlicher Röstgeruch, leicht rauchig	2	
starker Rostgeruch, brandig, unangenehm	4	
<b>Hefen (mostartiger, gärriger Geruch)</b>		
nicht wahrnehmbar	0	
schwach wahrnehmbar	1	
deutlich wahrnehmbar	2	
stark wahrnehmbar, gärrig	4	
<b>Schimmel (muffiger Geruch)</b>		
nicht wahrnehmbar	0	
schwach wahrnehmbar	3	
deutlich wahrnehmbar	5	
stark wahrnehmbar	7	
Summe Punkte für Qualitätsabzug		

<b>Farbe: Prüfung auf Witterungseinflüsse beim Welken und auf Fehlgärungen oder Schimmel</b>						
Nasse, blattreiche Silage hat eine dunklere Farbe als trockene, stängelreiche Silage. Das führt nicht zwingend zu Punktabzügen. Silage wird zudem durch Fehlgärung dunkler				Punkte für Qualitätsabzug		
<i>Bräunung</i>						
normale Farbe				0		
bräunlicher als normal				1		
deutlich gebräunt				2		
stark gebräunt				4		
<i>Vergilbung</i>						
normale Farbe				0		
gelblicher als normal				1		
deutlich ausgebleichen				2		
stark ausgebleichen				4		
<i>Sonstige Beobachtungen</i>						
Giftgrün durch starke Buttersäuregärung				7		
Sichtbarer Schimmelbefall: Silage nicht verfüttern				7		
<b>Gefüge: Prüfung auf mikrobielle Zersetzung der Pflanzenteile und Schimmel</b>						
Pflanzenteile nicht angegriffen						
Pflanzenteile nur an Schnittstellen leicht angegriffen				1		
Blätter deutlich angegriffen, schmierig				2		
Blätter und Halme stark angegriffen, verrottet, mistartig				4		
<b>pH-Wert: Prüfung auf unzureichende Säurebildung</b>						
Die Silagebeurteilung ist auch ohne Bestimmung des pH-Wertes möglich; der TM-Gehalt kann mittels Wringprobe erfasst werden						
TM-Gehalt in %						
	bis 20	21 – 30	31 – 45	>45		
pH	<4,2,	<4,4	< 4,6	< 4,8	0	
pH	4,2	4,4	4,6	4,8	1	
pH	4,6,	4,8	5,0	5,2	2	
pH	5,0	5,2	5,4	5,6	3	
pH	5,4	5,6	5,8	6,0	4	
pH	>5,4	>5,6	>5,8	>6,0	5	

Summe Punkte für Qualitätsabzug					
<b>Beurteilung der Grassilage</b>					
<b>Beurteilung der Gärqualität</b>					
Summe Punkte für Qualitätsabzug		Note	Urteil	Wertminderung gegenüber Grünfutter in MJ/kg TM	
ohne pH	mit pH			ME	NEL
0 – 1	0 – 2	1	sehr gut	0,3	0,2
2 – 3	3 – 5	2	gut	0,5	0,3
4 – 5	6 – 8	3	verbesserungsbedürftig	0,7	0,4
6 – 8	9 – 11	4	schlecht	0,9	0,5
>8	>11	5	sehr schlecht	>0,9	>0,5
<b>Zusätzlicher Qualitätsabzug durch Verschmutzung</b>					
Handflächen nach der TM – Bestimmung (Wringprobe) mit leichten Schmutzspuren				0,3	0,2
Leichte, aber deutlich feststellbare Verschmutzung (Sandkörner, Erdteilchen, Güllereste)				0,7	0,4
Starke Verschmutzung				1,0	0,6
<b>Gesamtbewertung Grassilage</b>					
Energiegehalt ME bzw. NEL					MJ/kg TM
Im Grünfutter					
Qualitätsabzug durch Konservierung					
Zusätzlicher Qualitätsabzug durch Verschmutzung					
Energiegehalt der Grassilage					

**Checkliste 7b: Maissilage**

<b>Maissilage</b>		
<b>Geruch:</b>		
Riecht angenehm säuerlich (aromatisch, brotartig), nicht nach Alkohol oder Buttersäure, sie hat auch keinen wahrnehmbaren Essigsäuregeruch und ist frei von Fremdgerüchen	Punkte für Qualitätsabzug	
angenehm säuerlich, aromatisch, brotartig	0	
leicht alkoholisch oder leichter Essigsäuregeruch	1	
stark alkoholischer oder Röstgeruch	3	
muffig oder leichter Buttersäuregeruch	5	
widerlich, Fäulnisgeruch, jauchig	7	
<b>Farbe:</b>		
Je nach Sortentyp eine mehr goldgelbe Farbe (Kompakttypen) bis gelb-olive Farbe (stay-green-Typen)		
dem Ausgangsmaterial ähnliche Farbe	0	
Farbe wenig verändert	1	
Farbe stark verändert	2	

<b>Gefüge: Prüfung auf mikrobielle Zersetzung der Pflanzenteile und Schimmel</b>							
unverändert (wie das Ausgangsmaterial)		0					
leicht angegriffen, Pflanzenteile mürbe		1					
stark angegriffen, schmierig, schleimig		2					
verrottet		4					
Sichtbarer Schimmelbefall: Silage nicht verfüttern							
<b>Bestimmung des Reifestadiums und des TM-Gehaltes beim Einsilieren</b>							
Bezeichnung	% TM	Beschreibung					
Beginn der Kolbenbildung	17	Körner nicht voll ausgebildet					
in der Milchreife	20	Körner ausgebildet, grün-weiß, ohne Füllung					
	22	Körnerinhalt milchartig					
Beginn der Teigreife	25	Körnerinhalt gelblich und zähflüssig					
	30	Körnerinhalt teig- bis mehlig					
Ende der Teigreife	35	Körnerinhalt mehlig, Korn mit Fingernagel noch ritzbar					
	38	Ausgereifte Körner, Korn mit Fingernagel kaum mehr ritzbar					
Summe Punkte für Qualitätsabzug							
<b>Ermittlung des Energiegehaltes</b>							
		Energiegehalt in ML/kg TM					
		niedrig		mittel		hoch	
Bezeichnung	% TM	ME	NEL	ME	NEL	ME	NEL
Beginn der Kolbenbildung	17			9,4	5,6		
In der Milchreife	20	9,5	5,7	9,7	5,8	9,8	5,9
	22	10,0	6,0	10,3	6,2	10,7	6,4
Beginn der Teigreife	25	10,2	6,1	10,5	6,3	10,8	6,5
	30	10,3	6,2	10,7	6,4	11,0	6,6
Ende der Teigreife	35	10,5	6,3	10,8	6,5	11,2	6,7
	38	10,7	6,4	11,0	6,6	11,3	6,8
<b>Beurteilung der Maissilage</b>							
<b>Beurteilung der Gärqualität</b>							
Summe Punkte für Qualitätsabzug	Note	Urteil	Wertminderung gegenüber Grüngut in MJ/kg TM				
			ME	NEL			
0 – 1	1	sehr gut	0	0			
2 – 3	2	gut	0,2	0,1			
4 – 5	3	verbesserungsbedürftig	0,5	0,3			
6 – 8	4	schlecht	0,9	0,5			
>8	5	sehr schlecht	>0,9	>0,5			

<b>Zusätzlicher Qualitätsabzug durch Verschmutzung</b>		
Schmutz visuell erkennbar	0,5	0,3
<b>Gesamtbewertung Maissilage</b>		
Energiegehalt ME bzw. NEL		MJ/kg TM
Im Grüngut		
Qualitätsabzug durch Konservierung		
Zusätzlicher Qualitätsabzug durch Verschmutzung		
Energiegehalt der Maissilage		

### Checkliste 7c: Dürrfutter

<b>Dürrfutter</b>		
<b>Farbe: Prüfung auf Niederschlags- und Hitzeeinwirkungen sowie Schimmel</b>		
hat eine hellgrüne bis dunkelgrüne Farbe	Punkte für Qualitätsabzug	
einwandfreie grüne Farbe	0	
ausgeblichen oder schwach gebräunt	2	
stark ausgeblichen oder stark gebräunt	5	
sichtbarer Schimmelbefall	7	
<b>Geruch: Prüfung auf Schimmelbefall oder Hitzeeinwirkung</b>		
riecht aromatisch, weder muffig noch brandig und hat keinen Fremdgeruch		
einwandfreier, aromatischer Heugeruch	0	
fad oder schwach brandig oder Fremdgeruch	2	
muffig, dumpf oder stärker brandig	5	
stark muffig oder stark brandig	7	
<b>Struktur: Prüfung auf unzureichende mechanische Behandlung</b>		
enthält noch Blattanteile entsprechend dem Ausgangsmaterial		
weich (Blätter vorhanden)	0	
blattarm (Blätter noch überwiegend vorhanden)	3	
sehr blattarm (Blätter nur noch teilweise vorhanden)	6	
fast nur Stängel	9	
Summe Punkte für Qualitätsabzug		

<b>Beurteilung von Dürrfutter</b>				
<b>Beurteilung der Qualität der Trocknung</b>				
Summe Punkte für Qualitätsabzug	Note	Urteil	Wertminderung* gegenüber Grünfutter in MJ/kg TM	
			ME	NEL
0 – 1	1	sehr gut	0,8	0,5
2 – 3	2	gut	1,0	0,6
4 – 5	3	verbesserungsbedürftig	1,2	0,7
6 – 8	4	schlecht	1,4	0,9
>8	5	sehr schlecht	>1,4	>0,9
* Werte gelten für Bodentrocknung. Bei Belüftungsneu sind die Verlust um 0,2 bis 0,3 MJ/kg TM niedriger				
<b>Zusätzlicher Qualitätsabzug durch Verschmutzung</b>				
Heu über einer hellen Fläche kräftig schütteln und danach die Teilchen auf der Fläche beurteilen. Grüne Teilchen sind abgefallene Blatt- oder Halmeilchen, braune oder schwarze Teilchen sind Verunreinigungen durch Erde.				
nur vereinzelt Schmutzteilchen oder Steinchen mehr grüne als braune Teilchen			0,,3	0,2
regelmäßig verteilte Schmutzteilchen (Sandkörner, Erdteilchen) oder kleine Steinchen			0,7	0,4
starke Verschmutzung, Fläche übersät oder Erdteilchen größer			1,0	0,6
<b>Gesamtbewertung Dürrfutter</b>				
Energiegehalt ME bzw. NEL				MJ/kg TM
Im Grüngut				
Qualitätsabzug durch Trocknung				
Zusätzlicher Qualitätsabzug durch Verschmutzung				
Energiegehalt der Maissilage				

---

## **10. Lebenslauf**

Name: Kreßel, Ulrike

Geburtsdatum: 07.07.1978

Geburtsort: Nürnberg

Familienstand: ledig

Schulbildung: 1984-1988 Adam-Kraft-Grundschule Nürnberg  
1988-1997 Melanchthon-Gymnasium Nürnberg  
1997 Abitur

Studium: 1997-2003 Studium der Tiermedizin an der LMU München  
2003 Approbation als Tierärztin

Berufstätigkeit: 2003–2005 Doktorandin und wissenschaftliche Angestellte  
der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik der  
Tierärztlichen Fakultät der LMU München  
2005–2006 Assistentin in der Tierärztlichen Praxis Dr.  
Roesch in Giebelstadt  
Seit Juni 2007 Amtstierärztin im öffentlichen Dienst am  
Landratsamt Weißenburg-Gunzenhausen

---

## **Danksagung**

Ein solches Werk ist nie nur die Arbeit eines Einzelnen. Vielmehr wirken zahlreiche Personen mehr oder weniger direkt am Entstehungsprozess mit.

Herrn Prof. Dr. Rolf Mansfeld danke ich für die Überlassung des Themas und dafür, dass er mit Einsatz und Engagement das Projekt und damit diese Arbeit ermöglicht hat. Seine fachliche Unterstützung und die stets gewährte Diskussionsbereitschaft waren für mich von großem Wert.

Herrn Dr. Rainer Martin gilt mein Dank für die gute Zusammenarbeit bei der Betreuung des Projekts.

Ohne die Kooperation und insbesondere die finanzielle Unterstützung des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen. Dafür vielen Dank.

Für umfassenden moralischen Beistand danke ich vor allem meinen Eltern, meiner Schwester, meinem Freund Thomas Schäfer und vielen weiteren guten Freunden. Ihr habt mich unterstützt, gefördert und mir geholfen, die Klippen des Doktorandendaseins zu umschiffen.

Abschließend möchte ich noch meiner Tante, Dr. Elisabeth Kreßel, und meiner Schwester für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danken.